

**METODOLOGIE DE CALCUL AL
PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRILOR,
INDICATIV MC 001/2006: REVIZUIRE
METODOLOGIE; REVIZUIRE/ELABORARE DE
COMENTARII ȘI EXEMPLE DE APLICARE**

CONTRACT NR. 116/102 DIN 28.03.2017

REDACTAREA a II-a – FAZA a II-a, revizia 5

București, septembrie 2019

FOAIE DE SEMNĂTURI

Contract nr. **116/102 din 28.03.2017**

DENUMIRE LUCRARE:

**Metodologie de calcul al performanței energetice a cladirilor, indicativ Mc001/2006:
revizuire metodologie; revizuire/elaborare de comentarii și exemple de aplicare
Faza a II-a, Redactarea a II-a**

EXECUTANT: UTCB -UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI

BENEFICIAR: MDRAP- Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice

Rector,
Prof.univ.dr.ing. Radu Sorin Văcăreanu

Director de proiect,
Conf.univ.dr.ing. Cătălin-Ioan LUNGU

COLECTIV DE ELABORARE

1.	LUNGU CĂTĂLIN	Director proiect, UTCB
2.	COLDA IOLANDA	Elaborator, OAER
3.	BURCHIU SORIN	Elaborator, AIIR
4.	GEORGESCU MIHAELA	Elaborator, UAUIM
5.	FRUNZULICĂ RODICA	Elaborator, UTCB
6.	TEODORESCU DANIELA	Elaborator, UTCB
7.	VARTIRES ANDREEA	Elaborator, UTCB
8.	BRATA SILVIANA	Elaborator, UPT
9.	IORDACHE VLAD	Elaborator, AIIR
10.	IORDACHE FLORIN	Elaborator, UTCB
11.	POPESCU RĂZVAN	Elaborator, UTCB
12.	CARACALEANU BOGDAN	Elaborator, UTCB
13.	GRASU RALUCA	Elaborator, UTCB
14.	PESCARU RADU AUREL	Elaborator, UAUIM
15.	BARAN IRINA	Elaborator, UAUIM
16.	BLIUC IRINA	Elaborator, UAUIM
17.	TOROPOC MIRELA	Elaborator, OAER
18.	VITAN EUGEN	Elaborator, UTCN
19.	CATALINA TIBERIU	Elaborator, AIIR

CUPRINS

CAPITOLUL 1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Obiect și domeniu de aplicare

1.2. Terminologie și notații

- 1.2.1. Clădire (ca atare)
- 1.2.2. Condiții interioare și exterioare
- 1.2.3. Procese și sisteme tehnice (instalații aferente clădirii)
- 1.2.4. Energie
- 1.2.5. Performanță energetică
- 1.2.6. Calcul energetic
- 1.2.7. Simboluri și indici

1.3. Cerințe ale parametrilor interiori pentru asigurarea confortului și calității aerului interior în clădiri

1.4. Standarde europene referitoare la performanța energetică a clădirilor (PEC)

CAPITOLUL 2. ANVELOPA CLĂDIRII

2.1. Elemente de clădire și parametrii termoenergetici asociați

- 2.1.1. Prevederi generale
- 2.1.2. Elemente componente ale anvelopei clădirii
- 2.1.3. Convenții de stabilire a caracteristicilor dimensionale ale elementelor de anvelopă (parametri geometrici) necesare pentru calculul valorilor parametrilor de performanță termică
- 2.1.4. Parametri definitorii pentru caracterizarea higrotermică a materialelor. Parametri de performanță caracteristici elementelor de anvelopă necesari la evaluarea performanței energetice a clădirilor
- 2.1.5. Regimuri de utilizare a clădirilor și influența acestora asupra performanței energetice

2.2 Cerințe minime de performanță termică și energetică

- 2.2.1. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri noi
 - 2.2.1.1 Clădiri rezidențiale
 - 2.2.1.2 Clădiri nerezidențiale
- 2.2.2. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri existente
 - 2.2.2.1 Clădiri rezidențiale
 - 2.2.2.2 Clădiri nerezidențiale
- 2.2.3. Cerințe minime de confort higrotermic în clădirile noi
 - 2.2.3.1 Cerințele minime de confort higrotermic pentru elementele de clădire
 - 2.2.3.2 Pentru clădirile rezidențiale și asimilate acestora, cerințele minime pentru ansamblul clădirii
 - 2.2.3.3 Pentru clădirile nerezidențiale, pentru ansamblul clădirii
- 2.2.4. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri cu consum de energie aproape egal cu zero (nZEB)

2.3. Rezistențe termice

- 2.3.1. Calculul rezistenței termice și al transmitanței termice ale elementelor de clădire opace
- 2.3.2. Transmitanța termică a elementelor vitrate (ferestre și uși)
- 2.3.3. Stabilirea prin calcul a parametrilor de performanță termică a elementelor de anvelopă aflate în contact cu solul
- 2.3.4. Rezistența termică /transmitanța termică medie a anvelopei clădirii

2.4. Prevederi specifice pentru anvelopa clădirilor al căror consum de energie este aproape egal cu zero (nZEB)

2.5. Permeabilitate la aer a unei clădiri

- 2.5.1. Determinarea permeabilității la aer (a performanței de etanșitate la aer) a clădirii prin metoda presurizării
- 2.5.2. Estimarea calitativă a permeabilității la aer (a performanței de etanșitate la aer) a clădirii prin parametri caracteristici

2.6. Etape pregătitoare calculului de necesar de energie pentru încălzirea și/sau răcirea clădirilor

- 2.6.1. Descriere a procedurii de calcul
- 2.6.2. Zonarea termică
 - 2.6.2.1. Temperatură calculată într-o zonă neîncălzită, nerăcită, neclimatizată adiacentă
 - 2.6.2.2. Factori de corecție și de distribuție
 - 2.6.2.3. Clădiri sau unități de clădiri rezidențiale, corecții pentru temperatura medie interioară a spațiului,

2.7. Calculul necesarului de energie pentru climatizare (încălzire și răcire) folosind metoda de calcul lunar - relații generale

- 2.7.1. Transferul termic total
 - 2.7.1.1. Transferul termic prin transmisie
 - 2.7.1.2. Transferul termic prin ventilare
- 2.7.2. Aporturi de căldură totale și aporturi interne
- 2.7.3. Aporturi solare
 - 2.7.3.1. Energia transferată prin elemente transparente
 - 2.7.3.2. Energia transferată prin elemente opace
- 2.7.4. Radiația termică către cer
- 2.7.5. Capacitatea termică eficace interioară a zonei
- 2.7.6. Factori de utilizare

2.8. Particularități ale calculului necesarului de energie propriu sistemului

- 2.8.1. Încălzire sau răcire cu temperatură setată constantă
- 2.8.2. Corecție pentru încălzire intermitentă
- 2.8.3. Corecții pentru răcire intermitentă
- 2.8.4. Corecții pentru perioada de neocupare
- 2.8.5. Temperatură calculată într-o zonă climatizată, ca variabilă de ieșire
- 2.8.6. Indicator de supraîncălzire

2.9. Necesari de energie pentru umidificare și dezumidificare

- 2.9.1. Umidificare
- 2.9.2. Dezumidificare

2.10. Necesarul anual de energie pentru încălzire, răcire și latent

2.11. Calcul simplificat al duratei perioadelor de încălzire/răcire

2.12. Calculul temperaturii interioare în regim liber

2.12.1. Prezentarea metodei

2.12.2. Modelul de calcul

CAPITOLUL 3. EVALUAREA CONSUMURILOR DE ENERGIE PENTRU SISTEME DE INSTALAȚII FĂRĂ SURSE REGENERABILE

3.1. Instalații de încălzire

3.1.1. Determinarea pierderilor energetice pentru emisie, $Q_{H,em,ls}$

3.1.2. Determinarea consumului de energie auxiliară, $W_{em,ls,aux}$

3.1.3. Determinarea consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de distribuție a apei, ca agent termic pentru încălzire/răcire, $Q_{HC,dis,ls}$

3.1.4. Energii auxiliare recuperabile și recuperate

3.1.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de preparare a agentului termic pentru încălzire, prin arderea combustibilului fosil și a biomasei

3.1.5.1. Eficiența energetică a generatorului la sarcină integrală și la sarcină parțială în funcție de puterea nominală furnizată

3.1.5.2. Pierderile termice în stand-by, $P_{gen,ls,P0}$, în funcție de puterea nominală furnizată

3.1.5.3. Energia auxiliară consumată

3.1.5.4. Factorul de utilizare a energiei la nivelul cazanelor

3.1.5.5. Energia auxiliară consumată de sub-sistemul de generare

3.1.5.6. Pierderi termice ale sub-sistemului de generare

3.1.5.7. Pierderi termice recuperabile și recuperate

3.1.5.8. Energia auxiliară

3.1.5.9. Timpul de funcționare și factorul de sarcină specifică, β

3.2. Instalații de ventilare hibridă, mecanică și climatizare; cuplarea cu celelalte instalații

3.2.1. Domeniu de aplicare

3.2.2. Calculul energetic al generării (al CTA)

3.2.3. Calcul energetic al distribuției

3.2.3.1. Pierderi de aer în conducte și în centrala de tratare a aerului

3.2.3.2. Pierderi termice ale conductelor de aer

3.2.3.3. Exemplu de calcul

3.2.4. Consumuri energetice pentru stocarea căldurii/frigului

3.2.4.1. Generalități, metode de calcul

3.2.4.2. Date de intrare

3.2.4.3. Metoda de calcul orar; procedură de calcul, mărimi de ieșire

3.2.4.4. Metoda de calcul lunar

3.2.4.5. Exemplu de calcul (la paragrafele 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3.)

3.2.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de climatizare de tip aer – apă sau aer- refrigerent

3.2.5.1. Tipuri de sisteme

3.2.5.2.Date de intrare

3.2.5.3. Calculul mărimilor de ieșire

3.2.6. Generarea frigului

3.2.6.1 Introducere

3.2.6.2.Date de intrare

3.2.6.3. Calculul mărimilor de ieșire ale metodei

3.2.6.4. Exemple de calcul

3.2.7. Sinteză a calculului energetic al sistemelor de încălzire, răcire, ventilare și climatizare

3.3. Instalații pentru apa caldă de consum

3.3.1 Obiect și domeniu de aplicare

3.3.2 Clasificarea instalațiilor (sistemelor) de apă caldă de consum

3.3.2.1 Definierea sub-sistemelor aferente instalației (sistemului) de apă caldă de consum

3.3.2.2 Schemele de preparare a apei calde de consum adoptate

3.3.2.3 Zonarea instalațiilor/sistemelor de apă caldă de consum

3.3.3 Consumul de energie pentru instalațiile de apă caldă de consum (denumit sistem)

3.3.4 Perioadele de calcul

3.3.5 Temperaturi specifice sistemului de apă caldă de consum

3.3.6 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum furnizată utilizatorului, $Q_{w,nd}$

3.3.6.1 Volumul necesar de apă caldă de consum $V_{W,day}$ calculat cu debite specifice [e.g. l/om, zi, l/unitate consum, zi] și număr de consumatori

3.3.6.2 Necesarul de apă caldă de consum aferente persoanelor în clădiri de locuit, $V_{W,day}$ determinat în funcție de aria locuibilă A_h

3.3.7 Metoda de calcul a consumurilor de energie pentru conductele de distribuție a apei calde de consum

3.3.7.1 Calculul pierderilor termice și a energiei auxiliare aferente sub-sistemului de distribuție a apei calde de consum

3.3.7.2 Determinarea pierderilor termice ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,ls,total}$

3.3.7.3 Determinarea pierderilor termice recuperabile ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,rbl}$

3.3.7.4 Calculul consumului de energie auxiliară al sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum

3.3.8 Pierderi termice aferente rezervoarelor de acumulare din sistemul de apă caldă de consum

ANEXA 3.3.A Exemplu de calcul - Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum livrată la consumator, $Q_{W,nd}$

ANEXA 3.3.B Determinarea pierderilor termice aferente conductelor de distribuție

3.4. Instalații pentru iluminatul artificial; cuplarea cu iluminatul natural

3.4.1. Informații generale; alte referințe tehnice aplicabile

3.4.2.Metode de calcul al indicatorului LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) totale a unei clădiri/zone dintr-o clădire.

3.4.2.1. Metoda complexă de calcul

3.4.2.2.Metoda simplificată de calcul

CAPITOLUL 4. EVALUAREA CONSUMURILOR DE ENERGIE PENTRU SISTEME DE INSTALAȚII UTILIZÂND SURSE REGENERABILE

4.1. Pompe de căldură

4.1.1. Generalități

4.1.2. Mod de calcul (metoda orară)

4.1.2.1. Date de intrare

4.1.2.2. Matricea de stabilire a COP și puterea la sarcină totală

4.1.2.3. Calculul fluxurilor de energie la sarcină parțială

4.1.2.4. Încălzitorul de rezervă

4.1.2.5. Rezultate

4.1.3. Mod de calcul (metoda lunară/anuală)

4.2. Sisteme solare termice

4.2.1. Domeniu de aplicare

4.2.2. Descrierea metodei

4.2.3. Metoda lunară

4.2.4. Exemple de calcul pentru metoda lunară

4.3. Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a sistemelor de cogenerare

4.3.1. Obiective și domenii de aplicare

4.3.2. Principiul metodelor de calcul

4.3.2.1. Date de ieșire relevante pentru evidențierea performanței energetice

4.3.2.2. Date de intrare

4.3.2.3. Pasul de timp

4.3.2.4. Procedura de calcul

4.3.3. Calculul energiei primare în cazul unităților de cogenerare

ANEXA 4.3.A – Schema de calcul pentru utilizarea unităților de cogenerare

ANEXA 4.3.B Exemplu de calcul pentru cazul aplicării unui sistem cu unitate de cogenerare

Tabelul B.1 — Date de intrare

Tabelul B.2 — Exemplu de calcul

ANEXA 4.3.C Exemplu de date pentru instalațiile de cogenerare

4.4. Sisteme urbane pentru încălzire/răcire

4.4.1. Obiective și domeniu de aplicare

4.4.2. Principiul metodei de calcul

4.4.2.1. Date de ieșire relevante pentru evidențierea performanței energetice

4.4.2.2. Date de intrare

4.4.2.3. Pasul de timp

4.4.2.4. Procedura de calcul

4.4.3. Calculul indicatorilor sursei de energie

4.5. Panouri fotovoltaice

4.5.1. Descrierea metodei de calcul

4.5.2. Metoda lunară

4.5.3. Exemplu de calcul

CAPITOLUL 5. CERTIFICATUL DE PERFORMANȚA ENERGETICA

5.1. Tipuri de certificate energetice și conținutul acestora, inclusiv anexele tehnice

5.1.1. Detalierea conținutului CPE (pagina 1); date privind evaluarea performanței energetice a clădirii

5.1.2. Recomandări de reducere a consumurilor de energie ale clădirii (Anexa 1 la CPE)

5.1.3. Date tehnice privind evaluarea performanței energetice a clădirii/obiectului evaluat (Anexa 2-anexa tehnică a CPE) – cazul clădirilor/unităților de clădiri

5.1.4. Date tehnice privind evaluarea performanței energetice a clădirii/obiectului evaluat (certificat Anexa 2: Anexa tehnică a CPE) – cazul apartamentelor

5.2. Clădirea de referință

5.3. Clase energetice aferente diverselor categorii de clădiri/unități de clădire

5.4. Evaluarea consumului de energie primară și a emisiilor de CO₂ echivalent

5.4.1. Performanța energetică a clădirilor

5.4.2. Evaluarea globală a performanței energetice a clădirilor

5.4.3. Calculul performanței energetice și a bilanțului energetic

CAPITOLUL 6. AUDITUL ENERGETIC

6.1. Obiective si domeniu de aplicare

6.2. Evaluarea performanțelor energetice a clădirii în condiții normale de utilizare, pe baza caracteristicilor reale ale construcției

6.2.1. Investigarea preliminară a clădirilor

6.2.2. Evaluarea stării actuale a clădirii prin comparație cu soluția de proiect (conform cartii tehnice a clădirii)

6.3. Determinarea performanțelor energetice și a consumului anual de energie al clădirii pentru încălzirea spațiilor, apă caldă de consum, ventilare/climatizare și iluminat

6.4. Identificarea măsurilor de reabilitare/modernizare energetică, propunerea unor pachete de soluții de reabilitare și analiza eficienței economice a acestora

6.4.1. Soluții tehnice cadru recomandate pentru renovarea sau modernizarea energetică a clădirilor existente

6.4.1.1. Intervențiile asupra clădirii

6.4.1.2. Intervențiile asupra instalațiilor de încălzire și apă caldă de consum aferente clădirii

6.4.1.3. Intervențiile asupra instalațiilor de ventilare/ climatizare

6.4.1.4. Intervențiile asupra instalațiilor de iluminat

6.4.2. Particularități ale măsurilor de reabilitare/modernizare energetică pentru clădiri din sectorul terțiar

6.4.3. Lucrări conexe recomandate în vederea aplicării soluțiilor de reabilitare/modernizare energetică a clădirilor de locuit racordate la sistem centralizat de alimentare cu căldură

6.4.4. Lucrări conexe recomandate în vederea utilizării eficiente a energiei la clădirile de locuit individuale sau înșiruite dotate cu sursă proprie de căldură

6.4.5. Soluții tehnice de principiu pentru reducerea consumurilor energetice în clădiri în perioada sezonului cald care pot fi aplicate atât la clădirile noi cât și la cele existente

6.5. Indicatori de eficiența economică utilizați în auditul energetic și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse

6.6. Influența intervențiilor asupra consumului energetic al clădirii. Analiza eficienței economice a soluțiilor tehnice de creștere a performanței energetice

6.7. Raportul și întocmirea dosarului de audit energetic

ANEXA 6.1. Fișă de analiză termică și energetică (model)

ANEXA 6.2. Lista soluțiilor tehnice pentru reabilitare/modernizarea energetică a clădirilor de locuit alimentate centralizat (de la termoficare)- informativ

ANEXA 6.3. Lista soluțiilor tehnice propuse pentru reabilitare/modernizarea energetică a clădirilor de locuit individuale sau înșiruite dotate cu sursă proprie de căldură - informativ

ANEXE

- A. Procedura de validare a programelor de calculator utilizabile pentru determinarea performanței energetice
- B. Breviar de calcul pentru certificare energetică (exemple)
- C. Breviar de calcul pentru auditare energetică (exemple)
- D. Anexă recapitulativă
- E. Parametri climatici pentru România
- F. Bibliografie

CAPITOLUL 1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Obiect și domeniu de aplicare

Obiectul reglementării Mc001-Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor este multiplu și constă în special în:

- Evaluarea și certificarea performanței energetice a clădirilor pentru diverse categorii de clădiri: clădiri rezidențiale unifamiliale/colective, clădiri de birouri, clădiri de învățământ, spitale/creșe/policlinici, hoteluri și restaurante, clădiri pentru activități sportive și clădiri pentru servicii de comerț en-gros și cu amănuntul, precum și pentru unități de clădire din acestea, noi și existente.
- Auditarea energetică a clădirilor care urmează a fi modernizate din punct de vedere termic/energetic.
- Stabilirea de cerințe minime de performanță pentru elementele de construcții din clădiri, inclusiv din clădirile cu consum de energie aproape egal cu zero.
- Definierea măsurilor uzuale care pot fi aplicate pentru creșterea performanței energetice a clădirilor/unităților de clădire și stabilirea modului de cuantificare a costurilor asociate acestor măsuri.
- Prezentarea de măsuri/pachete/varianțe de măsuri pentru fiecare dintre diversele categorii de clădiri analizate, care să conducă la realizarea de clădiri al căror consum de energie este aproape egal cu zero.

Domeniul de aplicare al Metodologiei Mc001:

- Evaluarea și certificarea performanței energetice a clădirilor noi și existente, inclusiv pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero,
- analiza termică și energetică, respectiv, întocmirea auditului energetic al clădirilor care urmează a fi modernizate din punct de vedere energetic.

1.2. Terminologie și notații

Terminologia utilizată în această reglementare este comună în cea mai mare parte cu cea utilizată în standardele europene privind performanța energetică a clădirilor (standardele PEC).

1.2.1. Clădire (ca atare)

- **Anvelopa clădirii** - totalitate a elementelor de clădire perimetrice care delimitează spațiul interior al unei clădiri de mediul exterior și de spațiile neîncălzite/neclimatizate sau mai puțin încălzite/climatizate.

- **Arie utilă a pardoselii** - arie utilizată ca parametru, pentru a cuantifica condițiile specifice de exploatare, exprimate pe unitate de arie a pardoselii ca și pentru aplicarea unor simplificări și a regulilor de zonare și (re)alocare. Pentru exprimarea performanței energetice a clădirii sau a unității de clădire, aria utilă este aria de referință a pardoselii tuturor spațiilor încălzite/răcite ale clădirii

sau unității de clădire (incluse în anvelopa termică). Document de referință pentru calculul ariei utile a pardoselii: STAS 4908-85.

- **Categorie de clădire** - clasificare a clădirilor și a unităților de clădire în funcție de destinația lor principală sau a statutului lor special, în scopul de a se permite diferențierea procedurilor de evaluare a performanței energetice și a cerințelor de performanță energetică; *de exemplu*: clădiri protejate oficial datorită arhitecturii lor speciale sau a importanței istorice, clădiri folosite ca lăcașuri de cult, clădiri rezidențiale.

Clădirile sau unitățile de clădire de o anumită categorie, pot conține spații de altă categorie (destinație); *de exemplu* o clădire de hotel poate conține un restaurant, o piscină, etc.

- **Clădire** - ansamblu de spații cu funcțiuni precizate, delimitat de elementele de clădire care alcătuiesc anvelopa clădirii, inclusiv instalațiile aferente, în care energia este utilizată pentru asigurarea confortului interior. Definiția se referă la clădirea privită ca un întreg, sau la părți ale acesteia utilizate separat și care includ spațiile și sistemele (instalațiile) clădirii legate de evaluarea performanței energetice.

- **Clădire existentă** - clădire la care s-a efectuat recepția la terminarea lucrărilor, inclusiv clădirea aflată în exploatare înainte de data intrării în vigoare a Hotărârii Guvernului nr. 273/1994 privind aprobarea Regulamentului de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, cu modificările și completările ulterioare

- **Element de clădire** - componentă a anvelopei clădirii sau un sistem tehnic al clădirii (instalație) cu care aceasta este dotată.

- **In situ / la fața locului** – parte de teren pe care este amplasată clădirea, împrejurimile și clădirea propriu-zisă. Noțiunea definește relația dintre sursa de energie (amplasare și interacțiune) și clădire.

- **Obiect evaluat** - clădire, parte a unei clădiri sau grup de clădiri care fac obiectul evaluării performanței energetice. Obiectul evaluat cuprinde toate spațiile și instalațiile aferente care contribuie la realizarea performanței energetice sau care influențează evaluarea acesteia.

- **Sistem tehnic al clădirii** - ansamblul echipamentelor tehnice ale unei clădiri/unități de clădire, destinate pentru o utilitate a clădirii: încălzire, răcire, ventilare, climatizare, apă caldă de consum, iluminat sau pentru o combinație a acestora

- **Spațiu climatizat** - spațiu încălzit, răcit, umidificat sau dezumidificat după caz, până la valori prestabilite ale parametrilor interiori, cu scopul asigurării condițiilor de confort termic

- **Spațiu elementar** - o parte a unei încăperi, o încăpere sau un grup de încăperi adiacente care aparțin unei zone termice și unei zone deservite de instalații pentru fiecare utilitate.

- **Unitate de clădire** - o zonă/o parte a unei clădiri, un etaj sau un apartament dintr-o clădire, care este concepută sau modificată pentru a fi utilizată separat; *de exemplu*: un magazin dintr-

un complex comercial, un apartament dintr-un bloc de locuințe sau o zonă de birouri de închiriat dintr-o clădire de birouri.

- **Zonă termică a clădirii** – parte a clădirii cu condiții suficient de uniforme ale mediului interior (temperatură, radiație solară, aporturi interne) pentru a permite calculul unui bilanț termic, conform procedurilor din standardele PEC

- **Zonă deservită de un sistem tehnic** - parte a clădirii care constă dintr-un ansamblu de spații elementare care prezintă un necesar de calcul uniform, sau care sunt deservite de o anumită parte a unui sistem tehnic (de încălzire, climatizare, apă caldă de consum, iluminat).

Observație: pentru specificarea zonelor termice și a zonelor deservite de un sistem tehnic se utilizează spațiul elementar; acesta nu poate aparține parțial unei zone termice și parțial unei alte zone termice; sau parțial unei zone deservite de o instalație și parțial unei alte zone deservite de o instalație.

1.2.2. Condiții interioare și exterioare

- **Condiții de exploatare** – cerințe/restricții legate de utilități, pentru utilizarea unei categorii de spațiu, pentru evaluarea performanței energetice și/sau a condițiilor interioare; *de exemplu:* temperatura convențională interioară de încălzire/răcire, debitul minim de aer de ventilare, necesarul de apă caldă de consum (pe unitate de mărime de referință, adică de arie de referință a clădirii sau a unității de clădire), nivelul de iluminat, aporturile interne de căldură etc., care include variația în timp.

- **Intensitate a radiației solare** - raport dintre fluxul solar radiant incident pe o suprafață și aria suprafeței respective, în unitatea de timp și de arie a suprafeței respective

- **Iradiație solară** - energie incidentă pe unitatea de arie a unei suprafețe, rezultată din integrarea intensității radiației solare într-un interval de timp, (o oră sau o zi)

- **Temperatură exterioară** - temperatură a aerului exterior clădirii

- **Temperatură interioară** - medie aritmetică a temperaturii aerului și a temperaturii medii de radiație în centrul unei zone sau al unui spațiu (expresie simplificată pentru temperatura operativă); nu trebuie identificată cu temperatura aerului interior

1.2.3. Procese și sisteme tehnice (instalații aferente clădirii)

- **Automatizare și reglare (control) al instalațiilor clădirii** - echipamente, programe informatice și servicii tehnice pentru reglare automată, monitorizare, optimizare și gestionare eficientă și în condiții de siguranță a funcționării instalațiilor

- **Climatizare** - proces de tratare a aerului, simplu sau complex, prin care se controlează temperatura (creștere și scădere a acesteia), și după caz, umiditatea, puritatea (prin filtrare) și calitatea acestuia (prin reglarea debitului de aer proaspăt)

- **Cogenerare/producere combinată de electricitate și căldură** – proces de generare simultană a energiei termice și a energiei electrice sau mecanice
- **Dezumidificare** - proces de eliminare a vaporilor de apă din aer
- **Durata sezonului** de încălzire, de răcire și de umidificare (dezumidificare) - timp de funcționare al sistemelor tehnice respective
- **Iluminat** - proces de furnizare a luminii necesare
- **Încălzire a spațiilor** - proces de furnizare a căldurii în spațiul unei clădiri în scopul obținerii și menținerii unei temperaturi minime date a spațiului
- **Sistem tehnic al clădirii/instalație** - sistem de echipamente tehnice care asigură una sau mai multe utilități ale clădirii: încălzire, răcire, ventilare, climatizare, prepararea apei calde de consum, iluminat, automatizare și control precum și producerea energiei electrice (prin cogenerare, fotovoltaic)

1.2.4. Energie

- **Agent energetic** - substanță sau fenomen utilizată/utilizat pentru a produce lucru mecanic sau căldură, sau pentru a realiza procese chimice sau fizice generatoare de energie
- **Contur pentru evaluare** - contur în funcție de care sunt calculate sau măsurate energia primită și energia furnizată în exterior
- **Energia primită din exterior** - energie, furnizată de un agent energetic, instalațiilor aferente clădirii prin conturul de evaluare, pentru a se asigura utilitățile considerate (necesarul de energie) sau pentru a se produce energia furnizată în exterior (exportată)
- **Energie din surse neregenerabile** - energia dintr-o sursă care se epuizează prin exploatare. *de exemplu: energia obținută din combustibili fosili*
- **Energie din surse regenerabile** – energie provenită din surse nefosile, ca de exemplu energia vântului, solară, aerotermală, geotermală, hidrotermală și energia oceanică, hidroenergia, biomasa, gazul din deșeuri, gazele obținute prin tratarea apelor uzate și biogazul
- **Necesar de energie pentru apă caldă de consum** - căldură care trebuie furnizată cantității necesare de apă caldă de consum pentru a fi încălzită de la temperatura din rețeaua de apă rece până la temperatura de furnizare prefixată la livrare, fără pierderile termice ale instalației de preparare a apei calde de consum
- **Necesar de energie pentru încălzire sau răcire** - căldură care trebuie furnizată sau extrasă dintr-un spațiu climatizat pentru a se menține condițiile de temperatură dorite pe durata unei anumite perioade de timp
- **Perimetru** – lungimea curbei închise a conturului pentru evaluare

-
- **Sursă de energie** - sursă din care poate fi extrasă sau recuperată energia utilizabilă, fie direct, fie prin intermediul unui proces de conversie sau transformare . Sursa poate fi regenerabilă sau neregenerabilă. *De exemplu:* rezervele naturale de petrol, gaze, cărbuni, soarele, vântul, pământul (energia geotermală), oceanul (energia valurilor), pădurile etc.
 - **Energie primară** - energia care nu a fost supusă nici unui proces de conversie sau de transformare. Energia primară include energie primară din sursele neregenerabile și din sursele regenerabile.

 - **Energie totală** - energia din surse regenerabile și neregenerabile

1.2.5. Performanță energetică

- **Audit energetic al clădirii** - totalitate a activităților specifice prin care se obțin date corespunzătoare despre profilul consumului energetic existent al unei clădiri/unități de clădire și, după caz, de identificare și de cuantificare a oportunităților rentabile de economisire a energiei prin identificarea soluțiilor de creștere a performanței energetice, de cuantificare a economiilor de energie și de evaluare a eficienței economice a soluțiilor propuse cu estimarea costurilor și a duratei de recuperare a investiției, precum și de elaborare a raportului de audit energetic.

- **Certificat de performanță energetică** - document care indică performanța energetică calculată a obiectului evaluat (clădire, unitate de clădire). Documentul trebuie elaborat conform metodologiei de calcul al performanței energetice a clădirilor și cuprinde date cu privire la consumurile de energie primară și finală, inclusiv din surse regenerabile de energie, precum și cantitatea de emisii în echivalent CO₂. Pentru clădirile existente, certificatul cuprinde și măsuri recomandate pentru reducerea consumurilor energetice și pentru creșterea ponderii utilizării surselor regenerabile de energie în consumul total.

- **Clădire al cărei consum de energie este aproape egal cu zero nZEB** - clădire cu o performanță energetică foarte ridicată, la care consumul de energie este aproape egal cu zero sau este foarte scăzut și este acoperit, în proporție de minimum 30% din surse regenerabile, care poate fi produsă inclusiv la fața locului sau în apropiere.

- **Factor de emisii de CO₂** - cantitatea de CO₂ emisă în timpul desfășurării unei activități, cum ar fi arderea unui combustibil; poate include emisiile echivalente în CO₂ ale altor gaze cu efect de seră.

- **Factor de energie primară din sursă regenerabilă** - energia din surse regenerabile, asociată unui agent energetic dat, aflat la distanță sau în apropiere, incluzând energia consumată de clădire (energia finală) și energia suplimentară consumată până la punctele de consum, împărțită la energia totală furnizată clădirii.

- **Indicator de performanță energetică/indicator PEC** - mărime calculată sau măsurată, care definește o caracteristică energetică a unui obiect evaluat; indicatorii PEC sunt utilizați pentru clasificarea performanței energetice, pentru cerințele de performanță energetică și/sau pentru certificatul energetic. Un indicator PEC se poate referi atât la performanța energetică globală (pentru toate utilitățile) cât și la performanța energetică parțială (pentru o anumită utilitate).

- **Performanța energetică a clădirii** - energia efectiv consumată sau estimată pentru a răspunde necesităților de utilizarea normală a clădirii, care includ în principal: încălzirea, prepararea apei calde de consum, răcirea, ventilarea și iluminatul. Performanța energetică a clădirii se determină conform unei metodologii de calcul și se exprimă prin unul sau mai mulți indicatori numerici care se calculează luându-se în considerare izolația termică, caracteristicile tehnice ale clădirii și instalațiilor, factorii climatici exteriori, condițiile interioare de confort, sursele proprii de producere a energiei, alți factori care influențează necesarul de energie

- **Performanță energetică după execuție** - performanță energetică calculată cu date ale clădirii după finalizarea procesului de construire (înainte sau după începerea exploatarei) și cu date reglementare pentru modul de utilizare. Aceasta reprezintă consumul anual de energie al unei clădiri construite, calculat în condiții standard de utilizare și este utilizat pentru certificatul de performanță energetică și pentru verificarea conformității cu cerințele reglementare.

- **Performanță energetică/performanță energetică globală a unui obiect evaluat** - cantitate de energie calculată sau măsurată pentru a se acoperi necesarul de energie pentru folosirea specifică a obiectului evaluat, care include cantitatea de energie utilizată pentru anumite utilități. *Observație* : metodologia românească pentru determinarea performanței energetice a adoptat varianta calculată.

- **Raport de audit energetic** - document elaborat în urma desfășurării activității de auditare energetică a clădirii, care conține descrierea modului în care a fost efectuat auditul energetic, a principalelor caracteristici termice și energetice ale clădirii/unității de clădire și, acolo unde este cazul, a măsurilor propuse pentru creșterea performanței energetice a clădirii/unității de clădire și instalațiilor interioare aferente acestora, precum și a principalelor concluzii referitoare la eficiența economică a aplicării măsurilor propuse și durata de recuperare a investiției.

- **Valoare de referință** - valoarea reglementată sau calculată cu care se compară un indicator energetic; aceasta poate să fie fixă pentru anumite tipuri de clădiri sau pentru anumite caracteristici energetice, sau poate fi variabilă.

1.2.6. Calcul energetic

- **Aport de căldură** - căldură generată în interiorul spațiului climatizat sau care intră în spațiul climatizat din surse de căldură altele decât cele utilizate în mod intenționat pentru încălzirea, răcirea sau prepararea apei calde de consum.

- **Aporturi solare de căldură** - căldura furnizată de radiația solară care pătrunde în clădire, direct sau indirect (după absorbția în elementele de clădire), prin elemente de clădire transparente sau opace sau sisteme solare pasive.

- **Aporturi utile de căldură** - partea din aporturile termice interne și solare de căldură care contribuie la reducerea necesarului de căldură pentru încălzire

- **Bin** - clasă de temperatură statistică (sau interval de clasă) pentru temperatura aerului exterior, cu limitele exprimate într-o unitate de măsură a temperaturii; binul include de obicei intervale de timp neconsecutive cu aceleași condiții de temperatură.

- **Coeficient de performanță COP** - eficiența energetică a unui echipament pentru producerea căldurii, definit ca raport între puterea de încălzire livrată și puterea electrică absorbit efectiv de echipament.

- **Domeniu de funcționare** - domeniu cuprins între limitele superioară și inferioară ale utilizării (*de exemplu*, temperaturile, umiditatea aerului, tensiunea) în care un echipament, este considerată adecvată pentru utilizare și are caracteristicile publicate de producător.

- **EER** - eficiența energetică a unui echipament care produce frig, definit ca raport între puterea absorbită de evaporator și energia consumată de compresor; reprezintă performanța energetică a pompei de căldură care funcționează în regim de răcire

- **Perioadă de evaluare** - perioadă de timp în care este evaluată performanța energetică; este de obicei un an - nu trebuie să aibă aceeași valoare ca perioada de calcul sau intervalul de calcul.

- **Perioadă/sezon de încălzire sau răcire** - perioadă a anului pentru care este necesară o cantitate semnificativă de energie pentru încălzire sau răcire; sunt utilizate pentru a se determina perioadele de funcționare a instalațiilor respective

- **Pompă de căldură combinată** – echipament tehnic care furnizează energie pentru două sisteme tehnice diferite ale unei/unor clădiri sau unitate/unități de clădire ca de exemplu sistemul de încălzire și sistemul de apă caldă de consum, în funcționare alternativă sau simultană

- **Pompă de căldură** - echipament care preia căldura dintr-un mediu la o anumită temperatură mai scăzută și o transferă unui mediu la o temperatură mai ridicată; poate funcționa în regim de încălzire (când furnizează căldură) sau în regim de răcire (în cazul pompelor reversibile).

- **Pierderi termice ale instalației** – disipări de căldură ale unei instalații a clădirii, care nu contribuie la energia utilă/netă furnizată de instalație; acestea pot să fie nerecuperabile, recuperabile sau recuperate .

- **Putere absorbită efectiv** - puterea electrică medie absorbită de unitatea de pompă de căldură într-un interval de timp dat, care include: puterea de intrare pentru funcționarea compresorului (sau a arzătorului și orice altă sursă de energie pentru dezghețare), puterea de intrare pentru dispozitivele de control și siguranță și puterea dispozitivelor care asigură vehicularea agentului termic.

1.2.7. Simboluri și indici

În tabelul 1.1 sunt prezentate simbolurile iar în tabelul 1.2 sunt explicați indicii folosiți în metodologia de față. Datorită folosirii unor notații specifice pentru capitolul 4, acestea sunt explicate la începutul aceluși capitol.

Tabel 1.1. Simboluri

Simbol	Denumire mărime		Unitate de măsură	Capitole
<i>A</i>	arie		m ²	2,3,4,5,6
<i>a,b,c</i>	parametri de calcul		-	3
<i>A_{panou}</i>	suprafață echivalentă de captare a panoului, m ² ;			4
<i>asol</i>	coeficient de absorbție solară		—	2
<i>A_{tot}</i>	aria totală a captatoarelor solare utilizate în sistem		m ²	4
<i>b</i>	factor de corecție pentru coeficientul de transfer termic/factor de reducere a temperaturii		—	2,5,6
<i>B</i>	dimensiune caracteristică a planșului, lățime		m	2
<i>b</i>	lățime, perpendicular pe direcția fluxului termic		m	2
<i>B'</i>	parametru geometric al plăcii planșului		m	3
<i>C</i>	capacitate termică		J/K	2,5,6
<i>c</i>	capacitate termică masică		J/(kg·K)	2,3,5,6
<i>C</i>	capacitate de acumulare termică		Wh/K	3
<i>c</i>	capacitate volumică de acumulare termică		Wh/(m ³ ·K)	3
<i>C</i>	cost		€ b	4
<i>c</i>	concentrație		mg×m ⁻³	4
<i>CG</i>	cost global		€	5,6
<i>CHR</i>	pondere a căldurii cogenerate		-	4
<i>CO</i>	costuri		€	5,6
<i>cp</i>	căldură specifică masică a aerului la presiune constantă		Wh/(kg·K), J×kg ⁻¹ ×K ⁻¹	2,3,4
<i>D</i>	adâncime, diametru		m	2, 5,6
<i>d</i>	distanță, grosime, grosime totală echivalentă, adâncime, paralel cu direcția fluxului termic		m	2,3,5,6
<i>D</i>	zi		zile/lună	3
<i>d</i>	diametru		m	4
<i>D_f</i>	factor de reducere		-	5,6
<i>D_p</i>	diferență de presiune		Pa	4
<i>D_{q a}</i>	diferență de temperatură		K	4
<i>E</i>	emisivitate între suprafețe		—	2
<i>e</i>	coeficient de performanță		%	4
<i>E</i>	consum de energie		J, (kW·h)	4,5,6
<i>ε</i>	factor de cheltuieli		—	5,6
<i>EATR</i>	raport de transfer de aer evacuat		%	4
<i>EER</i>	randament energetic pentru producerea frigului		%	2,4
<i>E_{inc,i}</i>	energie totală incidentă în luna de calcul <i>i</i>		kWh	4
<i>E_{l,i}</i>	energie obținută în luna de calcul <i>i</i>		kWh	4
<i>Ep</i>	utilizare a energiei primare specifică ventilării		W h m ⁻³ h a ⁻¹	4
<i>EP</i>	indicator de performanță energetică, indicator energetic		kW·h/(m ² ·a), d	5,6
<i>ES</i>	flux al radiației solare incidente, iradiație solară		W/m ²	2
<i>Et; Es</i>	eficiență a filtrului (totală, pe treaptă)		%	4
<i>ev</i>	eficiență a ventilării		%	4
<i>f</i>	factor de temperatură al suprafeței interioare, factor de amortizare		—	2
<i>F</i>	sarcină de încălzire sau de răcire		W	4

Simbol	Denumire mărime		Unitate de măsură	Capitole
f	scurgere specifică		$m^3 \times s^{-1} \times m^{-2}$	4
f	factor (de exemplu factor de energie primară, ...)		— d	5,6
F sau f	factor, fracție		—, %	2,3,4
f_{cap}	factor de corecție al intensității globale a radiației solare datorat unghiului de înclinare al captatorilor solari și unghiului de deviație de la orientarea sud al captatorilor solari		-	4
fP	factor de energie primară		—	4
fpv	factor de actualizare		—	4
Ft	raport de temperatură		—	4
G	debit de umiditate		kg/s	2
g	factor de transmisie a energiei solare totale (factor solar)		—	2
G	gradient vertical de temperatură		K/m	3
Gw	factor de corecție pentru apa subterană		-	3
H	coeficient de transfer termic		W/K	2,3,5,6
h	căldură latentă		kJ/kg	2,3
h	coeficient de transfer termic superficial		W/(m ² ·K)	2,5,6
h	eficiență		%	4
H, h	înălțime		m	2,3,4
$Hsol$	radiație solară (cumulată, lunară)		kWh/m ²	2
I	investiție inițială		€ b	4
I	intensitate a radiației solare		W/m ²	5,6
Icl	izolație termică a îmbrăcăminții		clo	4
INT	rată a dobânzii		%	5,6
k	parametru de calcul (factor)		-	3
k	treaptă de sarcină parțială		-; %	4
k	coeficient		-; %	5,6
K	coeficient de emisii de CO ₂		kg/(kW·h)	5,6
k_{pk}	factor de putere de varf		-	4
L	coeficient de cuplaj termic		W/(m·K)	2
l	Lungime (a unei punți termice liniare)		m	3
l	Lungime a conductelor		m	3
L, l	lungime		m	2,4,5,6
$L2D$	coeficient de cuplaj termic în calculul bidimensional		W/(m·K)	2
$L3D$	coeficient de cuplaj termic în calculul tridimensional		W/K	2
Lmn	conductanță termică periodică		W/K	2
LR	raport de sarcină parțială		-	3
LS	durată de viață, ciclul de viață sau durată de proiectare		An - a	5,6
m	numărul lunii (m = 1 pentru ianuarie la m = 12 pentru decembrie)		—	2
M	nivel metabolic (activitate)		met	4
m	masă (de exemplu cantitatea de emisii de CO ₂)		kg	5,6
N	număr de elemente (număr întreg)		—	2,3,5,6
n	număr de schimburi de aer		h ⁻¹	2,3,5,6
n	durată de viață		ani	4
n	număr de rotații		min ⁻¹	4
$n1...3$	parametri de calcul (exponent)		-	3
$nTap$	profil de consum		1/h	3

Simbol	Denumire mărime		Unitate de măsură	Capitole
<i>O</i>	ocupare		persoane	5,6
<i>OACF</i>	factor de corecție a aerului exterior		—	4
<i>P</i>	perimetru		m	2,3
<i>P</i>	putere		W	4,5,6
<i>p</i>	presiune		Pa	4,5,6
<i>p</i>	putere specifică		kW/kW	4
<i>PB</i>	periodă de recuperare a investiției		An - a	5,6
<i>PEC</i>	performanță energetică a clădirilor		-	
<i>PSFP</i>	putere specifică a ventilatorului		W×m-3×s	4
<i>PV</i>	valoare actualizată		€ b	4
<i>PVAL</i>	valoare actuală		€	5,6
<i>PVAL_f</i>	factor de actualizare		-	5,6
<i>Q</i>	cantitate de căldură, energie		kWha	2,3,4,5,6
<i>q</i>	densitate de flux termic		W/m2	2,5,6
<i>q</i>	permeabilitate specifică la aer a anvelopei clădirii		m3/(m2·h)	3
<i>q(v)</i>	debit de aer volumic		m3/h	3
<i>q, qv</i>	debit volumic de aer		m3/h	2,5,6
<i>q´</i>	pierdere termice pe unitatea de lungime a conductei		W/m	3
<i>qm</i>	debit masic		kg×s-1	4
<i>qv</i>	debit volumic		m3×s-1	4
<i>R</i>	rezistență termică		m2·K/W	2,3,5,6
<i>r</i>	distanță		m	2
<i>r</i>	rată a dobânzii		%	4
<i>r</i>	căldură latentă de evaporare a apei		kWh/kg	4
<i>RAT</i>	rată, rată a dobânzii, rată de actualizare, rată de evoluție a prețurilor		%	5,6
<i>RER</i>	contribuția energiei din surse regenerabile		—	5,6
<i>RF</i>	factor de radiație		—	3
<i>S</i>	spațiu, spațiu elementar		-	2
<i>s</i>	lățime a unui spațiu		m	2
<i>S</i>	dimensiune		—	5,6
<i>SA</i>	zonă deservită (de sistem)		—	5,6
<i>Sc</i>	suprafața totală a captatoarelor solare utilizate de sistem		m ²	4
<i>T</i>	temperatură termodinamică		K	2,3,5,6
<i>T</i>	supra temperatură cumulată sau sub temperatură cumulată		K·h	2
<i>t</i>	timp		s sau h	2,5,6
<i>T</i>	periodă de variație		s	2
<i>t</i>	o perioadă de timp sau un pas de timp		min, oră,an	3,5,6
<i>t_{eq}</i>	Diferență de timp între timpul solar aparent și timpul solar mediu (formula de timp)		h	3
<i>t_r</i>	temperatura apei reci		°C	4
<i>tTC</i>	periodă de calcul		An	5,6
<i>U</i>	transmitanța termică		W/(m2·K)	2,3,5,6
<i>U</i>	transmitanță termică (liniară) a conductelor		W/mK	3
<i>V</i>	volum		m3	2,3,4,5,6
<i>v</i>	exponent de presiune pentru pierderile de aer		-	3
<i>v</i>	viteză		m/s	3,4
<i>VAL</i>	valoare		€	5,6

Simbol	Denumire mărime		Unitate de măsură	Capitole
v_{SUP}	volum specific al aerului de introducere		m ³ /kg de aer uscat	4
w	factor de pondere		-	2
w	grosime a peretelui		m	2
w	energie auxiliară		kWh	4
W, w	lățime, lățime (parțială)		m	2
WHR	pondere a căldurii reziduale		-	4
x	conținut de umiditate		kg/kg aer uscat	2,4
x	distanță în interiorul elementului		m	2
x	cantitate relativă de apă extrasă într-o anumită perioadă de timp		-	3
X	fracție din volum		%	5,6
X, Y	orice proprietate, sistem, ...		-	5,6
Y_{mm}	admitanță termică		W/(m ² ·K)	2
Y_{mn}	transmitanță termică periodică		W/(m ² ·K)	2
Z	parametru de transmisie termică pentru pereți captatori solari		W/(m ² ·K)	2
Z	zonă		—	2,5,6
z	adâncime, adâncimea plăcii planșeului sub nivelul solului		m	2,3
Z	factor de pierdere de sarcină		—	2
z	coordonată verticală		m	2
Z	matrice de transfer de la un mediu la altul		—	2
α	factor de absorbție		—	2
α	coeficient de transfer termic		W/(m ² K)	3
α	factor de repartizare		-	4
α_e	factor de absorbție solară directă		—	2
α_{sol}	unghi de înălțime solară		°	2
β	unghi de inclinare		°	2
β	Sarcină parțială medie raportată la un pas de timp		-	3
β	factor de sarcină		-	3
γ	unghi de azimut		°	2
γ	raport de bilanț termic		—	2
δ	declinație (solară)		°	2
δ	adâncime de penetrare periodică		m	2
Δ	delta (diferență), prefix care se combină cu simboluri		diverse	3, 5,6
ε	emisivitate		—	2
ε	Factor de consum energetic		-	3
ε	randament		-	3
ε	Eficiența a recuperării de căldură		—	4
ε_{PV}	eficiența captatorului fotovoltaic		-	4
ζ	raport de căldură		—	4
η	randament, factor de utilizare		—	2,3,5,6
η_{inv}	randamentul invertorului		-	4
η_t	randamentul captatorului în funcție de temperatura din anexa națională, valori informative în anexa A2		-	4
θ	temperatură		°C	2,3,5,6
κ	capacitate termică a suprafeței		J/(m ² ·K)	2
λ	conductivitate termică		W/(m·K)	2,3

Simbol	Denumire mărime		Unitate de măsură	Capitole
λ	lungime de undă		μm	2
v	umiditate volumică		kg/m^3	2
ξ	raport între grosimea stratului și adâncimea de penetrare		—	2
ρ	densitate (masa volumică)		$\text{kg}/\text{m}^3, \text{kg}/\text{l}$	2,3,5,6
ρ	factor de reflexie a feței orientate către radiația incidentă		—	2
ρ'	factor de reflexie a feței opuse radiației incidente		—	2
σ	raport între putere electrică și căldură		-	4
τ	constantă de timp		s,h	2,3,5,6
φ	umiditate relativă		%	2,5,6
φ	latitudine		°	2
Φ	flux termic, sarcină termică, putere termică		W	2,3,5,6
φ	Putere termică specifică		W/m^2	3
φ, ψ	diferențe de fază/transmitanța termică liniară a punții termice		$\text{rad}/\text{W}/\text{m}$	2
φ_{sol}	unghi de azimut solar		°	2

Tabel 1.2.Indici

Indice	Termen	Capitol
a	aer	2,3,4,5,6
A	aparate ^a	2
a	adiacent	2
a	absorbit	2
a	ambient	3
A	debit extras	3
A	alte aparate ^a	5,6
abs	răcitor cu absorbție	4
ac	răcire ambientă	4
add	suplimentar	3
adj	potrivit/corectat	2
ahu, AHU	unitate de tratare a aerului	2,4
air	aer	2,3
al	strat de aer	2
alt	altitudine	2
an	anual	2,5,6
ann	anual	3
Apl	aparate	5,6
ATD	dispozitiv de transfer de aer	3
aux	auxiliar	5,6
avg	medie temporală	5,6
b	subsol, sub nivelul solului; lățime	2
B	jaluzea, stor, dispozitiv de protecție solară	2
b	necesar al clădirii	3
B	clădire	5,6

Indice	Termen	Capitol
BAC	reglare și automatizare clădiri	5,6
BE	indice de numerotare pentru unități de clădire ^a	3
bg	subsol, inclusiv efectul solului	2
BG	clădire	5,6
bin	bin	5,6
biv	bivalent(ă)	3
bm	biomasă	5,6
boost	relansare a încălzirii	3
brm	spațiul în care este instalat cazanul	3
bu	rezervă	3
build	clădire	3
C	răcire	2,5,6
c	structură, element de clădire	2
c	convecție, convectiv, conductiv	2
c	element opac	2
c	componentă	2
c	referitor la apa rece	3
calc	calcul	2,5,6
cch	răcitor cu compresie	4
ce	convectiv exterior (~c;e)	2
cgn	cogenerare	4
CGN_FUEL	tipul de combustibil	4
CGN_NR	numărul generatorului preferențial	4
CGN_TYPE	tipul de aparat	4
CGN_USE	serviciul	4
ch	coș	3
ch	acumulare	3
chp	producere combinată de căldură și energie electrică	4
ci	convectiv interior (~c;i)	2
ci	interval de calcul	3
cm	regim de cogenerare	4
Cnd	condiționat	4
CO ₂	emisii de CO ₂	5,6
coal	cărbune	4
Coil	baterie	4
comb	combustibil	3
Comp	compresor	3
con	convectiv	3
cond	condensare, condensator	3
cont	continuu	2,3
corr	corectat(ă)/corecție	3
cr	agent energetic	5,6
ctr	reglare	5,6

Indice	Termen	Capitol
Ctrl	reglare	4
cu	de la o zonă climatizată la o zonă neclimatizată	2
cvd	acoperit	4
cw	fațadă ușoară	2
cw	perete cortină	2
CW	răcire și preparare a apei calde de consum ^a	5,6
d	direct; ușă	2
D	ușă	2
d	desfășurat	2
d	difuzat	2
D	direct	2
D	(coeficient de) descărcare	3
D	proiectare	3
d, day	pe zi, zilnic	3
day	zilnic	2,5,6
dc	răcire centralizată	5,6
del	furnizat	5,6
des	rețea de distribuție a energiei	4
Des	proiectare	4
design	se referă la o condiție de calcul (de proiectare) sau proprietăți tehnice	3
dgn	proiectare	3
dh	scădere a încălzirii	3
dh	încălzire centralizată	5,6
DHU	dezumidificare	2,5,6
dhum	(instalație de) dezumidificare	5,6
dif	difuz	2,4
dir	direct	2
dir	direcție, orientare	3
dis	distribuție	3,5,6
Disc	reducere	5,6
Disp	eliminare	5,6
distant	la distanță	5,6
draw	extras, referitor la proprietățile apei furnizate la punctul de consum (armătură)	3
dry	gaze uscate	3
du	învechit	3
Du	conductă	4
e	extern, exterior, mediul exterior	2,3,5,6
E	fotovoltaic, vânt	5,6
e,m	exterior mediu (anual)	3
ed	marginie	2
eff	efectiv	2,3
EHA	aer evacuat	4

Indice	Termen	Capitol
el	element	2
el	electric	4
el	electricitate	5,6
em	emisie/emițător	5,6
emb	integrat	3
emt	emițător	3
EN, En	energie	5,6
eng	motor	3
env	anvelopă	3,5,6
EPus	utilitățile clădirii incluse în evaluarea performanței energetice, servicii PEC	5,6
eq	echivalent	2
est	estimat	5,6
ETA	aer extras	4
evap	vaporizator, evaporare	3
exer	exergie	3
exh	extras	3
exp	exportat	5,6
f	planșeu, ramă, cadru (al unei ferestre),	2, 5,6
f	referitor la factorul de amortizare	2
fac	fațadă; perete exterior vertical	3
fan	ventilator	3
fg	placa pe sol a parterului, inclusiv efectul solului	2
fg	produse de ardere	3
Fin	final, rezidual	5,6
fin, finl, finr, fins	ecran (lateral) (stânga, dreapta, amândouă)	2
fl, floor	pardoseală	2,3
fr	cadru	2
g	sol	2, 3
g	strat de aer	2
g	gaz	2, 5,6
gn, gain	aporturi de căldură	2,3,5,6
gb	bară-distanțier	2
gen	generare	5,6
gf	combustibil gazos	4
g, gl	vitraj, element vitrat	2
gr	sol	2
grid	de la rețeaua publică (rețea)	5,6
GW	apă subterană	3
H	încălzire	2,5,6
h	orar	2,3,5,6
Hc	circuit de încălzire	3
HC	încălzire și răcire	5,6

Indice	Termen	Capitol
HCW	încălzire, răcire și preparare a apei calde	5,6
HE	schimbător de căldură	3
hem	emisferic	2
HG	generator de căldură	3
HL	sarcină termică	3
hn	rețeaua de încălzire	4
hr	recuperare de căldură	4
hr	sistem de evacuare a căldurii	4
hru	unitate de recuperare de căldură	2
Hs/Hi	raport putere calorică superioară/putere calorică inferioară	3
ht	transfer termic	2,5,6
HU	umidificare	2,5,6
hu	Preîncălzire	3
Hu	Uman	5,6
hum	(instalație de) umidificare	5,6
HVAC	încălzire, ventilare, climatizare	2
HW	încălzire și preparare a apei calde ^a	5,6
hydr	echilibrare hidraulică	3
i	interior, mediul interior	2
i	inferior (inferioară)	3
<i>i</i>	indice general de numerotare	3
<i>i</i>	ciclu / pas de calcul (un ciclu pentru fiecare minut al perioadei luate în considerare); referitor la elemente cumulate	3
i, j	indici de numerotare pentru spații încălzite; unde (i) este în mod normal utilizat pentru spațiile încălzite analizate și (j) pentru alte spații încălzite în relație cu (i), cum ar fi o încăpere alăturată etc.	3
<i>i,j,k,z</i>	indici	2,5,6
IDA	aer interior	4
ie	de la interior la exterior	2,3
ig	de la spațiul interior considerat (i) spre sol (g)	3
<i>im</i>	intermitent	3
in	aport, intrare	5,6
<i>inc</i>	creștere	3
inf	infiltrație	3
inf-add	infiltrație suplimentară	3
infra	încorporată în infrastructură	4
<i>ini</i>	inițial	3
INIT	inițial	5,6
innr	intern/interior, se referă la dimensiuni interioare	3
ins	izolație	2
int	intern sau interior	2,3,5,6
interm	intermitent	2
Inv	investiție	5,6
iu	între un spațiu climatizat/interior și un spațiu neclimatizat/neîncălzit	2

Indice	Termen	Capitol
ix	de la un spațiu (i) spre un alt spațiu; x fiind substituent pentru e, a, g etc.	3
<i>j</i>	indice de însumare	2
<i>j, k</i>	integral, număr al stratului sau spațiului	2
ju	de la un spațiu (j) spre un spațiu (u) care este considerat ca nefiind încălzit, deși, prin proiectare, (u) poate fi încălzit sau poate conține spații încălzite	3
k	indice de numerotare pentru elemente ale clădirii (pereți, ferestre, tavane, etc.)	3
l	scurgere	2
L	iluminat	2
l	indice de numerotare pentru punți termice liniare	3
<i>l</i>	încărcare	3
L	iluminat	5,6
<i>lag</i>	decalaj (temporal)	3
lat	latent	5,6
LC	ciclu de viață	5,6
ld	sarcină	2
lea	scurgere	4
leak	Scurgeri	3
lf	combustibil lichid	4
lim	limitat, limită	2,3
lr	radiație de lungime mare de undă	2
LRxx	raport de sarcină xx%	3
ls	pierdere	2,5,6
lw	inferior	3
<i>m</i>	număr al lunii, lunar	2,5,6
m	conductanță sau capacitatea raportată la masă	2
m	mijloc (de clădire)	2
m	mediu	2, 3
m	element	2
m	indice de numerotare pentru punți termice punctiforme	3
<i>m, n</i>	indice pentru zonele termice	2
Ma	întreținere	5,6
max	maxim, limită superioară	3, 5,6
meas	măsurat	5,6
mech	mecanic (sistem de ventilare)	3
mig	dispozitiv de generare cu mai multe intrări	4
min	minim, limită inferioară	2
mm, mn	efect pe fața m, determinat de o cauză ce acționează pe fața m respectiv n	2
mn	medie (temporală sau spațială)	2,5,6
mos	sistem cu mai multe ieșiri	4
n	perpendicular pe suprafață	2
n	indice al radiatorului, nominal	3
<i>N</i>	Aria utilă a pardoselii	3

Indice	Termen	Capitol
<i>N,n</i>	Nominal	3,4
nc	Necondiționat	4
ncm	regim de non-cogenerare	4
ncv	putere calorifică inferioară	4
nd	necesar	2, 5,6
nEPus	servicii care nu aparțin de PEC/ care nu au legătură cu sistemele clădirii analizate	5,6
ngen	fără generare	5,6
nlim	nelimitat	2
noc	perioadă de neocupare	2
nom	Nominal	4
nrbl	nerecuperabil	5,6
nrby	în apropiere	5,6
nren	neregenerabil	5,6
nrvd	nerecuperat	5,6
ntdel	net furnizat	5,6
nused	neutilizat (în același interval de calcul)	5,6
nut	neutilizat	5,6
O ₂	oxigen	3
obst	obstacole	2
oc	ocupanți	2
occ	perioadă de ocupare	2
ODA	aer exterior	4
<i>OFF, off</i>	punct de oprire; setare la care senzorul de temperatură oprește generatorul de căldură, oprit	3,5,6
OH	supraîncălzire	2
oil	petrol, păcură	5,6
OL	limită de funcționare	3
<i>ON,on</i>	punct de pornire; setare la care senzorul de temperatură pornește generatorul de căldură (reîncălzirea)	3,5,6
op	opac	2
op	operativă	2
op, Op	operațional (operațională), în funcționare	3,4,5,6
open	deschideri	3
out	producție, ieșire	5,6
ovh	consolă	2
p	proiectat	2
p	presiune constantă	2,3
p	panou (opac)	2
P	energie primară	5,6
P0	la sarcină nulă	3
pa	suprafață elementară/parțială	3
Pdn	la putere de calcul	3
pe	periodic exterior	2
Per,per	periodic, pentru o perioadă de timp	5,6

Indice	Termen	Capitol
pi	periodic intern	2
pilot	lumină de veghe	4
Pint	la sarcină intermediară	3
Pint	la sarcină intermediară	3
pk	vârf	5,6
pl	plan, strat	2
PL	sarcină parțială	4
pmp	pompă	3
Pn	la sarcină nominală	3
Pnren	energie primară din surse neregenerabile	5,6
pol	referitor la politici	5,6
pr	produs	5,6
prio	prioritate	3
proc	procedeu	2
Ptot	energie primară totală	5,6
pv	energie solară (fotovoltaică)	5,6
Px	sarcină reală	3
Q _{w,dis,nom}	pierdere termică aferentă recirculării, între utilizări ale apei calde de consum	3
Q _{w,dis,stub}	pierdere termică aferentă sistemului de distribuție, în timpul utilizării apei calde de consum	3
r	radiație, radiant	2
rad	radiant	3
rbl	recuperabil	5,6
RCA	aer recirculat	4
Re	real	5,6
re, ri	radiativ exterior, interior	2
rec	recuperare de căldură	3
red	reduc	2,5,6
ref	reflectat	2
ref	referință	3,4
Ref	poziție de referință	3
rej	evacuat	4
ren	energie din surse regenerabile	5,6
Rep	reparație	5,6
req	cerut/necesar	4
return	retur	4
roomaut	reglare automată în încăpere	3
rot	rotație	4
Rpl	înlocuire	5,6
RT	retur	3
Run	funcționare	5,6
rvd	recuperat	5,6
s	spațiu (spațiu de aer sau gaz)	2
s	suprafață	2

Indice	Termen	Capitol
s	superior (superioară)	3
S	stocare	3
sat	saturație	3
saX	zonă deservită (X este înlocuitor pentru C, H etc.)	5,6
sb	cutia oblonului	2
sb	scădere	3
sb	rezervă, standby	3
sb	în așteptare/regim stabilizat	4
se	suprafață exterioară	2
seas	sezonier	5,6
sens	sensibil	5,6
sensor	senzor de temperatură al rezervorului de acumulare	3
Ser	serviciu	5,6
set	setat	2
set	fixat	5,6
setb	reduc	3
sewage	nămol de epurare	4
sf	combustibil solid	5,6
sh	reducere a radiației solare, protecție solară	2
shield	protecție	3
sht	umbră, oblon	2
si	suprafață interioară	2
si,se	transmisie termică exterioară sau interioară (de exemplu: aerul interior spre un element de clădire, element de clădire spre aerul exterior)	3
sim	simultan (simultană)	3
sol	solar	2,5,6
sos	sistem cu o singură ieșire	4
sp	spațiu	5,6
spec	specifică	2
ss	subsistem	2
st	stoichiometric	3
st1..stn	de la etapa 1 la etapa n	4
stb	în așteptare	3
stc	spațiu climatizat	2
sto	acumulare	3
sto	stocare	5,6
str	stratificare	3
stub	racorduri deschise	3
sup	alimentare, furnizare	2,3
SUP	aer de introducere	4
sur	mediu înconjurător	4
surf	suprafață	3
sus	suspendat	2

Indice	Termen	Capitol
sys	sistem	2
t	punte termică inclusă (total)	2
t	element transparent	2
T	termic	2,5,6
t	țimp	2
t	pas de timp, un minut; referitor la elementele necumulate	3
TB, tb	punte termică	2,3
techn	tehnic, tehnic necesar sau datorat unor cauze tehnice	3
test	încercare	3
th	termic	2,3,4
tmp	temporar	5,6
tot	total	2,5,6
total	total(e), global(e)	3
tr	transmisie (transfer termic)	2,3,5,6
Tr	transport	5,6
transfer	se referă la debite volumice între încăperi	3
u	necon condiționat/neclimatizat	2
U	se referă la o calitate sau o condiție relativă la transmitanța termică (valoare U)	3
ub	subsolul neîncălzit, inclusiv efectul solului	2
UC	subdimensionarea unui sistem de răcire	2
ue	între un spațiu neclimatizat/neîncălzit și mediul exterior	2,3
UH	subdimensionarea unui sistem de încălzire	2
up	superior	3
upstr	partea de amonte a lanțului	4
us	utilizare	5,6
use	util	2
use	utilă (aria pardoselii)	5,6
used	utilizat în același interval de calcul	5,6
ut	utilizat	5,6
v	ventilat	2
v	volum sau debit volumic	3
V	ventilare	3,5,6
ve	ventilare	2,3,5,6
vi	virtual	2
w	perete	2
W	apă caldă de consum (ca utilitate energetică)	2,5,6
w	generat(ă) de vânt	3
W	apă	3,5,6
DHW	preparare a apei calde de consum	5,6
W,w	fereastră	2
wb	bulb umed	4
wd	lemn	5,6
we	evaporare de apă	2
we	ponderare	5,6

Indice	Termen	Capitol
wf	îmbinare perete / planșeu	2
wfg	apă în produsele de ardere	3
wg	perete, inclusiv efectul solului	2
wk	săptămănal	5,6
WS	deșeuri	5,6
WS, ws	fereastră cu oblon închis	2
wte	producere a energiei din deșeuri	4
$W_{X,dis}$	regim de funcționare	3
x	combinat (prin pereții spațiului tehnic de sub planșeu și prin ventilarea spațiului tehnic de sub planșeu)	2
X	oricare utilitate a clădirii considerată	5,6
Xc	circuit al întregului sistem tehnic al clădirii considerate	3
xr	recuperare de umiditate	4
XY	combinație de H, C, W	5,6
Y	orice subsistem	5,6
z	indice de numerotare pentru zone ale clădirii	3
zt	zonă termică	2,4,5,6
ztc	zonă climatizată	2
ztu	zonă neclimatizată	2
zv	zonă ventilată	4

1.3. Cerințe ale parametrilor interiori pentru asigurarea confortului și calității aerului interior în clădiri

Parametrii interiori de confort și de calitate a aerului interior, considerați în calculele energetice ale clădirilor, sunt aceiași cu cei utilizați pentru dimensionarea sistemelor de încălzire, ventilare și climatizare.

Calitatea aerului interior se asigură prin ventilare, în funcție de destinația încăperii, în conformitate cu reglementarea tehnică pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare, astfel:

- Pentru zona ocupată din încăperile civile, se stabilesc patru categorii de calitate a aerului interior (IDA1 – IDA4); Pentru încăperi civile în care criteriile de ambianță sunt determinate de prezența umană, calitatea aerului interior se va asigura folosind debitul de aer proaspăt, care se stabilește în funcție de destinația încăperilor, de numărul și de activitatea ocupanților precum și de emisiile poluante ale clădirii (de la elementele de construcție, finisaje, mobilier și sistemele de instalații);

- Pentru încăperi fără o destinație precisă (*de exemplu* spații de depozitare), clasificarea calității aerului și respectiv debitul de aer de ventilare introdus, care poate fi exterior sau transferat din alte încăperi, se stabilește în funcție de aria utilă a pardoselii;

- Pentru încăperile civile și industriale în care există emisii de poluanți altele decât bioefluenții și emisiile clădirii, calitatea aerului interior trebuie asigurată prin respectarea valorilor de concentrație admisă în zona ocupată.

Se va considera că echipamentele de birou (computere, imprimante, copiatoare, monitoare), se caracterizează printr-un grad de emisie neglijabil (pentru substanțe ca de exemplu: TCOV, HCHO, NH₃ și alte produse cancerigene).

Debitele minime de aer pentru ventilarea locuințelor preluate din reglementarea tehnică pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare sunt cele din tabelul următor:

	Număr de încăperi principale						
	1	2	3	4	5	6	7
debit total minim [m ³ /h]	35	60	75	90	105	120	135
debit minim în bucatarie [m ³ /h]	20	30	45	45	45	45	45

Confortul termic este determinat de următorii parametri:

- temperatura aerului interior,
- temperatura medie de radiație a suprafețelor cu care corpul uman schimbă căldură prin radiație,
- umiditatea relativă a aerului,
- viteza curenților de aer din interior,
- gradul de izolare termică a îmbrăcăminții,
- activitatea ocupanților care determină căldura degajată de corp (metabolismul).

Confortul termic dintr-o încăpere se exprimă prin valoarea Votului Mediu Previzibil, PMV, care pentru fiecare categorie de ambianță trebuie să fie cuprins în plaja de valori indicată în

reglementările tehnice pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare, respectiv ale instalațiilor de încălzire centrală.

În anumite condiții de activitate și îmbrăcăminte, tipice unor destinații de încăperi, considerând umiditatea relativă a aerului de 50% și viteze scăzute ale aerului din încăperi, calculul valorilor PMV poate fi înlocuit prin calculul temperaturii operative. Valorile de temperatură a aerului interior și valorile de temperatură operativă pentru diferite destinații și categorii de ambianță sunt date de asemenea în reglementările tehnice menționate.

În conformitate cu reglementarea tehnică pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare de proiectare, execuție și exploatare a instalațiilor de ventilare și climatizare, sunt stabilite patru categorii de ambianță interioară pentru care se indică valorile PMV acceptate.

În privința confortului vizual, atât clădirile existente cât și cele noi sau renovate trebuie să fie echipate, sau se consideră că sunt echipate cu sisteme de iluminat care respectă bunele practici și cerințele de proiectare prezentate în:

- SR EN 12464-1 pentru spațiile din clădirile nerezidențiale noi sau renovate destinate activităților lucrative
- SR EN 12193 pentru clădirile nerezidențiale noi sau renovate, destinate activităților sportive
- SR EN 1838 pentru iluminatul de siguranță din clădirile nerezidențiale noi sau renovate
- SR EN 15193-1 pentru sistemul de iluminat din clădirile rezidențiale.
- SR EN 12665 Lumină și iluminat. Termeni de bază și criterii pentru specificarea cerințelor de iluminat

1.4. Standarde europene referitoare la performanța energetică a clădirilor (PEC)

Standardul SR EN ISO 52000-1:2017 stabilește structura sistematică, completă și modulară pentru evaluarea performanței energetice a clădirilor noi și existente prin măsurare sau prin calcul, precum și calculul performanței energetice în funcție de energia primară. Lista standardelor europene aplicabile domeniului PEC este prezentată schematic în tabelul 1.3.

Tabel 1.3. Standarde PEC

STANDARDE GENERALE			CLADIREA			INSTALATII														
sub 1	DESC M1	ST	DESCRIERE		ST	sub 1	DESCRIERE	INCALZIRE M3	CLIMA/RACIRE M4	VENTILARE M5	UMIDIFICARE M6	DEZUMIDIFICARE M7	ACC M8	ILUMINAT M9	BACS M10	SURSE REGEN M11				
1	GENERAL	SR EN ISO 52000-1	1	General	-	1	General	SR EN 15316-1 & SR CEN/TR 15316-6-2	SR SR EN 16798-9	SR SR EN 16798-3 (SR SR EN 13779 rev.)	SR EN 16798-3 (SR EN 13779 rev.)	SR EN 16798-3 (SR EN 13779 rev.)	SR EN 15316-1 & SR CEN/TR 15316-6-2	SR EN 15193-1	SR EN 15232-1					
		SR EN ISO 52000-1						SR CEN/TR 16798-10	SR CEN/TR 16798-4	SR CEN/TR 16798-4	SR CEN/TR 16798-4		SR CEN/TR 15232-2							
2	Termeni comuni si definitii; simboluri, UM si indici	SR EN ISO 52000-1	2	Necesar de energie	-	2	Necesar						SR EN 12831-3	SR EN 15193-1						
		SR CEN ISO/TR 52000-2						SR EN ISO 52016-1	SR EN ISO 52017-1	SR CEN ISO/TR 52016-2										
3	Situatii de aplicare	SR EN ISO 52000-1	3	Conditii interioare fara prezenta instalatii	-	3	Incarcari si puteri maxime	SR EN 12831-1					SR EN 12831-3							
		SR CEN ISO/TR 52000-2						SR EN ISO 52016-1	SR EN ISO 52017-1	SR CEN ISO/TR 52016-2										
4	Variante de exprimare a performantei energetice	SR EN ISO 52003-1	4	Variante de exprimare a performantei energetice	-	4	Variante de exprimare a performantei energetice	SR EN 15316-1 & SR CEN/TR 15316-6-2	SR EN 16798-9	SR EN 16798-3 (SR EN 13779 rev.)	SR EN 16798-3 (SR EN 13779 rev.)	SR EN 16798-3 (SR EN 13779 rev.)	SR EN 15316-1 & SR CEN/TR 15316-6-2	SR EN 15193-1	SR EN 15232-1					
		SR EN ISO 52003-2						SR CEN ISO/TR 52018-1	SR CEN ISO/TR 52018-2	SR CEN/TR 16798-10	SR CEN/TR 16798-4	SR CEN/TR 16798-4	SR CEN/TR 16798-4	SR CEN/TR 16798-4	CEN/TR 15193-2	SR CEN/TR 15232-2				
5	Funcțiile si contururile cladirilor	SR EN ISO 52000-1 SR CEN ISO/TR 52000-2	5	Transfer termic prin transmisie	-	5	Emisia de energie si sistemul de control	SR EN 15316-2 & 15316-6-2	SR EN 15316-2	SR EN 16798-7	SR EN 16798-5-1	SR EN 16798-5-1	SR EN 15316-3 & SR CEN/TR 15316-6-3	SR EN 15232-1	SR EN 15232-2	SR EN 15232-2				
								SR EN ISO 13370									SR EN 15500-1	SR EN 15500-2		
								SR EN ISO 6946	SR EN 12098-1	SR EN 15500	CEN/TR 16798-8	SR EN 16798-5-2					SR EN 16798-5-2			
								SR EN ISO 10211	SR CEN/TR 12098-6	SR EN 12098-3	SR EN 15500	CEN/TR 16798-6-1					CEN/TR 16798-6-1			
								SR EN ISO 14683	SR CEN/TR 12098-7	CEN/TR 15500	CEN/TR 15500	CEN/TR 16798-6-2					CEN/TR 16798-6-2			
								SR CEN ISO/TR 52019-2	SR CEN/TR 12098-8											
								SR EN ISO 10077-1	CEN/TR 12098-5											
SR EN ISO 10077-2																				
SR EN ISO 12631																				
6	Ocuparea si conditiile de utilizare a cladirilor	SR EN 16798-1	6	Transfer termic prin infiltratii si ventilare	-	6	Distributia de energie si sistemul de control	SR EN 15316-3 & SR CEN/TR 15316-6-3	SR EN 15316-3 & SR CEN/TR 15316-6-3	SR EN 16798-5-1			SR EN 15316-3 & SR CEN/TR 15316-6-3		SR EN 15232-1					
		CEN/TR 16798-2 (ISO 17772-1, ISO/TR 17772-2)						SR EN 12098-1		CEN/TR 12098-1	SR EN 12098-3	SR EN 12098-3	SR EN 12098-5	CEN/TR 12098-5	SR EN 16798-5-2	SR CEN/TR 16798-6	SR CEN/TR 15232-2			
7	Agregarea serviciilor energetice si agentilor termici	SR EN ISO 52000-1	7	Aperturi interioare de caldura	-	7	Stocarea de energie si sistemul de control	SR EN 15316-5 + SR CEN TR 15316-6-10	SR EN 16798-15				SR EN 15316-5		SR EN 15232					
		SR CEN ISO/TR 52000-2						SR EN 15316-5 + SR CEN TR 15316-6-11		CEN/TR 12098-1	SR EN 12098-3	CEN/TR 12098-3	SR EN 12098-5	CEN/TR 12098-5	CEN/TR 16798-16	SR EN 15316-4-3	SR CEN/TR 15232-2			
8	Zonarea cladirilor	SR EN ISO 52000-1 SR CEN ISO/TR 52000-2	8	Aperturi solare	-	8	Generarea de energie si sistemul de control	SR EN 12098-1	SR EN 16798-13	SR EN 16798-5-1	SR EN 16798-5-1	SR EN 16798-5-1	SR EN 15316-4-1 & SR CEN/TR 6-4	SR EN 15232-1	SR EN 15232-2	SR EN 15232-2	SR EN 15316-4-3 / 6-6			
								SR EN 12098-1		CEN/TR 12098-1	SR EN 12098-3	SR EN 12098-3	SR EN 15316-4-2 / 6-5				SR EN 15316-4-4 / 6-7	SR EN 15316-4-5 / 6-8		
								SR EN 12098-3	CEN/TR 12098-3	SR EN 12098-5	CEN/TR 16798-14	SR EN 16798-5-2	SR EN 16798-5-2				SR EN 16798-5-2	SR EN 15316-4-3 / 6-6	SR EN 15316-4-4 / 6-7	SR EN 15316-4-5
								SR EN 15316-4-1 & SR CEN/TR 15316-6-4	SR EN 15316-4-2 + SR CEN/TR 15316-6-5	SR EN 15316-4-2 / 6-5	SR CEN/TR 16798-6	SR CEN/TR 16798-6	SR CEN/TR 16798-6				SR EN 15316-4-4 / 6-7	SR EN 15316-4-8 / 6-10		
								SR EN 15316-4-3/6-6	SR EN 15316-4-4/6-7	SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-2 + SR CEN/TR 15316-6-5	SR EN 15316-4-3/6-6	SR EN 15316-4-4/6-7				SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-8 / 6-10		
								SR EN 15316-4-4/6-7	SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-6/6-9	SR EN 15316-4-2 + SR CEN/TR 15316-6-5	SR EN 15316-4-3/6-6	SR EN 15316-4-4/6-7				SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-8 / 6-10		
								SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-6/6-9	SR EN 15316-4-8/6-10	SR EN 15316-4-2 + SR CEN/TR 15316-6-5	SR EN 15316-4-3/6-6	SR EN 15316-4-4/6-7				SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-8 / 6-10		
								SR EN 15316-4-6/6-9	SR EN 15316-4-8/6-10		SR EN 15316-4-2 + SR CEN/TR 15316-6-5	SR EN 15316-4-3/6-6	SR EN 15316-4-4/6-7				SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-8 / 6-10		
								SR EN 15316-4-8/6-10			SR EN 15316-4-2 + SR CEN/TR 15316-6-5	SR EN 15316-4-3/6-6	SR EN 15316-4-4/6-7				SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-8 / 6-10		
								SR EN 15316-4-10			SR EN 15316-4-2 + SR CEN/TR 15316-6-5	SR EN 15316-4-3/6-6	SR EN 15316-4-4/6-7				SR EN 15316-4-5/6-8	SR EN 15316-4-8 / 6-10		
9	Performanta energetica calculata	SR EN ISO 52000-1	9	Dinamica cladirii (masa termica)	-	9	Dispecerizarea energetica si conditii de functionare								SR EN 15232-1					
		SR CEN ISO/TR 52000-2						SR EN ISO 13786	SR CEN/TR 15232-2											
10	Performanta energetica masurata		10	Performanta energetica masurata	-	10	Performanta energetica masurata	SR EN 15378-3					SR EN 15378-3	SR EN 15193-1	SR EN 15232-1					
11	Inspectia instalatiilor	SR EN ISO 52000-1	11	Inspectia instalatiilor	Standarde existente pentru inspectia IR, permeabilitate ...	11	Inspectia instalatiilor	SR EN 15378-1	SR EN 16798-17	SR EN 16798-17	SR EN 16798-17	SR EN 16798-17	SR EN 15378-1	SR EN 15198-1						
									SR CEN/TR 16798-18	SR CEN/TR 16798-18	SR CEN/TR 16798-18	SR CEN/TR 16798-18		SR CEN/TR 15193-2	SR CEN/TR 15232-2					
12	Modalitati de exprimare a confortului interior		12	-		12	BMS													
13	Conditii climatice exterioare																			
14	Calcul economic	SR EN 15459-1																		

Tabel 1.3 (continuare)

Nr.crt.	Număr	Titlul standardului
1.	SR EN ISO 52000-1	Performanța energetică a clădirilor. Evaluarea de ansamblu a PEC. Partea 1: Cadru general și metode
2.	SR EN ISO 52003-1	Performanța energetică a clădirilor. Indicatori, cerințe, evaluare și certificate. Partea 1: Aspecte generale și aplicarea la performanța energetică globală
3.	SR EN 15316-4-10	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-10: Sisteme de generare a energiei eoliene. Modul M11–8-3
4.	SR EN 16798–1	Performanța energetică a clădirilor – Ventilarea clădirilor. Partea 1: Parametrii ambientali pentru proiectarea și evaluarea performanței energetice a clădirilor, privind calitatea aerului interior, confortul termic, iluminatul și acustica (Modulul M1–6)
5.	SR EN ISO 52010-1	Performanța energetică a clădirilor. Condiții climatice exterioare. Partea 1: Prelucrarea datelor climatice pentru calculele energetice
6.	SR EN 15459-1	Performanța energetică a clădirilor. Procedură de evaluare economică a sistemelor energetice din clădiri Partea 1: proceduri de calcul, Modul M1-14
7.	SR EN ISO 52016-1	Performanța energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire și răcire, temperaturi interioare și sarcini termice sensibile și latente. Partea 1: Metode de calcul
8.	SR EN ISO 52017-1	Performanța energetică a clădirilor. Sarcini termice sensibile și latente și temperaturi interioare. Partea 1: Metode de calcul generale
9.	SR EN ISO 52018-1	Performanța energetică a clădirilor. Indicatori pentru cerințe PEC parțiale referitoare la bilanțul termic energetic și la caracteristicile elementelor de clădire. Partea 1: Prezentare generală a opțiunilor
10.	SR EN ISO 13789	Performanța termică a clădirilor. Coeficienți de transfer termic prin transmisie și prin ventilare. Metodă de calcul
11.	SR EN ISO 13370	Performanța termică a clădirilor. Transfer termic prin sol. Metode de calcul
12.	SR EN ISO 10211	Punți termice în alcătuirea clădirilor. Fluxuri termice și temperaturi superficiale. Calcule detaliate
13.	SR EN ISO 14683	Punți termice în alcătuirea clădirilor. Transmitanța termică liniară. Metode simplificate și valori implicite
14.	SR EN ISO 10077-1	Performanța termică a ferestrelor, ușilor și obloanelor. Calculul transmitanței termice. Partea 1: Generalități
15.	SR EN ISO 10077-2	Performanța termică a ferestrelor, ușilor și obloanelor. Calculul transmitanței termice. Partea 2: Metoda numerică pentru profilurile de tâmplărie
16.	SR EN ISO 12631	Performanța termică a fațadelor cortină. Calculul transmitanței termice
17.	SR EN ISO 13786	Performanța termică a elementelor de clădire. Caracteristici termice dinamice. Metode de calcul
18.	SR EN ISO 52022-3	Performanța energetică a clădirilor. Proprietățile termice, solare și de lumină naturală ale componentelor și elementelor clădirii. Partea 3:

Nr.crt.	Număr	Titlul standardului
		Metodă de calcul detaliată a caracteristicilor solare și de lumină naturală pentru dispozitive de protecție solară asociate vitrajelor
19.	SR EN ISO 52022-1	Performanța energetică a clădirilor. Proprietățile termice, solare și de lumină naturală ale componentelor și elementelor clădirii. Partea 1: Metodă de calcul simplificată a caracteristicilor solare și de lumină naturală pentru dispozitive de protecție solară asociate vitrajelor
20.	SR EN 15316-1	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 1: Generalități și exprimarea performanței energetice, Modulele M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4
21.	SR EN 12831-1	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al sarcinii termice de dimensionare. Partea 1: Necesarul de căldură pentru încălzire, Modul M3-3
22.	SR EN 15316-2	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 2: Sisteme de emisie (încălzire și răcire), Modulele M3-5, M4-5
23.	SR EN 15316-3	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 3: Sisteme de distribuție (apă caldă de consum, încălzire și răcire), Modulele M3-6, M4-6, M8-6
24.	SR EN 15316-5	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 5: Sisteme de stocare aferente instalațiilor de încălzire și de apă caldă de consum (nu de răcire), Modulele M3-7, M8-7
25.	SR EN 15316-4-1	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-1: Sisteme de producere a căldurii pentru încălzire și prepararea apei calde de consum: instalații de ardere (cazane, biomasă), Modulele M3-8-1, M8-8-1
26.	SR EN 15316-4-2	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-2: Sisteme de producere a căldurii pentru încălzire: pompe de căldură, Modulele M3-8-2, M8-8-2
27.	SR EN 15316-4-3	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-3: Sisteme de producere a căldurii: instalații termice solare și fotovoltaice, Modulele M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3
28.	SR EN 15316-4-4	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-4: Sisteme de producere a căldurii: instalații de cogenerare integrate în clădiri, Modulele M8-3-4, M8-8-4, M8-11-4
29.	SR EN 15316-4-5	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-5: Încălzire și răcire centralizată. Modulele M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5
30.	SR EN 15316-4-8	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-8: Sisteme de producere a căldurii pentru încălzire: panouri radiante suspendate și instalații de încălzire cu aer cald, inclusiv sobe (local) Modul M3-8-8

Nr.crt.	Număr	Titlul standardului
31.	SR EN 15378-3	Performanța energetică a clădirilor. Instalații de încălzire și de apă caldă de consum în clădiri. Partea 3: Performanța energetică măsurată, Modulele M3-10, M8-10
32.	SR EN 15378-1	Performanța energetică a clădirilor. Instalații de încălzire și de apă caldă de consum în clădiri. Partea 1: Inspecția cazanelor, a instalațiilor de încălzire și de apă caldă de consum, Modulele M3-11, M8-11
33.	SR EN 16798-9	Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 9: Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de răcire (Modulele M4-1, M4-4, M4-9). Generalități
34.	SR EN 16798-15	Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 15: Calculul sistemelor de răcire. (Modul M4-7). Stocare
35.	SR EN 16798-13	Performanța energetică a clădirilor. Partea 13: Modul M4-8. Calculul sistemelor de răcire. Producere
36.	SR EN 16798-17	Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 3: Pentru clădiri nerezidențiale. Cerințe de performanță pentru sistemele de ventilare și de climatizare a încăperilor (Modulele M5-1, M5-4)
37.	SR EN 16798-3	Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 17: Ghid pentru inspecția instalațiilor de ventilare și de climatizare (Modulele M4-11, M5-11, M6-11, M7-11)
38.	SR EN 16798-7	Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 7: Metode de calcul pentru determinarea debitelor de aer în clădiri, inclusiv prin infiltrație (Modulul M5-5).
39.	SR EN 16798-5-1 și SR EN 16798-5-2	Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor - Partea 5-1: Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de ventilare și de climatizare. Modulele M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8. Metoda 1: Distribuție și producere Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 5 2: Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de ventilare (Modulele M5-6, M5 8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8). Metoda 2 - Distribuție și producere
40.	SR EN 12831-3	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al sarcinii termice de dimensionare. Partea 3: Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum și caracterizarea necesarului, Modulele M8-2, M8-3
41.	SR EN 15193-1	Performanța energetică a clădirilor. Cerințe energetice pentru iluminat. Partea 1: Specificații, Modul M9
42.	SR EN 15232-1	Performanța energetică a clădirilor. Partea 1: Impact al automatizării, reglării și managementului tehnic al clădirii. Module M10-4,5,6,7,8,9,10
43.	SR EN 16947-1	Performanța energetică a clădirilor. Sistem de management tehnic al clădirilor. Partea 1: Modul M10-12
44.	SR EN 16946-1	Performanța energetică a clădirilor. Inspecția sistemelor de automatizare, control și management tehnic al clădirilor. Partea 1: Modul M10-11
45.	SR EN 15316-4-10	Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-10: Sisteme de generare a energiei eoliene. Modul M11-8-3

CAPITOLUL 2. ANVELOPA CLĂDIRII

2.1. Elemente de clădire și parametrii termoenergetici asociați

2.1.1. Prevederi generale

Cerințele minime de performanță energetică a clădirilor țin seama de condițiile generale de climat interior pentru a preveni eventualele efecte negative, cum sunt ventilarea necorespunzătoare, condițiile locale, destinația dată în proiect și vechimea clădirii și se aplică diferențiat pentru diferite categorii de clădiri, atât pentru clădirile noi, cât și pentru clădirile existente.

Cerințele stabilite în metodologie nu sunt obligatorii următoarelor categorii de clădiri:

- a) clădiri și monumente protejate care fie fac parte din zone construite protejate, conform legii, fie au valoare arhitecturală sau istorică deosebită, cărora, dacă li s-ar aplica cerințele, li s-ar modifica în mod inacceptabil caracterul ori aspectul exterior;
- b) clădiri utilizate ca lăcașuri de cult sau pentru alte activități cu caracter religios;
- c) clădiri provizorii prevăzute a fi utilizate pe perioade de până la 2 ani, din zone industriale, ateliere și clădiri nerezidențiale din domeniul agricol care necesită un consum redus de energie;
- d) clădiri rezidențiale care sunt destinate a fi utilizate mai puțin de 4 luni pe an;
- e) clădiri independente, cu o arie utilă a spațiului încălzit mai mică de 50 m².

Capitolul 2.1 din Metodologie se referă la evaluarea nivelului de protecție termică pentru anvelopa clădirilor noi precum și a celor care fac obiectul unor lucrări de modernizare termică și energetică din sectorul rezidențial - blocuri de apartamente sau locuințe unifamiliale - și din sectorul nerezidențial – clădiri pentru instituții publice/birouri, clădiri de învățământ, clădiri spitalicești, clădiri pentru comerț, clădiri social-culturale etc.

Pentru procedura de calcul higrotermic al elementelor componente ale anvelopei se vor aplica formulele de calcul din reglementarea tehnică C107-2005 cu completările și modificările ulterioare, care a fost elaborată pe baza prevederilor din standardele europene.

Pentru caracteristicile termotehnice ale materialelor de construcție, până la revizuirea reglementării tehnice C107-2005, vor fi utilizate tabele actualizate de valori de proiectare însușite de autoritatea de reglementare, la propunerea companiilor specializate și asociațiilor profesionale, respectând toate procedurile tehnice prevăzute în standardele și reglementările naționale și internaționale, precum și în standardele europene SR EN ISO 10456:2008, SR EN ISO 10456:2008/AC:2010 și SR EN 1745:2012 precum și reglementarea tehnică MP 022-02.

Se remarcă câteva aspecte noi cuprinse în noile standarde SR CEN ISO:

- Este prezentat calculul transmitanței termice a elementelor vitrate, cu aspectele noi față de cele cuprinse în reglementările în vigoare (documente de referință *SR EN ISO 10077-1:2018*, *SR EN*

ISO 10077-2:2018). Au fost facute completări referitoare la influența dispozitivelor de umbrire și protecție solară (parasolare cu diverse poziționări), conform prevederilor din SR EN ISO 52016-1, SR EN ISO 52022-1:2018.

- Au fost introduse prevederi referitoare la calculul specific pereților cortină (conform SR EN ISO 12631:2017).

- Este prezentat un calcul simplificat, în regim staționar, pentru elementele în contact cu solul elaborat pe baza prevederilor din SR EN 12831 – 1: 2017. Au fost revizuite prevederile din SR EN 13770: 2017.

Au fost evidențiate cerințele minime de performanță termică și energetică la nivelul anvelopei clădirilor, pentru fiecare categorie de clădire-unitate-element al acesteia, inclusiv pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero – nZEB.

Sunt prezentate: harta României cu zonele climatice pentru perioada de iarnă pentru calculele termotehnice pe durata sezonului rece și parametrii de performanță pentru clădirile al căror consum de energie este aproape zero – nZEB.

Conform directivei 2010/31/UE (EPBD, clădirea al cărei consum de energie este aproape egal cu zero reprezintă o clădire cu o performanță energetică foarte ridicată, stabilită în conformitate cu anexa I. Necesarul de energie aproape egal cu zero sau foarte scăzut ar trebui să fie acoperit, într-o foarte mare măsură, cu energie din surse regenerabile, inclusiv cu energie din surse regenerabile produsă la fața locului sau în apropiere.

În cazul clădirilor din România, nZEB se definește ca o clădire cu o performanță energetică foarte ridicată, la care consumul de energie este aproape egal cu zero sau este foarte scăzut (conform tabelului 2.11) și este acoperit în proporție de minimum 30% cu energie din surse regenerabile, inclusiv cu energie din surse regenerabile produsă la fața locului sau în apropiere.

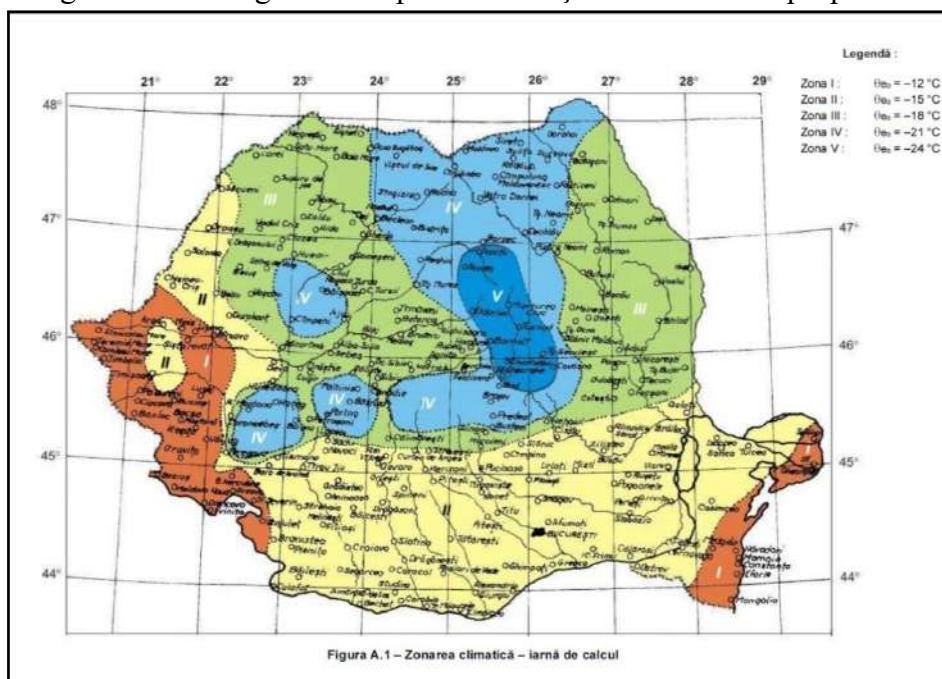


Figura 2.1. Harta de zonare climatică în România pentru perioada de iarnă (conform Ordin nr. 386/28.03.2016 publicat în MO PI, nr. 306/21.04.2016)

În cadrul structurii modulare a ansamblului de standarde europene privind performanța energetică a clădirilor (PEC/EPB), clădirea (ca atare) este poziționată în modulul M2, fiind recomandate prevederile cuprinse în standardele menționate în tabelul 2.1.

Informațiile cuprinse în acest capitol, privind caracteristicile geometrice ale clădirii (aria elementelor de anvelopă, lungimea punților termice, volumul de aer climatizat etc.), condițiile la limita clădirii (temperaturi ale aerului), caracteristicile termice ale elementelor de clădire care alcătuiesc anvelopa termică (conductivități termice, masa volumică, căldura specifică masică, rezistențe termice, transmitanțe termice, coeficienți de transfer termic etc.) sunt utilizate pentru calculele din capitolele următoare, pentru determinarea necesarului de energie pentru încălzire /răcire, conform standardelor menționate în tabelul următor.

Tabel 2.1. Tabel sintetic privind aspectele și calculele pentru care se utilizează prevederile din capitolul 2 și standardele europene recomandate

Clădirea (ca atare)		
Submodul 1	Descriere	Standarde
M2		
1	Generalități	-
2	Necesar de energie al clădirii	SR EN ISO 52016-1 SR EN ISO 52017-1 SR CEN ISO/TR 52016-2
3	Condiții interioare fără sisteme (liber)	SR EN ISO 52016-1 SR EN ISO 52017-1 SR CEN ISO/TR 52016-2
4	Modalități de exprimare a performanței energetice	SR EN ISO 52018-1 SR CEN ISO/TR 52018-2
5	Transfer termic prin transmisie	SR EN ISO 13789 SR EN ISO 13370 SR EN ISO 6946 SR EN ISO 10211 SR EN ISO 14683 SR CEN ISO/TR 52019-2 SR EN ISO 10077-1 SR EN ISO 10077-2 SR EN ISO 12631
6	Transfer termic prin infiltrații și ventilare	SR EN ISO 13789
7	Aporturi interne de căldură	A se vedea M1-6
8	Aporturi solare de căldură	SR EN ISO 52022-3 SR EN ISO 52022-1 SR CEN ISO/TR 52022-2
9	Dinamica clădirii (masa termică)	SR EN ISO 13786
10	Permeabilitatea la aer a anvelopei clădirii	SR EN ISO 9972

2.1.2. Elemente componente ale anvelopei clădirii

Clasificare în raport cu poziția în cadrul sistemului clădire:

- elemente exterioare în contact direct cu aerul exterior (ex: pereți exteriori, inclusiv suprafața adiacentă rosturilor deschise);
- elemente interioare care delimitează spațiile încălzite față de spațiile adiacente neîncălzite sau mai puțin încălzite (ex: pereții și planșeele care separă volumul clădirii de spații precum garaje, casa scării etc.), sau de spațiul rosturilor închise;
- elemente în contact cu solul

Clasificare în funcție de tipul elementelor de clădire:

- elemente opace;
- elemente vitrate – elemente al căror factor de transmisie luminoasă este egal sau mai mare de 0,05 (componentele transparente și translucide ale pereților exteriori și acoperișurilor - tâmplăria exterioară, pereții vitrați și luminatoarele)

Clasificare în funcție de poziția elementelor de clădire în cadrul anvelopei :

- verticale - elemente de clădire care fac un unghi cu planul orizontal mai mare de 60 grade (ex: pereților exteriori);
- orizontale – elemente de clădire care fac un unghi cu planul orizontal mai mic de 60 grade.

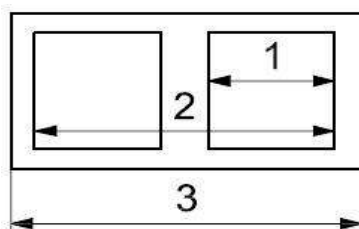
2.1.3. Convenții de stabilire a caracteristicilor dimensionale ale elementelor de anvelopă (parametri geometrici) necesare pentru calculul valorilor parametrilor de performanță termică

Anvelopa unei clădiri este alcătuită dintr-o serie de suprafețe prin care are loc fenomenul de transfer termic.

Aria anvelopei clădirii - A - reprezentând suma ariilor tuturor elementelor perimetrice ale clădirii, prin care are loc transfer termic, se calculează în funcție de A_j , ariile elementelor de clădire care intră în alcătuirea anvelopei clădirii, A_j , cu relația:

$$A = \sum A_j \quad [m^2] \quad (2.1)$$

Aria anvelopei se determină, conform convenției stabilite în reglementările românești, având în vedere exclusiv suprafețele interioare ale elementelor perimetrice ale clădirii, ignorând existența elementelor interioare (pereții interiori structurali și nestructurali, precum și planșeele intermediare) - dimensiune interioară totală (figura 2.2).



- Legenda
- 1 Dimensiune interioară
 - 2 Dimensiune interioară totală
 - 3 Dimensiune exterioră

Figura 2.2. Sistem de dimensiuni conform SR EN ISO 13789

Volumul interior total al clădirii – V – reprezintă volumul delimitat de suprafețele perimetrice care alcătuiesc anvelopa clădirii, având în vedere exclusiv suprafețele interioare ale elementelor perimetrice ale clădirii, ignorând existența elementelor interioare (pereții interiori structurali și nestructurali, precum și planșeele intermediare).

Volumul interior total al clădirii cuprinde atât încăperile încălzite direct (cu elemente de încălzire), cât și unele încăperi adiacente, încălzite indirect (fără elemente de încălzire), dacă pereții/planșeele nu au o termoizolație semnificativă. Sunt incluse în volumul clădirii: camere, debarale, vestibuluri, holuri de intrare, casa scării încălzită, incinte cu destinație tehnologică (uscătorii, spălătorii etc.), precum și mansarde și încăperile de la subsol, încălzite la temperaturi apropiate de temperatura predominantă a clădirii (diferență de temperatură mai mică de 4°C).

Nu se includ în volumul încălzit al clădirii:

- încăperile cu temperaturi mult mai mici decât temperatura predominantă a clădirii, *de exemplu* la clădirile de locuit - camerele de pubele, casele de scară neîncălzite;
- verandele, precum și balcoanele și logiile închise cu tâmplărie exterioară; dar dacă, de exemplu, anvelopa termică se închide la peretele exterior (cu fereastră) al unei logii cuprinse în volumul de aer climatizat, atunci logia va trebui inclusă în acesta.

La clădirile cu acoperiș terasă, în cazul în care casa scării se ridică peste cota generală a planșeului terasei, pereții exteriori ai acesteia se consideră ca elemente ale anvelopei clădirii.

La clădirile cu acoperiș înclinat, la care casa scării continuă peste cota generală a planșeului podului, ca elemente delimitatoare, spre exterior, se consideră ca elemente ale anvelopei clădirii pereții dintre casa scării și pod și planșeul sau acoperișul de peste casa scării.

Volumul interior total al clădirii se utilizează la determinarea raportului de compactitate al clădirii A/V și la determinarea coeficientului global de izolare termică G .

Volumul util al clădirii – V_u – reprezintă volumul de aer interior al clădirii corespunzător ariei utile A_u a pardoselii spațiului climatizat, direct sau indirect al clădirii (aria utilă, A_u , conform STAS 4908-85, reprezintă aria desfășurată A_d , mai puțin aria pereților; nu cuprinde aria logiilor și balcoanelor).

$$V_u = \sum V_j \quad [\text{m}^3] \quad (2.1)$$

Volumul util încălzit al clădirii – V_{inc} – reprezintă volumul interior al spațiului climatizat (încălzit, răcit) al clădirii, corespunzând ariei utile încălzite a spațiului climatizat A_{inc} .

În cazul clădirilor de locuit A_{inc} reprezintă suma ariilor utile ale apartamentelor din componența clădirii analizate, la care se adaugă aria suprafețelor cu destinație tehnologică la clădiri colective (uscătorii, spălătorii etc.). Nu se cuprind în A_{inc} : casa scăriilor la clădirile de tip condominiu, windfangurile, casa liftului, coridoarele și holurile de folosință comună, precum și suprafețele spațiilor anexă.

Aria construită A_c , aria desfășurată A_d și aria desfășurată construită la locuințe A_{dc} a clădirii, se consideră cu definițiile date în STAS 4908-85, coroborat cu (Document recomandat ISO 9836:2017).

Ca principiu general, suprafețele elementelor de construcție perimetrice care alcătuiesc împreună anvelopa clădirii, se delimitează față de mediile exterioare prin fețele interioare ale elementelor de construcție (conform prevederilor din C107- 2005 și SR EN ISO 13789:2017 – convenția de măsurare a suprafețelor – total interior).

Lungimile punților termice liniare (l) se măsoară în funcție de lungimile lor reale, existente în cadrul ariilor A determinate mai sus; în consecință ele sunt delimitate la extremități de conturul suprafețelor respective.

Punțile termice liniare care trebuie în mod obligatoriu să fie luate în considerare la determinarea parametrilor “ l ” și “ ψ ” sunt, în principal, următoarele:

- îmbinarea dintre pereții exteriori și planșeul de terasă (în zona aticului sau a cornișei);
- îmbinarea dintre pereții exteriori și planșeul de pod (în zona streșinii);
- îmbinarea dintre pereții exteriori și planșeul peste subsolul neîncălzit (în zona soclului);
- îmbinarea dintre pereții exteriori și placa pe sol (în zona soclului);
- colțurile verticale (ieșinde și intrânde) formate la îmbinarea dintre doi pereți exteriori ortogonali;
- punțile termice verticale de la îmbinarea pereților exteriori cu pereții interiori structurali (de ex. stâlpișori din beton armat monolit protejați sau neprotejați, pereții din beton armat adiacenți logiilor, ș.a.);
- îmbinarea pereților exteriori cu planșeele intermediare (în zona centurilor și a consolelor din beton armat monolit, ș.a.);
- plăcile continue din beton armat care traversează pereții exteriori la balcoane și logii;
- conturul tâmplăriei exterioare (la buiandrugii, solbancuri și glafuri verticale).

2.1.4. Parametri definatorii pentru caracterizarea higrotermică a materialelor. Parametrii de performanță caracteristici elementelor de anvelopă necesari la evaluarea performanței energetice a clădirilor

Caracteristicile higrotermice ale materialelor de construcție utilizate la evaluarea performanțelor energetice ale clădirilor sunt:

- conductivitatea termică, λ , în $W/(m \cdot K)$;
- căldura specifică masică, c , în $J/(kg \cdot K)$;
- densitatea, ρ , în kg/m^3 ;
- factorul de permeabilitate la vapori de apă/rezistență la vapori de apă, μ .

Conductivitatea termică de calcul este valoarea conductivității termice a unui material sau produs de construcție, în condiții specifice, care poate fi considerată ca fiind caracteristică pentru performanța aceluia material, atunci când este încorporat într-un element de clădire.

Conductivitatea termică de calcul se stabilește pe baza conductivității termice declarate, avându-se în vedere condițiile reale de exploatare referitoare la temperatura și umiditatea materialului (documente recomandate standardele europene SR EN ISO 10456:2008 + SR EN ISO 10456:2008/AC:2010, SR EN 1745:2012 precum și reglementarea tehnică MP 022-02).

Pentru condițiile climatice din România, conductivitatea termică de calcul este definită pentru o temperatură medie de 10°C și o umiditate de exploatare stabilită conform următoarelor convenții:

- pentru materialele ne higroscopice (care nu conțin sau nu păstrează apa de fabricație și nu absorb umiditatea din aer), conductivitatea termică de calcul este conductivitatea termică a materialului aflat în stare uscată;
- pentru materialele higroscopice, conductivitatea termică de calcul este conductivitatea termică corespunzătoare umidității de echilibru a materialului aflat într-un mediu ambiant cu temperatura de 23°C și umiditatea relativă de 50%.
- pentru materialele termoizolante care conțin în pori alte gaze decât aerul, conductivitatea termică de calcul este conductivitatea termică a materialului aflat în stare uscată, după un interval de timp de îmbătrânire, specific pentru fiecare tip de material.

Factorul rezistenței la permeabilitate la vapori, μ , al unui material este o mărime adimensională care arată de câte ori stratul de material este mai puțin permeabil decât un strat de aer de aceeași grosime. Factorul rezistenței la permeabilitate la vapori este utilizat la verificarea elementelor de clădire componente ale anvelopei clădirii la riscul de condens interstițial.

La evaluarea performanțelor termice ale clădirilor existente, caracteristicile higrotermice de calcul ale materialelor de construcție se vor considera astfel:

- pentru materialele tradiționale aflate în regim normal de exploatare și la care, în urma expertizei termice, nu s-au constatat degradări, conform tabelelor actualizate de valori de proiectare însușite de autoritatea de reglementare, la propunerea companiilor specializate și asociațiilor profesionale, respectând toate procedurile tehnice prevăzute în standardele și reglementările naționale și internaționale, cu aplicarea coeficienților de majorare din tabelul 2.2.

Conductivitatea termică de calcul a materialului termoizolant se stabilește în funcție de:

- tipul și caracteristicile termotehnice ale materialului termoizolant prevăzut în proiectul inițial;
- deteriorarea caracteristicilor termoizolante ale materialului, produsă în timp, ca urmare a diferiților factori, dar în principal ca urmare a umezirii materialului prin infiltrații și/sau condens interior.

Conductivitatea termică se stabilește concret prin:

- examinarea proiectului inițial;
- identificarea materialului prin sondaje și/sau decopertări locale;
- determinări de laborator ale unor probe extrase “in situ”;
- examinarea stării în care se află materialul (în stare uscată, afectat de condens, igrasie sau infiltrații de apă, etc.)

Pentru a ține seama de efectul negativ al umezirii, îmbătrânirii și deteriorării în timp a materialelor care intră în alcătuirea elementelor de construcție și, în special, a materialelor termoizolante, asupra conductivității termice, valorile normate ale acestora vor fi corectate prin multiplicarea cu coeficienții de majorare "a", care se dau în tabelul 2.2.

$$\lambda = a \cdot \lambda_{\text{normat}} \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$$

Coeficientul de majorare aferent unui material de construcții se obține prin multiplicarea coeficientului care depinde de vechimea materialului cu cel mai mare din coeficienții care depind de starea materialului (condens, igrasie, infiltrații).

Tabel 2.2. Coeficienți de majorare a conductivității termice a materialelor de construcție în funcție de starea și vechimea lor

Material	Starea materialului	Coeficient de majorare "a"
1	2	3
Zidărie din cărămidă sau blocuri ceramice	vechime ≥ 30 ani în stare uscată	1,03
	afectată de condens	1,15
	afectată de igrasie	1,30
Zidărie din blocuri de b.c.a. sau betoane ușoare	vechime ≥ 20 ani în stare uscată	1,05
	afectată de condens	1,15
	afectată de igrasie	1,30
Zidărie din piatră	vechime ≥ 20 ani în stare uscată	1,03
	afectată de condens	1,10
	afectată de igrasie	1,20
Beton armat	afectat de condens/igrasie	1,10
Beton cu agregate ușoare	vechime ≥ 30 ani în stare uscată	1,03
	afectat de condens	1,10
	afectat de igrasie	1,20
Tencuială	vechime ≥ 20 ani în stare uscată	1,03
	afectată de condens	1,10
	afectată de igrasie	1,30
Pereți din paiantă sau chirpici	vechime ≥ 10 ani în stare uscată, fără degradări vizibile	1,10
	în stare uscată, cu degradări vizibile (fisuri, exfolieri)	1,15
	afecțați de igrasie, condens	1,30

Material	Starea materialului	Coefficient de majorare "a"
Vată minerală în vrac, saltele, pânse	vechime \geq 10 ani în stare uscată	1,15
	afectată de condens	1,30
	în stare umedă datorită infiltrațiilor de apă (în special la acoperișuri)	1,60
Plăci rigide din vată minerală	vechime \geq 10 ani în stare uscată	1,10
	afectată de condens	1,20
	în stare umedă datorită infiltrațiilor de apă (în special la acoperișuri)	1,30
Polistiren expandat	vechime \geq 10 ani în stare uscată	1,05
	afectat de condens	1,10
	în stare umedă datorită infiltrațiilor de apă (în special la acoperișuri)	1,15
Polistiren extrudat	vechime \geq 10 ani în stare uscată	1,02
	afectat de condens	1,05
	în stare umedă datorită infiltrațiilor de apă (în special la acoperișuri)	1,10
Poliuretan rigid	vechime \geq 10 ani în stare uscată	1,10
	afectat de condens	1,15
	în stare umedă datorită infiltrațiilor de apă (în special la acoperișuri)	1,25
Spumă de poliuretan aplicată in situ	vechime \geq 10 ani în stare uscată	1,15
	cu degradări vizibile datorită expunerii la radiațiile UV	1,20
	în stare umedă datorită infiltrațiilor de apă (în special la acoperișuri)	1,25
Elemente din lemn	vechime \geq 10 ani în stare uscată, fără degradări vizibile	1,10
	în stare uscată, cu degradări vizibile (fisuri, microorganisme)	1,20
	în stare umedă	1,30
Plăci din aşchii de lemn liate cu ciment	vechime \geq 10 ani în stare uscată	1,10
	afectate de condens	1,20

Material	Starea materialului	Coefficient de majorare "a"
	în stare umedă datorită infiltrațiilor de apă (în special la acoperișuri)	1,30

- pentru materialele la care, în urma expertizei termice, s-a constatat creșterea umidității peste umiditatea de echilibru, conductivitatea termică de calcul se va stabili astfel:
 - prin conversia conductivității de calcul corespunzătoare regimului normal de exploatare la condițiile reale constatate conform SR EN ISO 10456:2008 + SR EN ISO 10456:2008/AC:2010, MP 022-02, atunci când se dispune de date privind umiditatea reală a materialului;
 - prin utilizarea coeficienților de majorare a conductivității termice prezentați în tabelul de mai sus atunci când nu se dispune de date privind umiditatea reală a materialului;
- pentru alte materiale, care nu sunt cuprinse în tabelele actualizate de valori de proiectare însoțite de autoritatea de reglementare, la propunerea companiilor specializate și asociațiilor profesionale, conductivitatea termică de calcul se va stabili pe baza conductivității termice declarate de producător (documente recomandate standardele europene SR EN ISO 10456:2008 + SR EN ISO 10456:2008/AC:2010, SR EN 1745:2012 precum și reglementarea tehnică MP 022-02), luându-se în considerare condițiile reale de exploatare.

Parametrii de performanță caracteristici elementelor de anvelopă, necesari pentru evaluarea performanței energetice a clădirilor sunt :

- rezistențe termice totale unidirecționale (R), respectiv transmitanțe termice unidirecționale (U),
- rezistențe termice (R'), respectiv transmitanțe termice (U') totale corectate cu efectul punților termice; raportul dintre rezistența termică totală corectată și rezistența termică totală unidirecțională este coeficientul de reducere a rezistenței termice totale, unidirecționale (r),
- rezistențe termice corectate, medii, pentru fiecare tip de element de clădire perimetral, pe ansamblul clădirii (R'_m);
- rezistență termică corectată, medie, a anvelopei clădirii (R'_M); respectiv transmitanță termică corectată, medie, a anvelopei clădirii (U'_M);
- transmitanța termică liniară a punților termice liniare, medie, a anvelopei clădirii Ψ_m [W/(m·K)].
- transmitanța termică punctuală a punților termice punctuale, medie, a anvelopei clădirii χ_m [W/(K)].

Alți parametri utilizați sunt:

- indicele de inerție termică D ,
- rezistența la difuzia vaporilor de apă,
- coeficienții de stabilitate termică pentru elemente de clădire (coeficientul de amortizare ν_T , coeficientul de defazaj ε , coeficientul de stabilitate Φ_i); pentru determinarea stabilității

termice a încăperilor se calculează amplitudinea de oscilație a aerului interior
 A_T : coeficientul de absorbție a suprafeței corelat cu culoarea și starea suprafeței,

- factorul solar pentru vitraje, g ,
- raportul de vitrare $v = A_{\text{tamplarie exteriora}} / (A_{\text{opacă pereti exteriori}} + A_{\text{tamplarie exteriora}})$

Se determină următorii parametri:

- Rezistențele termice corectate ale elementelor de clădire (R'), respectiv transmitanțele termice corectate (U') - cu luarea în considerare a influenței punților termice, permițând :
 - compararea valorilor calculate pentru fiecare încăpere în parte, cu valorile normate: rezistențele termice, minime necesare din considerente igienico-sanitare și de confort (R'_{nec});
 - compararea valorilor calculate pe ansamblul clădirii (R'_m), cu valorile normate/de referință: rezistențele termice minime, normate, stabilite în mod convențional, în scopul economisirii energiei în exploatare (R'_{min}); respectiv compararea valorilor calculate pe ansamblul clădirii (U'_m), cu transmitanțele termice maxime, normate/de referință, stabilite în mod convențional, în scopul economisirii energiei în exploatare (U'_{max});
- Rezistența termică corectată, medie, a anvelopei clădirii (R'_M); respectiv transmitanța termică corectată, medie, a anvelopei clădirii (U'_M); acești parametri se utilizează pentru determinarea consumului anual de energie total și specific (prin raportare la aria de referință a pardoselii) pentru încălzirea spațiilor la nivelul sursei de energie a clădirii - conform prevederilor din Metodologie referitoare la Auditul și certificatul de performanță energetică ale clădirii;
- Temperaturile pe suprafețele interioare ale elementelor de clădire, permițând :
 - verificarea riscului de condens superficial, prin compararea temperaturilor minime θ_{si} cu temperatura punctului de rouă θ_r și calculul factorului de temperatură superficială f_{Rsi} conform SR EN ISO 13788 și compararea acestuia cu valoarea critică, funcție de umiditatea relativă a aerului interior și temperatura aerului exterior;
 - verificarea condițiilor de confort interior, prin asigurarea indicilor globali de confort termic PMV și PPD, în funcție de temperaturile medii de pe suprafețele interioare ale elementelor de construcție perimetrale.

Pentru a se evita pierderile termice excesive și problemele locale de formare a condensului pe suprafețele reci, trebuie să se acorde atenție asigurării continuității izolației și limitării punților termice locale, de exemplu în jurul ferestrelor, ușilor și altor deschideri în anvelopa clădirii, la intersecțiile dintre elemente de construcție și în alte locuri (de exemplu punți termice străpunse). În general, punțile termice nu trebuie să prezinte riscul de condensare la suprafață sau interstițială și nici să favorizeze dezvoltarea mușcăturilor, în acest sens fiind obligatorie verificarea cerinței în condiții de referință / de proiectare.

Pentru evitarea riscului de apariție a unor fenomene legate de confortul interior și condițiile minime igienico-sanitare, se atrage atenția asupra importanței efectuării următoarelor verificări :

- evaluarea comportării elementelor de construcție perimetrale la fenomenul de condens superficial;
- evaluarea comportării elementelor de construcție perimetrale la difuzia vaporilor de apă;
- evaluarea stabilității termice a elementelor de construcție perimetrale și a încăperilor.

Influența punților termice asupra necesarului de energie se ia în considerare prin corectarea rezistențelor termice R , respectiv a transmitanțelor termice U cu valorile transmitanțelor termice liniare ψ și punctuale χ și astfel obținând valorile corectate R' și U' .

Fizic, condiția de evitare a riscului de condens superficial este ca valoarea temperaturii superficial minime să nu coboare sub temperatura punctului de rouă, $\theta_{si} > \theta_r$.

Cei doi parametri nu reflectă doar caracteristicile constructive al punții termice, ci depind și de o serie de parametri variabili: temperatura aerului interior, temperatura aerului exterior, umiditatea relativă a aerului interior. Acest lucru face dificilă utilizarea acestui parametru într-un material de tip catalog.

A apărut propunerea de utilizare a factorului de temperatură pentru aprecierea riscului de condens superficial în zona punților termice, introducând un criteriu care poate fi exprimat prin valori ale parametrilor caracteristici punților termice, rezistența termică în câmp, R , și în dreptul punții R_{min} . Acest parametru, care poate fi definit și ca un indicator al nivelului de izolare termică, poate fi calculat în orice punct al anvelopei, inclusiv în zona de rezistență termică minimă din dreptul punții termice. În aceste condiții, fiecare tip de punte poate fi caracterizată prin valoarea coeficientului ψ și a factorului de temperatură, f_{Rsi} .

Factorul de temperatură superficială, f_{Rsi} , este definit cu relația:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{R - R_{si}}{R} \quad (2.1a)$$

Astfel, cu ajutorul acestui factor, se apreciază că nu există risc de condens superficial dacă:

$$f_{Rsi} > f_{Rsi, \text{ critic}}$$

Acest factor a fost introdus în reglementarea românească prin ORDIN MDRT nr. 1590/24.08.2012 pentru modificarea și completarea Părții a 3-a - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/3, din cadrul Reglementării tehnice "Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor", indicativ C107-2005, aprobată prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2.055/2005 – Anexa K: Catalog cu punți termice specifice clădirilor (publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr.650bis/12.IX.2012)

Apare problema valorii critice ale factorilor de temperatură, respectiv a valorilor sub care este posibilă apariția condensului; aceste valori depind de parametrii caracteristici mediului interior, dar și de condițiile de climat exterior, ca urmare, sunt diferite de la o țară la alta.

Pentru condiții specifice României, valorile critice ale factorului temperaturii superficiale sunt prezentate în fig. 2.3. Umiditatea relativă maximă la care apare riscul de condens este în funcție de valoarea factorului de temperatură superficială și temperatura aerului exterior. Temperatura aerului interior a fost considerată $\theta_i = 20^\circ \text{C}$.

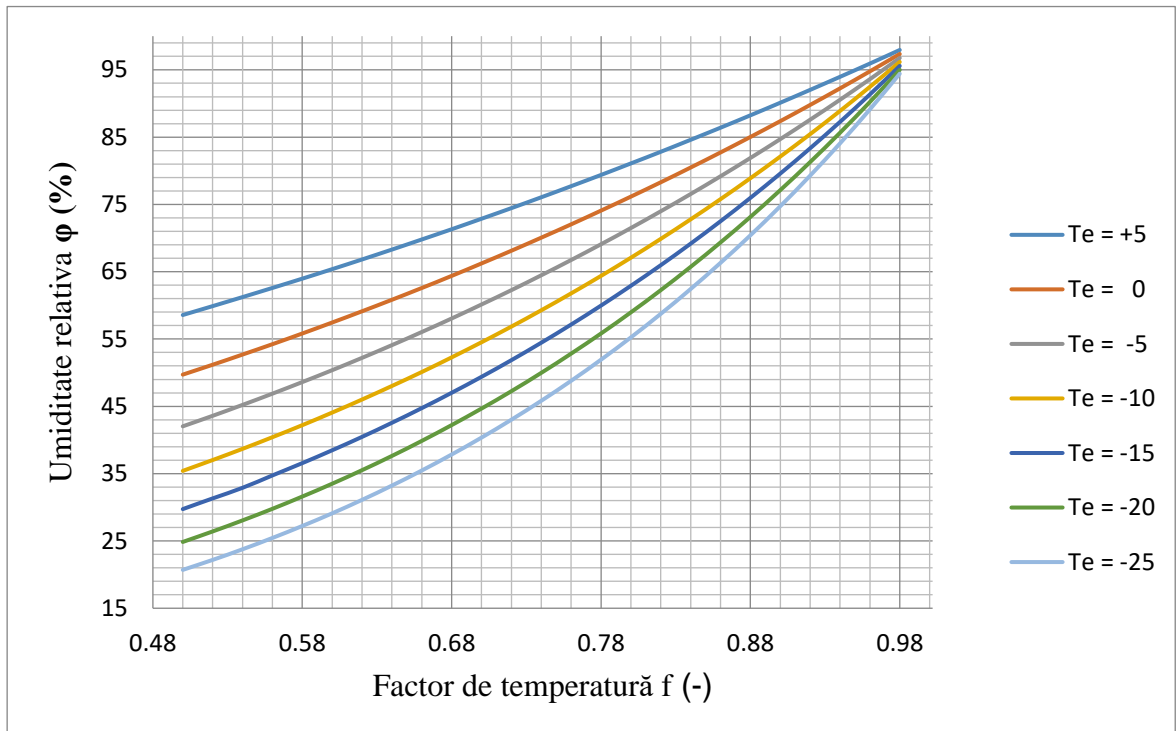


Figura 2.3. Valorile critice ale factorului de temperatură funcție de umiditatea relativă a aerului interior și temperatura aerului exterior.

Tabel 2.3. Valori ale umidității relative limită de evitare a condensului superficial pentru diferite valori ale factorului de temperatură superficială și ale temperaturii aerului exterior ($\theta_i = 20^\circ\text{C}$)

f _{Rsi}	θ_e °C							
	+5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C	-25°C	-30°C
0.50	58.57	49.71	42.03	35.41	29.73	24.85	20.70	17.16
0.52	59.89	51.18	43.59	37.02	31.32	26.41	22.18	18.56
0.54	61.23	52.69	45.21	38.68	32.89	28.05	23.76	20.06
0.56	62.59	54.23	46.88	40.41	34.73	29.77	25.44	21.67
0.58	63.97	55.82	48.60	42.20	36.56	31.59	27.22	23.38
0.60	65.38	57.45	50.37	44.07	38.47	33.50	29.10	25.22
0.62	66.82	59.12	52.20	46.01	40.46	35.51	31.10	27.18
0.64	68.29	60.83	54.09	48.02	42.55	37.63	33.22	29.27
0.66	69.79	62.58	56.04	50.10	44.73	39.86	35.46	31.50
0.68	71.31	64.38	58.05	52.27	47.01	42.21	37.84	33.87
0.70	72.87	66.23	60.13	54.52	49.38	44.67	40.35	36.41
0.72	74.45	68.12	62.26	56.85	51.86	47.25	43.01	39.11
0.74	76.06	70.06	64.47	59.27	54.45	49.97	45.82	41.98
0.76	77.71	72.04	66.74	61.78	57.15	52.83	48.79	45.03
0.78	79.38	74.08	69.08	64.38	59.97	55.82	51.93	48.27
0.80	81.09	76.16	71.49	67.08	62.91	58.96	55.24	51.93
0.82	82.82	78.29	73.98	69.88	65.97	62.26	58.74	55.39
0.84	84.60	80.48	76.54	72.78	69.17	65.72	62.43	59.27
0.86	86.40	82.72	79.18	75.78	72.50	69.35	66.32	63.40
0.88	88.24	85.02	81.90	78.89	75.97	73.14	70.41	67.77

f_{Rsi}	θ_e °C							
	+5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C	-25°C	-30°C
0.90	90.11	87.37	84.70	82.11	79.58	77.12	74.73	72.41
0.92	92.02	89.78	87.59	85.44	83.34	81.29	79.28	77.32
0.94	93.96	92.24	90.55	88.89	87.26	85.65	84.07	82.52
0.96	95.93	94.77	93.61	92.47	91.34	90.22	89.12	88.02
0.98	97.95	97.35	96.76	96.17	95.58	95.00	94.42	93.84

Pentru o valoare φ_i impusă și pentru diferite valori ale temperaturii aerului exterior θ_e , se poate afla care este valoarea $f_{Rsi \min}$, astfel încât să nu existe risc de condens superficial. De exemplu, pentru $\theta_e = -15$ °C și $\varphi_i = 60\%$, din tabel rezultă că trebuie ca $f_{Rsi} > 0,78$ pentru evitarea riscului de condens superficial.

Utilizarea factorului de temperatura superficială pentru verificarea riscului de condens a fost introdusă în SR EN ISO 13788. În România: Criteriul de evaluare a riscului de condens superficial și al mucegaiului este factorul temperaturii superficiale care reflectă nivelul de izolare în diferite zone ale anvelopei.

- ▶ pentru a evita apariția mucegaiului: $f_{Rsi} > 0,77$ (0,80)
- ▶ pentru evitarea riscului de condens: $f_{Rsi} > 0,70$

Pentru o proiectare corectă a clădirilor noi și a soluțiilor de reabilitare termoenergetică a celor existente, din acest punct de vedere, este necesar ca valoarea factorului de temperatură superficială să nu prezinte valori mai mici de 0.80 în nici un punct al anvelopei.

2.1.5. Regimuri de utilizare a clădirilor și influența acestora asupra performanței energetice

Clasificarea clădirilor în funcție de regimul lor de ocupare

În funcție de regimul de ocupare, clădirile se împart în două categorii:

- clădiri cu ocupare continuă – în care intră clădirile a căror funcționalitate impune ca temperatura mediului interior să nu scadă, în intervalul “ora 0 – ora 7” cu mai mult de 7°C sub valoarea normală de exploatare;
- clădiri cu ocupare discontinuă – în care intră clădirile a căror funcționalitate permite ca abaterea de la temperatura normală de exploatare să fie mai mare de 7°C pe o perioadă de 10 ore pe zi, din care 5 ore în intervalul “ora 0 – ora 7”.

Clasificarea tipurilor de funcționare ale instalațiilor de încălzire

Tipurile de funcționare ale instalațiilor de încălzire sunt:

- încălzire continuă;
- încălzire intermitentă.

Clasificarea clădirilor funcție de inerția termică inclusiv modul de stabilire a valorii acesteia

În funcție de inerția termică, clădirile se împart în trei clase:

- inerție termică mică;

- inerție termică medie;
- inerție termică mare.

Încadrarea clădirilor în una din clasele de inerție se face conform tabelului 2.4, în funcție de valoarea raportului:

$$\frac{\left(\sum_j m_j \cdot A_j \right)}{A_d} \quad [\text{kg/m}^2] \quad (2.2)$$

în care:

- m_j - masa unitară a fiecărui element de clădire component j , care intervine în inerția termică a acestuia, în kg/m^2 ;
- A_j - aria utilă a fiecărui element de clădire j , determinată pe baza dimensiunilor interioare ale acestuia, în m^2 ;
- A_d - aria desfășurată a clădirii sau părții de clădire analizate, în m^2 .

Tabel 2.4. Clase de inerție termică

Raportul $\frac{\left(\sum_j m_j \cdot A_j \right)}{A_d}$	Inerția termică
până la 149 kg/m^2	mică
de la 150 până la 399 kg/m^2	medie
peste 400 kg/m^2	mare

La determinarea clasei de inerție se vor avea în vedere următoarele:

- dacă aria desfășurată a spațiului încălzit aferent clădirii analizate este mai mică sau egală cu 200 m^2 , calculul raportului dat de relația de mai sus se va face pe întreaga clădire;
- dacă aria desfășurată a spațiului încălzit aferent clădirii analizate este mai mare de 200 m^2 , calculul raportului dat de relația anterioară se va face pe o porțiune mai restrânsă, considerată reprezentativă pentru clădirea sau partea de clădire analizată.

În funcție de categoria de ocupare și de clasa de inerție, clădirile de împart în două categorii:

- clădiri de categoria 1, în care intră clădirile cu “ocupare continuă” și clădirile cu “ocupare discontinuă” de clasă de inerție termică mare;
- clădiri de categoria 2, în care intră clădirile cu “ocupare discontinuă” și clasă de inerție medie sau mică.

2.2. Cerințe minime de performanță termică și energetică la nivelul anvelopei

Cerințele minime de performanță energetică pentru elementele de clădire care fac parte din anvelopa clădirii, precum și pentru ansamblul clădirii, denumite în continuare *cerințe minime*, sunt stabilite diferențiat pentru clădirile noi și existente, precum și pentru diverse categorii de clădiri.

Aceste cerințe se grupează după schema următoare:

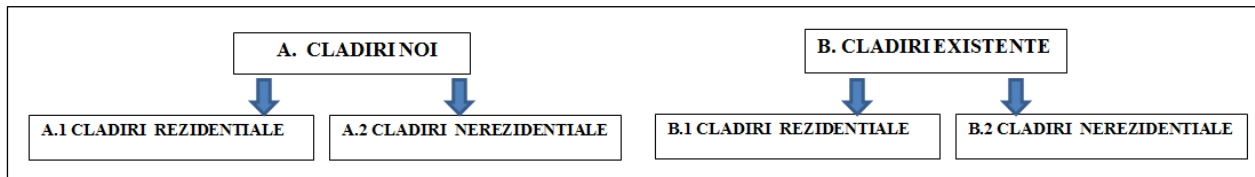


Figura 2.4. Schema cerințelor minime

2.2.1. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri noi

2.2.1.1. Clădiri rezidențiale

Pentru clădirile rezidențiale, cerințele minime pentru proiectarea clădirilor din punct de vedere energetic sunt structurate astfel:

- pe elementele de clădire care fac parte din anvelopa clădirii, unde cerința minimă este rezistența termică corectată minimă pentru fiecare element de clădire al clădirii, R'_{min} [m^2K/W], respectiv transmitanța termică corectată maximă a acestora, U'_{max} [$W/(m^2K)$];
- pe ansamblul clădirii, unde cerințele minime sunt:
 - a) coeficientul global de izolare termică, G [$W/(m^3K)$]
 - b) consumul anual specific maxim de energie primară din surse neregenerabile pentru încălzirea clădirii.

Tabel 2.5.a Rezistențe termice corectate minime (valori normate/de referință)

ELEMENT DE ANVELOPĂ	R'_{min} [m^2K/W]	U'_{max} [W/m^2K]
Pereți exteriori (exclusiv suprafețele vitrate, inclusiv pereții adiacenți rosturilor deschise)	2,50	0,40
Tâmplărie exterioară	0,90	1,10
Planșee peste ultimul nivel, sub terase sau poduri	7,00	0,14
Planșee peste subsoluri neîncălzite și pivnițe	2,90	0,35
Pereți adiacenți rosturilor închise	1,10	0,90
Planșee care delimitează clădirea la partea inferioară, de exterior (la bowindowuri, ganguri de trecere, ș.a.)	4,50	0,22
Plăci pe sol (peste cota terenului sistematizat - CTS)	4,50	0,22
Plăci la partea inferioară a demisolurilor sau a subsolurilor încălzite (sub CTS)	4,80	0,21
Pereți exteriori, sub CTS, la demisolurile sau la subsolurile încălzite	2,90	0,35

Pentru elementele vitrate ale clădirilor rezidențiale, care fac parte din anvelopa clădirii, unde, pe lângă transmitanța termică corectată maximă a acestora, este necesară și cerința de alegere a unui factor solar optim. Se recomandă:

- în cazul în care există sisteme de umbrire exterioare, cu ajutorul cărora se poate controla cantitatea de energie solară incidentă pe vitraj, factorul solar g se recomandă să fie mai mare de 0,50;
- în cazul în care nu există sisteme de umbrire exterioare, factorul solar g al vitrajului se va alege în funcție de expunerea vitrajului la lumina soarelui și de zona climatică (Tabel 2.5.b.)

Notă: factorul solar g reprezintă fracția din energia solară incidentă, care trece prin elementul vitrat.

Sunt considerate expuse la lumina soarelui vitrajele care au orientarea cuprinsă în unghiul AOB indicat cu albastru din figura 2.5 :

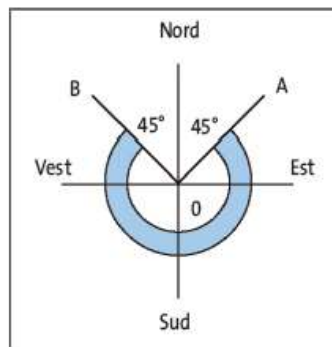


Figura 2.5. Orientarea vitrajelor expuse la lumina soarelui

Factorul solar g optim se alege în funcție de mai mulți factori, cum ar fi:

- obținerea unui minim de energie necesară pe perioada unui an pentru încălzire + răcire;
- ponderea ariei vitrate în cadrul anvelopei;
- prin alegerea unui factor solar optim, dimensionarea instalațiilor de încălzire, ventilare și condiționare va fi de asemenea optimă.

Tabel 2.5.b. Factorul solar g al elementelor vitrate din anvelopa clădirilor rezidențiale (valori recomandate)

Factor solar, g - elemente vitrate					
Orientare elemente vitrate	Zona climatică				
	I	II	III	IV	V
Expuse la lumina soarelui	0,30 ÷ 0,37	0,33 ÷ 0,43	0,37 ÷ 0,47	0,43 ÷ 0,50	> 0,50

Pentru vitrajele care nu sunt expuse la radiația solară directă, factorul solar g poate fi > 0,50 indiferent de zona climatică.

Dacă se dorește același aspect al vitrajelor pe toate orientările, vitrajul ales pentru orientarea expusă la radiația solară directă se poate pune și pe orientarea ne-expusă la radiația solară directă.

Astfel, la proiectarea, din punct de vedere energetic, a clădirilor rezidențiale, trebuie respectate, cumulativ, următoarele:

- $R'_m \geq R'_{min}$ pentru fiecare element de clădire, respectiv, $U' \leq U'_{max}$ [W/(m²K)],
- $G \leq G_N$ [W/m³K]

c) consumul anual specific de energie primară ~~din surse neregenerabile?~~ pentru încălzirea clădirii $q_{an} \leq q_{an,max}$, unde pentru clădiri cu regim de înălțime supraterană $< P+4E$, $q_{an,max}=153kWh/m^2an$ iar pentru clădiri cu regim de înălțime supraterană $\geq P+4E$ $q_{an,max}=117kWh/m^2an$.

Tabel 2.5a. Valorile normate/de referință ale coeficientul global de izolare termică – GN

Numărul de niveluri N	A/V	GN	Numărul de niveluri N	A/V	GN
	[m ² /m ³]	[W/m ³ K]		[m ² /m ³]	[W/m ³ K]
1	0,80	0,39	4	0,25	0,14
	0,85	0,41		0,30	0,15
	0,90	0,43		0,35	0,16
	0,95	0,44		0,40	0,17
	1,00	0,46		0,45	0,18
	1,05	0,47		0,50	0,19
	≥1,10	0,48		≥0,55	0,19
2	0,45	0,29	5	0,20	0,13
	0,50	0,18		0,25	0,14
	0,55	0,20		0,30	0,15
	0,60	0,21		0,35	0,16
	0,65	0,21		0,40	0,17
	0,70	0,22		0,45	0,18
	≥0,75	0,22		≥0,50	0,18
3	0,30	0,14	≥10	0,15	0,12
	0,35	0,16		0,20	0,13
	0,40	0,17		0,25	0,14
	0,45	0,18		0,30	0,15
	0,50	0,19		0,35	0,16
	0,55	0,20		0,40	0,17
	≥0,60	0,21		≥0,45	0,17

Notă: Pentru alte valori A/V și N, coeficientul global de izolare termică se interpolează liniar

Valorile normate pentru aprecierea stabilitatii termice la cladirile de locuit:

Tabel 2.5b. Stabilitatea termica a elementelor de constructie

ELEMENTUL DE CONSTRUCTIE		VALORI MINIME		
		ν_T	ε	Φ_i
		-	ore	-
Zona opaca a peretilor exteriori		15	8	5
Planseul peste ultimul nivel (parte opaca)	Sub terase	25	10	6
	Sub poduri	10	8	3

Tabel 2.5c. Stabilitatea termică a încăperilor

Amplitudinea de oscilație a temperaturii interioare	a iarna	$A_{Ti} \leq$	1°C
---	---------	---------------	-----

2.2.1.2. Clădiri nerezidențiale

Pentru clădirile nerezidențiale, cerințele minime pentru proiectarea clădirilor din punct de vedere energetic sunt structurate astfel:

- pe elementele de clădire care fac parte din anvelopa clădirii, unde cerința minimă este rezistența termică corectată minimă pentru fiecare element de clădire al clădirii, R'_{min} [m²K/W], respectiv transmitanța termică corectată maximă a acestora, U'_{max} [W/(m²K)];
- pe ansamblul clădirii, unde cerințele minime sunt:
 - a) coeficientul global de izolare termică, G_1 [W/(m³K)] ;
 - b) consumul anual specific maxim de energie primară ~~din surse neregenerabile?~~ pentru încălzirea clădirii.

Tabel 2.6. Consumul anual specific maxim, $q_{an,max}$, de energie primară ~~din surse neregenerabile?~~ pentru încălzirea clădirii, pentru toate zonele climatice

Clădire nerezidențială	Consumul anual specific maxim al energiei primare $q_{an,max}$ [kWh/m ² an]
Clădire de birouri	60
Spațiu comercial	101
Clădire de învățământ	123
Clădire pentru sănătate	149
Clădire pentru turism*)	81

Valorile de control - coeficienți de control – pe elementele de clădire, structurate diferențiat pe zone climatice și categorii de clădiri, sunt prevăzute în tabelele următoare.

Tabel 2.7. Valorile coeficienților de control pentru clădiri de categoria I

Tipul de clădire	Zona climatică	a [m ² K/W]	b [m ² K/W]	c [m ² K/W]	d [W/mK]	e [m ² K/W]
Spitale, creșe și policlinici	I	1,70	4,00	2,40	1,40	0,77
	II	1,75	4,50	2,50	1,40	0,77
	III	1,80	5,00	2,90	1,40	0,77
	IV	1,85	5,50	3,00	1,40	0,77
	V	1,90	6,00	3,10	1,40	0,77
Clădiri de învățământ și pentru sport	I	1,70	4,00	2,10	1,40	0,77
	II	1,75	4,50	2,50	1,40	0,77
	III	1,80	5,00	2,90	1,40	0,77
	IV	1,85	5,50	3,00	1,40	0,77
	V	1,90	6,00	3,10	1,40	0,77

Birouri, clădiri comerciale și hoteliere ^{*)}	I	1,60	3,50	2,40	1,40	0,70
	II	1,70	4,00	2,50	1,40	0,70
	III	1,80	4,50	2,60	1,40	0,70
	IV	1,85	5,00	2,70	1,40	0,70
	V	1,90	5,50	2,80	1,40	0,70
Alte clădiri (industriale cu regim normal de exploatare)	I	1,10	3,00	1,10	1,40	0,60
	II	1,10	3,00	1,20	1,40	0,60
	III	1,10	3,00	1,30	1,40	0,60
	IV	1,10	3,00	1,40	1,40	0,60
	V	1,10	3,00	1,50	1,40	0,60

^{*)} pentru partea de cazare se aplică prevederile pentru clădirile rezidențiale.

Notă: Clădirile nerezidențiale de categoria 1 sunt acele clădiri cu “ocupare continuă” și clădiri cu “ocupare discontinuă” de clasă de inerție mare, a căror funcționalitate impune ca temperatura mediului interior să nu scadă (în intervalul “ora 0 - ora 7”) cu mai mult de 7°C sub valoarea normală de exploatare.

Tabel 2.8. Valorile coeficienților de control pentru clădirile de categoria 2

Tipul de clădire	Zona climatică	a [m ² K/W]	b [m ² K/W]	c [m ² K/W]	d [W/mK]	e [m ² K/W]
Spitale, creșe și policlinici	I	1,50	4,00	2,00	1,40	0,77
	II	1,55	4,50	2,30	1,40	0,77
	III	1,60	5,00	2,60	1,40	0,77
	IV	1,65	5,50	2,65	1,40	0,77
	V	1,70	6,00	2,70	1,40	0,77
Clădiri de învățământ și pentru sport	I	1,50	4,00	2,00	1,40	0,77
	II	1,55	4,50	2,30	1,40	0,77
	III	1,60	5,00	2,60	1,40	0,77
	IV	1,65	5,50	2,65	1,40	0,77
	V	1,70	6,00	2,70	1,40	0,77
Birouri, clădiri comerciale și hoteliere ^{*)}	I	1,50	3,50	2,00	1,40	0,70
	II	1,55	4,00	2,30	1,40	0,70
	III	1,60	4,50	2,60	1,40	0,70
	IV	1,65	5,00	2,65	1,40	0,70
	V	1,70	5,50	2,70	1,40	0,70
Alte clădiri (industriale cu regim normal de exploatare)	I	1,50	2,90	1,00	1,40	0,60
	II	1,55	2,90	1,10	1,40	0,60
	III	1,60	2,90	1,20	1,40	0,60
	IV	1,65	2,90	1,30	1,40	0,60
	V	1,70	2,90	1,40	1,40	0,60

^{*)} pentru partea de cazare se aplică prevederile pentru clădirile rezidențiale.

Notă: Clădirile nerezidențiale de categoria 2 sunt acele clădiri cu “ocupare discontinuă”, cu excepția celor din clasa de inerție mare, a căror funcționalitate permite ca abaterea de la

temperatura normală de exploatare să fie mai mare de 7°C pe o perioadă de 10 ore pe zi, din care cel puțin 5 ore în intervalul “ora 0 - ora 7”.

Valorile normate/de referință ale coeficientului global de izolare termică, $G1_{ref}$ [W/(m³K)], se determină pe baza coeficienților de control prevăzuți în tabelele 2.7 sau 2.8 și a suprafețelor aferente acestor elemente, cu relația:

$$G1_{ref} = \frac{1}{V} \left[\frac{A_1}{a} + \frac{A_2}{b} + \frac{A_3}{c} + d \cdot P + \frac{A_4}{e} \right] \quad [W/(m^3K)] \quad (2.3)$$

Pentru elementele vitrate ale clădirilor nerezidențiale, care fac parte din anvelopa clădirii, unde, pe lângă transmitanța termică corectată maximă a acestora, este necesară și cerința de alegere a unui factor solar optim (factorul solar g reprezintă fracția din energia solară incidentă ce trece prin elementul vitrat) se recomandă:

- în cazul în care există sisteme de umbrire exterioare, cu ajutorul cărora se poate controla cantitatea de energie solară incidentă pe vitraj, factorul solar g trebuie să fie mai mare de 0,50;
- în cazul în care nu există sisteme de umbrire exterioare, factorul solar g al vitrajului se va alege în funcție de expunerea vitrajului la radiația solară directă și de zona climatică (Tabel 2.8.b.).

Tabel 2.8b. Factorul solar g al elementelor vitrate care fac parte din anvelopa clădirilor nerezidențiale (valori recomandate)

Factor solar, g - elemente vitrate					
Orientare elemente vitrate	Zona climatică				
	I	II	III	IV	V
Expuse la lumina soarelui	0,18 ÷ 0,35	0,21 ÷ 0,38	0,24 ÷ 0,40	0,27 ÷ 0,43	> 40

Pentru vitrajele care nu sunt expuse la radiația solară directă, factorul solar g se recomandă a fi > 0,50 indiferent de zona climatică.

Dacă se dorește același aspect al vitrajelor pe toate orientările, se poate pune și pe orientarea ne-expusă la radiația solară directă vitrajul ales pentru orientarea expusă la radiația solară directă.

Factorul solar g optim se alege în funcție de mai mulți factori, cum ar fi:

- obținerea unui minim de energie necesară pe perioada unui an pentru încălzire + răcire;
- ponderea ariei vitrate în cadrul anvelopei;
- modul de ocupare / funcționare al clădirii (exemplu, unitățile de învățământ nu funcționează sau au funcționare foarte scăzută în perioada vacanței de vară, deci se poate alege un factor solar mai ridicat);
- prin alegerea unui factor solar optim, dimensionarea instalațiilor HVAC va fi de asemenea optimă.

2.2.2. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri existente

2.2.2.1 Clădiri rezidențiale

La renovarea/renovarea majoră din punct de vedere energetic a clădirilor rezidențiale existente, este obligatorie îndeplinirea cumulativă a condițiilor de la paragraful 2.2.1.1. Pentru clădirile rezidențiale pentru care nu se pot realiza cerințele minime pentru unul sau mai multe elemente ale

clădirii, $R'_m \geq R'_{min}$, de exemplu la calcanele învecinate cu alte clădiri sau când se consideră că trebuie păstrate fațade cu valoare arhitecturală, este obligatorie îndeplinirea condiției $q_{an} \leq q_{an,max}$.

2.2.2.2 Clădiri nerezidențiale

La renovarea/renovarea majoră din punct de vedere energetic a clădirilor nerezidențiale existente, este obligatorie îndeplinirea condiției prevăzute la paragraful 2.2.1.2, respectiv, $q_{an} \leq q_{an,max}$.

Și în acest caz se recomandă să nu se intervină cu termoizolație suplimentară pe exteriorul fațadelor cu valoare arhitecturală care se dorește a fi păstrate.

2.2.3. Cerințe minime de confort higrotermic în clădirile noi

Cerințele minime de confort higrotermic pentru elementele de clădire care fac parte din anvelopa clădirii, precum și pentru ansamblul clădirilor noi și existente, sunt stabilite diferențiat pentru diverse categorii de clădiri:

- a) pe elementele de construcție care fac parte din anvelopa clădirii;
- b) pe ansamblul clădirii.

2.2.3.1. Cerințele minime de confort higrotermic pentru elementele clădirilor

Pentru clădirile rezidențiale și nerezidențiale, acestea se referă la:

a. diferența maximă de temperatură admisă între temperatura interioară și temperatura medie a suprafeței interioare - $\Delta\theta_{i,max}$ pentru considerente de confort higrotermic. Pentru partea opacă a clădirii, valorile normate $\Delta\theta_{i,max}$ sunt prezentate în Tabelul VI din Partea 3 - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/3 pentru diverse destinații și funcțiuni specifice. La elementele de clădire ale încăperilor în care staționarea oamenilor este de scurtă durată (*de exemplu* casa scării, holurile de intrare în clădirile de locuit, ș.a.) valorile $\Delta\theta_{i,max}$ se măresc cu 1 K.

b. rezistența termică corectată a elementului de clădire, calculată cu luarea în considerație a influenței tuturor punților termice asupra acestuia, calculată pentru fiecare încăpere, să fie mai mare decât valoarea de control R'_{nec} – rezistența termică necesară din considerente igienico-sanitare, calculată conform art. 13.1 din Partea 3 - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/3;

c. temperatura superficială minimă $\theta_{si,min}$ pentru evitarea riscului de condens superficial pe suprafața interioară a elementelor de construcție care alcătuiesc anvelopa clădirilor, pentru care trebuie respectată condiția $\theta_{si,min} > \theta_r$ [°C]

unde valorile temperaturilor superficiale medii $\theta_{si,min}$ se limitează indirect prin normarea indicatorilor globali de confort termic, precum și a indicatorilor specifici disconfortului local.

Pentru cazurile și detaliile curente, temperaturile superficiale minime $\theta_{si,min}$ se dau în tabelele cuprinse în cataloagele de valori precalculate pentru punți termice uzuale, prezentate în Anexa K din Partea 3 - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/3;

θ_r - temperatura punctului de rouă se poate determina din anexa B din Partea 3 - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C

107/3, în funcție de temperatura interioară convențională de calcul și de umiditatea relativă a aerului interior.

sau:

$f_{Rsi} > f_{Rsi, critic} (0,80)$

conform 2.1.4 și ORDIN MDRT nr. 1590/24.08.2012 pentru modificarea și completarea Părții a 3-a - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/3, din cadrul Reglementării tehnice "Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor", indicative C107-2005, aprobată prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2.055/2005 – Anexa K: Catalog cu punți termice specifice clădirilor (publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr.650bis/12.IX.2012).

2.2.3.2 Pentru clădirile rezidențiale și asimilate acestora, cerințele minime pe ansamblul clădirii

Din punct de vedere al confortului higrotermic, acestea se referă la debitul minim de aer proaspăt. Numărul mediu de schimburi de aer pe oră, [h^{-1}] este prezentat pentru diverse categorii de clădiri în Anexa I din Partea I - Normativ privind calculul performanțelor termoenergetice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/1.

2.2.3.3. Pentru clădirile nerezidențiale, cerințele minime pe ansamblul clădirii

Din punct de vedere al confortului higrotermic acestea se referă la:

- a) debitul de aer proaspăt în cazul ventilării clădirilor cu prezența umană, pentru care sunt prezentate valori, în funcție de clasa de ambianță, în Tabelele 5.4.1 și 5.4.2 din Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare, indicativ I 5-2010.
- b) permeabilitatea la aer a elementelor de închidere ale unei clădiri trebuie să fie astfel încât rata de ventilare suplimentară în raport cu rata de ventilare specifică să nu fie mai mare, în medie, de 0,2 schimburi pe oră, în sezonul de încălzire. Cerințele minime privind asigurarea calității aerului interior prin ventilare trebuie respectate în funcție de destinația încăperii, tipul surselor de poluare și activitatea care se desfășoară în încăperea. Nivelul de CO₂ pentru diferite categorii de calitate a aerului interior este prezentat în Tabelul 3.2 din Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare, indicativ I 5-2010.

Este obligatorie încercarea de performanță conform SR EN ISO 9972. Performanțele minime de etanșitate/permeabilitate la aer a anvelopei clădirii trebuie să respecte următoarele cerințe:

- clădiri cu ventilare naturală (exclusiv efectul deschiderilor de ventilare controlată/reglabile):
 $n_{50} < 3,0$ sch/h la 50 Pa sau $q_{50} < 3,0$ m³/(h.m²),
- clădiri cu ventilare mecanică: $n_{50} < 1,5$ sch/h la 50 Pa sau $q_{50} < 1,5$ m³/(h.m²).
- nZEB: $n_{50} < 1,0$ sch/h la 50 Pa sau $q_{50} < 1,0$ m³/(h.m²).
- cerințele se aplică la toate clădirile.

Pentru clădirile la care $n_{50} < 1,5$ sch/h la 50 Pa sau $q_{50} < 1,5$ m³/(h.m²), este obligatorie prevederea de sisteme de ventilare mecanică cu recuperarea căldurii.

2.2.4. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri cu consum de energie aproape egal cu zero (nZEB)

Cerințele minime de performanță energetică pentru clădirile noi cu consum de energie aproape egal cu zero privind consumul de energie primară și emisiile de CO₂, sunt prezentate distinct, în tabelul 2.11, pe categorii de clădiri și zone climatice.

2.3. Rezistențe termice

2.3.1. Calculul rezistenței termice și al transmitanței termice ale elementelor de clădire opace

Calculul rezistenței termice și a transmitanței termice ale elementelor de clădire opace se face conform prevederilor din reglementarea termică C107-2005 (2010), cu modificările, precizările și completările făcute, în continuare, în prezentul subcapitol.

Pentru calculul rezistenței termice unidirecționale, documentul recomandat este SR EN ISO 6946).

Rezistența termică unidirecțională a unui element de clădire alcătuit din unul sau mai multe straturi din materiale omogene, fără punți termice, inclusiv din eventuale straturi de aer neventilat, dispuse perpendicular pe direcția fluxului termic, se calculează cu relația :

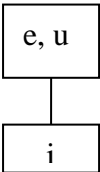
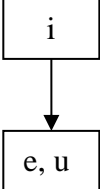
$$R = R_{si} + \sum R_j + \sum R_a + R_{se} \quad [m^2K/W] \quad (2.4)$$

Rezistențele la transfer termic superficial (R_{si} și R_{se}) se consideră în calcule în funcție de direcția și sensul fluxului termic; $R_{si} = 1/h_i$ și $R_{se} = 1/h_e$.

Pentru calculul câmpului de temperaturi în vederea verificării temperaturilor superficiale, valoarea rezistenței la transfer termic superficial interior R_{si} , în câmpul curent al elementului și pentru îmbinări 2-D sau 3-D în anvelopă, se consideră diferențiat (documente recomandate: SR EN ISO 10211).

Tabel 2.9. Coeficienți de transfer termic superficial h_i și h_e [$W/(m^2K)$] și rezistențe termice superficiale R_{si} și R_{se} [m^2K/W]

DIRECȚIA ȘI SENSUL FLUXULUI TERMIC	Elemente de clădire în contact cu:		Elemente de clădire în contact cu spații ventilate neîncălzite:	
	h_i/R_{si}	h_e/R_{se}	h_i/R_{si}	h_e/R_{se}
	<ul style="list-style-type: none"> exteriorul pasaje deschise (ganguri) 	<ul style="list-style-type: none"> subsoluri și pivnițe poduri balcoane și logii închise rosturi închise alte încăperi neîncălzite 	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}$
			$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$

	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}$ *)	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$
	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{24}{0,042}$ *)	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{12}{0,084}$

Valorile rezistențelor termice superficiale interioare din tabelul anterior sunt valabile pentru suprafețele interioare obișnuite, netratate (cu un coeficient de emisie $\varepsilon = 0,9$); valorile din tabel au fost determinate pentru o temperatură interioară evaluată la + 20 °C.

Valorile acestor rezistențe termice superficiale exterioare corespund următoarelor condiții:

- suprafața exterioară netratată, cu un coeficient de emisie $\varepsilon = 0,9$;
- temperatura exterioară $\theta_e = 0$ °C
- viteza vântului adiacent suprafeței exterioare $v = 4$ m/s

Pentru alte viteze ale vântului rezistența termică superficială exterioară se poate considera orientativ astfel:

Tabel 2.10. Rezistența de transfer termic superficial R_{se}

v	R_{se}
[m/s]	[m ² K/W]
1	0,08
2	0,06
3	0,05
4	0,04
5	0,04
7	0,03
10	0,02

Rezistențele termice ale straturilor de aer neventilat (R_a) se consideră, în funcție de direcția și sensul fluxului termic și de grosimea stratului de aer (document recomandat SR EN ISO 6946), pentru toate elementele de clădire, cu excepția elementelor de clădire vitrate.

Pentru modul în care se pot considera straturile de aer în calculele termotehnice în care există un oarecare grad de ventilare al spațiului de aer, deci o comunicare cu mediul exterior, se poate consulta documentul recomandat SR EN ISO 6946.

Relația de calcul a rezistenței termice se utilizează și pentru determinarea rezistenței termice în câmp curent, a elementelor de clădire neomogene (cu punți termice).

Pentru calculul câmpului de temperaturi în vederea verificării temperaturilor superficiale, valoarea rezistenței la transfer termic superficial interior R_{si} , în câmpul curent al elementului și pentru îmbinări 2-D sau 3-D în anvelopă, se consideră diferențiat (documente recomandate: SR EN ISO 10211:2017).

În calculul unidirecțional, suprafețele izoterme se consideră că sunt paralele cu suprafața elementului de construcție.

La elementele de construcție cu straturi de grosime variabilă (*de exemplu* la planșeele de la terase), rezistențele termice se pot determina pe baza grosimilor medii ale acestor straturi, aferente suprafețelor care se calculează.

Transmitanța termică/coeficientul unidirecțional de transmisie termică prin suprafață se determină cu relația :

$$U = \frac{1}{R} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad (2.5)$$

Dacă valorile R și U reprezintă rezultate finale ale calculelor termotehnice, ele pot fi rotunjite la 3 cifre semnificative (2 zecimale).

Punțile termice la clădiri determină o modificare a fluxurilor termice și a temperaturilor superficiale în comparație cu cele corespunzătoare unei structuri fără punți termice. Aceste fluxuri termice și temperaturi pot fi determinate cu un grad suficient de exactitate prin calcule numerice (document recomandat: SR EN ISO 10211).

Pentru punțile termice liniare este mai operativ să se utilizeze metode simplificate pentru estimarea transmitanțelor termice liniare (document recomandat: SR EN ISO 14683).

Rezistența termică corectată (cu influența punților termice) se determină la elementele de construcție cu alcătuire neomogenă; ea ține seama de influența punților termice asupra valorii rezistenței termice determinate pe baza unui calcul unidirecțional în câmp curent, respectiv în zona cu alcătuirea predominantă.

Rezistența termică corectată R' și respectiv transmitanța termică corectată U' se calculează cu relația generală :

$$U' = \frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{\sum(\psi \cdot l)}{A} + \frac{\sum\chi}{A} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad (2.6)$$

în care :

- R rezistența termică totală, unidirecțională, aferentă ariei A ;
- l lungimea punților liniare de același fel, din cadrul suprafeței A .
- ψ transmitanța termică liniară a tuturor punților termice liniare din cadrul suprafeței A
- χ transmitanța termică punctuală a tuturor punților termice liniare din cadrul suprafeței A

Rezistența termică corectată se mai poate exprima prin relația :

$$R' = r \cdot R \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (2.7)$$

în care r reprezintă coeficientul de reducere a rezistenței termice totale, unidirecționale :

$$r = \frac{1}{1 + \frac{R \cdot [\sum(\Psi \cdot l) + \sum\chi]}{A}} \quad [-] \quad (2.8)$$

Transmitanțele termice liniare ψ și punctuale χ aduc o corecție a calcului unidirecțional, ținând seama atât de prezența punților termice constructive, cât și de comportarea reală, bidimensională, respectiv tridimensională, a fluxului termic, în zonele de neomogenitate a elementelor de construcție.

Punțile termice punctuale rezultate la intersecția unor punți termice liniare, de regulă, se neglijează în calcule.

Transmitanțele termice liniare ψ și punctuale χ nu diferă în funcție de zonele climatice; ele se determină pe baza calculului numeric automat al câmpurilor de temperaturi. Pentru detalii uzuale se pot folosi valorile precalculate din tabelele cuprinse în Cataloage cu valori precalculate ale transmitanțelor termice liniare și punctuale (Anexa la ordinul nr. 1590/24.08.2015 și C107).

Documentarea calculelor valorilor transmitanțelor termice liniare și punctuale aferente tuturor punților termice semnificative, Ψ și χ se face prin prezentarea analizei tuturor detaliilor reprezentative anexat la raportul de calcul pentru îndeplinirea cerințelor minime de performanță energetică.

Rezistențele termice corectate cu efectul punților termice, R' , respectiv inversul acestora - transmitanțele termice, U' , se utilizează pentru determinarea coeficientul de transfer termic prin transmisie prin elementele clădirii care separă spațiul condiționat de aerul exterior, H_d .

Clădirile pot avea punți termice semnificative, unul dintre efecte fiind cel de creștere a fluxurilor termice disipate prin anvelopa clădirilor. În acest caz, pentru a se obține un coeficient de cuplaj termic corect, este necesară adăugarea unor termeni de corecție prin transmitanțele termice liniare și punctuale, astfel coeficientul de transfer termic direct se calculează cu relația :

$$H_d = \sum U_j A_j + \sum \psi_k l_k + \sum \chi_j \quad [\text{W/K}] \quad (2.8.1)$$

unde:

- H_d este coeficientul de transfer termic direct (cuplaj termic), în [W/K]; ;
- U_j este transmitanța termică a părții j de anvelopă a clădirii, în [W/(m²K)];
- A_j este aria pentru care se calculează U_j , în [m²];
- ψ_k este transmitanța termică liniară a punții termice liniare k , în [W/(mK)];
- l_k este lungimea pe care se aplică ψ_k , în m;
- χ_j este transmitanța termică punctuală a punții termice punctuale j , în [W/K].

sau, același lucru exprimat utilizând transmitanța termică corectată U'_j :

$$H_d = \sum U'_j A_j \quad [\text{W/K}] \quad (2.8.2)$$

unde:

U'_j este transmitanța termică corectată cu efectul punților termice, a părții j de anvelopă a clădirii, în $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$;

Valorile transmitanțelor termice liniare depind de sistemul de dimensiuni ale clădirii utilizat în calculul ariilor, efectuat pentru fluxurile unidimensionale.

Transmitanța termică liniară, ψ , se calculează cu relația:

$$\psi_j = \frac{1}{l_j} (L^{2D} - \sum U_j A_j) \quad [\text{W}/(\text{mK})] \quad (2.8.3)$$

unde:

L^{2D} este coeficientul liniar de cuplaj termic obținut printr-un calcul bidimensional al componentei care separă cele două medii considerate, în $[\text{W}/\text{K}]$;

U_j este transmitanța termică prin suprafața componentei unidimensionale j care separă cele două medii considerate, în $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$;

l_j este lungimea din modelul geometric bidimensional pe care se aplică valoarea U_j , în metri.

Fluxul termic disipat prin anvelopa clădirii, Φ , între mediile interior și exterior, având ca temperaturi θ_i și θ_e , poate fi calculat cu relația:

$$\Phi = H_{tr} (\theta_i - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (2.8.4)$$

Conform SR EN 13789:2017, coeficientul de transfer termic prin transmisie H_{tr} , se calculează cu relația:

$$H_{tr} = H_d + H_g + H_u + H_a \quad [\text{W}/\text{K}] \quad (2.8.5)$$

unde:

H_d este coeficientul de transfer termic direct (coeficientul de cuplaj termic) între spațiile încălzite/răcite și exterior, prin anvelopa clădirii, definit prin relația 2.8.2 în $[\text{W}/\text{K}]$;

H_g este coeficientul de transfer termic (cuplaj termic) prin sol, (documente recomandate: SR EN ISO 13370, SR EN ISO 12631) și care se admite a fi calculat în regim staționar (document recomandat: SR EN ISO 13789), în $[\text{W}/\text{K}]$;

H_u coeficientul de transfer termic prin transmisie prin spații neîncălzite (document recomandat: SR EN ISO 13789), în $[\text{W}/\text{K}]$.

H_a coeficientul de transfer termic prin transmisie, către clădirile adiacente, în $[\text{W}/\text{K}]$.

Coeficientul de transfer termic direct prin transmisie între mediile interior și exterior, reprezintă un flux de căldură datorită transmisiei termice printr-un element de clădire împărțit la diferența dintre temperaturile mediilor de pe fiecare față a construcției. Prin convenție, atunci când transferul de căldură se face între un spațiu condiționat și mediul exterior, semnul este pozitiv dacă transferul se face dinspre spațiu către exterior (pierdere de căldură).

Coeficientul de transfer termic prin ventilare reprezintă un flux de căldură datorită aerului care intră într-un spațiu condiționat prin infiltrație sau ventilare împărțit la diferența dintre temperatura aerului interior și temperatura aerului furnizat. Temperatura aerului infiltrat este egală cu temperatura aerului exterior.

Înainte de calcul, trebuie definit în mod clar spațiul condiționat al clădirii considerate. Elementele clădirii care se iau în considerare în calcule sunt cele care delimitează spațiile încălzite sau răcite (în mod direct sau indirect).

Anvelopa supraterană a clădirii se modelează prin elemente plane și liniare. Limitele dintre partea subterană a clădirii, care implică transferul termic prin pământ și partea supraterană a clădirii, care are transfer termic direct către mediul exterior sau către spațiile necondiționate, se consideră, următoarele:

- pentru clădiri cu planșee pe sol, planșee suspendate și subsoluri neîncălzite: nivelul suprafeței interioare a parterului (excluzând orice formă de acoperire a planșeului, cum ar fi covoarele);
- pentru clădiri cu subsolul încălzit: nivelul exterior al solului.

În privința pereților exteriori la clădiri cu pereți cortină în vederea elaborării CPE sau auditului energetic, se menționează următoarele (document de referință SR EN ISO 12631-2017) :

Aspecte specifice

- Stabilirea rezistenței termice corectate, $R'/$ transmitanței termice corectate, U' , pentru zonele de fațadă cu pereți cortină;
- Stabilirea transmitanțelor termice liniare ψ pentru îmbinări în colț ieșind, perete –acoperiș, perete - soclu sau perete cortină - fațadă tradițională, dacă este cazul.

Situații posibile

1. *Există proiectul clădirii, inclusiv a peretelui cortină și informații certe privind caracteristicile termice ale peretelui cortină, puse la dispoziție de către furnizor.*

Este situația cea mai simplă, în care datele oferite de furnizor sunt introduse în calculul anvelopei.

Este necesară stabilirea transmitanțelor termice liniare ψ pentru îmbinări în colț ieșind, perete –acoperiș, perete- soclu sau perete cortină- fațadă tradițională, dacă este cazul

2. *Există proiectul clădirii inclusiv al fațadei cortină din care rezultă:*

- geometria fațadei, respectiv distribuția montanților, traverselor, părților opace, vitrate, mobile sau fixe;
- caracteristicile geometrice ale elementelor metalice;
- detalii de îmbinări;
- caracteristicile termice ale părții opace/vitrate;
- transmitanțele termice liniare ψ pentru îmbinări.

Se stabilește performanța termică a fațadei cortină conform SR EN ISO 12631.

Pentru determinarea rezistenței termice medii pe întreaga clădire, este necesară stabilirea coeficienților lineari de transfer termic pentru îmbinări în colț ieșind, perete – acoperiș, perete - soclu sau perete cortină - fațadă tradițională, dacă este cazul.

3. *Nu există proiectul clădirii sau există dar nu conține informațiile referitoare la fațada cortină care să justifice încadrarea în situația 1 sau 2.*

Etape :

- Relevul fațadei cortină cu precizarea poziției zonelor opace/vitrate, mobile sau fixe;
- Stabilirea prin măsurători a procentului de suprafață metalică (îmbinări) în raport cu întreaga suprafață a fațadei;
- Stabilirea/adoptarea valorii U_v , caracteristica termică a vitrajului pe baza observațiilor directe corelate cu date din documentații făcute publice de firme producătoare;

- Stabilirea/adoptarea valorii U_p , pentru partea opacă, funcție de grosime, considerând conductivitatea termică a materialului termoizolant de 0,04 W/m.K.
- Determinarea transmitanței termice a panoului de perete cortină, U_w , ca o medie ponderată cu suprafețele, opac, vitrat;
- Determinarea transmitanței termice corectate a panoului de perete cortină prin aplicarea unei reduceri de 25...35%, funcție de ponderea suprafețelor metalice față de aria totală.

Pentru determinarea rezistenței termice medii pe întreaga clădire, este necesară stabilirea transmitanțelor termice liniare ψ pentru îmbinari în colț ieșind, perete – acoperiș, perete - soclu sau perete cortină - fațadă tradițională, dacă este cazul.

2.3.2. Transmitanța termică a elementelor vitrate (ferestre și uși)

Transmitanța termică a elementelor vitrate se va calcula, fie utilizând metoda simplificată (document recomandat SR EN ISO 10077-1 Partea 1) fie metoda numerică bidimensională (document recomandat SR EN ISO 10077-2- Partea 2).

Calculul acestor elemente de clădire se face conform prevederilor din reglementarea tehnică C107-2005, cu modificările și completările ulterioare.

Pentru pereții cortină documentul de referință este: SR EN ISO 12631.

Pentru a trata atât transferul de căldură cât și aporturile solare, pentru ferestre combinate cu un oblon și pentru elemente dinamice (vitate) de clădire, transmitanțele termice sunt detaliate la paragraful 2.7.3.1.

Tabel 2.10b. Mărimi relative la transmisia energiei solare

Coeficient de transmisie a energiei solare totale la o incidență normală, $g_{gl,n}$, pentru tipurile obișnuite de sticlă, geam necolorat și nedifuzant, pentru un unghi de înălțime solară de 45^0	
Tip	$g_{gl,n}$
Vitraj simplu	0,85
Vitraj dublu	0,75
Fereastra dublă	0,75
Vitraj triplu	0,70
Vitraj dublu, acoperire cu emisivitate redusă	0,65
Vitraj dublu, acoperire cu funcție multiplă (emisivitate redusă + control solar)	0,21 ÷ 0,55 (*)
Vitraj triplu, două acoperiri cu emisivitate redusă	0,50
Vitraj triplu, o acoperire cu funcție multiplă (emisivitate redusă + control solar) și o acoperire cu emisivitate redusă	0,19 ÷ 0,45 (*)

(*) – în funcție de tipul acoperirii cu funcție multiplă

2.3.3. Stabilirea prin calcul a parametrilor de performanță termică a elementelor de anvelopă aflate în contact cu solul

Pentru stabilirea prin calcul a parametrilor de performanță termică a elementelor de anvelopă aflate în contact cu solul se recomandă documentele C107/5-2005, SR EN ISO 13370:2017, SR EN 12831-1:2017.

Coeficientul de transfer termic prin sol, H_g , se poate calcula conform SR EN ISO 13370. În cazul în care există spații necondiționate, H_g se calculează ca și cum nu ar exista spațiile necondiționate.

SR EN ISO 13370 stabilește metode de calculul ale coeficientului de transfer termic prin transmisie pe bază lunară, $H_{g;an,m}$, luând în considerare inerția termică a solului. Acești coeficienți lunari pot fi definiți în funcție de coeficientul mediu anual, H_g , prin factori de corecție, b_m , unde pentru fiecare luna m :

$$b_m = H_{g;an,m} / H_g \quad (2.9)$$

Valorile lui b_m pot fi stabilite lunar sau în funcție de anotimp, la nivel national. Valoarea lui b este în mod obișnuit mai mică de 1 în timpul iernii și mai mare de 1 în decursul verii, deoarece în timpul iernii diferența efectivă de temperatură în pământ este mai mică decât diferența de temperatură între mediul interior și mediul exterior, iar în timpul verii este mai mare. Dacă media lunară a temperaturilor exterioare este mai mare decât cea a temperaturilor interioare, valoarea lui b poate fi negativă.

2.3.4. Rezistența termică /transmitanța termică medie a anvelopei clădirii

Rezistența termică corectată medie (R'_m) a unui element de clădire al anvelopei clădirii/transmitanța termică corectată medie a unui element de clădire al anvelopei clădirii, se calculează cu relația :

$$R'_m = \frac{1}{U'_{tm}} = \frac{\sum A_j}{\sum (A_j * U'_j)} \quad [m^2K/W] \quad (2.10)$$

în care :

U'_j transmitanțe termice corectate $[W/(m^2K)]$ aferente suprafețelor A_j .

Relația de calcul este valabilă și pentru determinarea rezistențelor termice medii ale unor elemente de clădire alcătuite din două sau din mai multe zone cu alcătuire omogenă; în această situație în această relație, în loc de U'_j se introduce transmitanța termică unidirecțională U_j , obținându-se rezistența termică medie $R_m = 1/U_m$.

Rezistența termică corectată medie a anvelopei clădirii (R'_M) / transmitanța termică medie a anvelopei clădirii ($U'_{clădire}$), se calculează cu relația :

$$R'_M = \frac{1}{U'_{clădire}} = \frac{\sum A_k}{\sum (A_k * U'_k)} \quad [m^2K/W] \quad (2.11)$$

Coeficientul de cuplaj termic (L), aferent unui element de clădire se calculează cu relația generală:

$$L_j = A_j * U'_j = \frac{A_j}{R'_j} \quad [m^2K/W] \quad (2.12)$$

în care indicele j se poate referi la o suprafață a elementului de construcție, la o încăpere, la un nivel sau la ansamblul clădirii.

Pentru ansamblul mai multor elemente de construcție, valorile L se pot însuma.

Fluxul termic Φ aferent unui element de clădire se calculează cu relația generală :

$$\Phi = L_j \cdot \Delta\theta \quad [\text{W}] \quad (2.12.1)$$

În cazul elementelor de construcție care separa spațiul interior încălzit de un spațiu neîncălzit, în locul valorii $\Delta\theta = \theta_i - \theta_e$ se utilizează diferența de temperatură $(\theta_i - \theta_e)$ în care θ_e reprezintă temperatura din spațiul neîncălzit, determinată pe baza unui calcul de bilanț termic.

Pentru ansamblul mai multor elemente de construcție, valorile Φ se pot însuma.

Coeficienții globali de izolare termică G pentru clădiri de locuit și G1 pentru clădiri cu altă destinație decât locuirea se calculează conform C107/1,2 – 2005.

2.4. Prevederi specifice pentru anvelopa clădirilor al căror consum de energie este aproape egal cu zero (nZEB)

Documentele care definesc în România nivelul de performanță al clădirilor nZEB sunt:

- Legea 372/2005, consolidată în 2016 prin OUG 13, care reprezintă transpunerea Directivei privind Performanța Energetică a Clădirilor EPBD 2010/31/EU consolidată ulterior prin Directiva UE 2018/844 aprobată pe 30.05.2018 și publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene din 19.06.2018.
- Ordinul MDRAP nr. 386/2016 și ”Planul național de acțiune în domeniul eficienței energetice”- versiunea 2014, aprobat prin Hotărâre a Guvernului României nr.122/25.02.2015, publicată în MO, Partea I, nr. 169 bis/11.03.2015, cap.3.2 Măsurile de eficiență în clădiri, Anexa C Performanța energetică a clădirilor nZEB (cu consum de energie aproape zero).
- Standardul european SR EN ISO 52000-1, Anexa H - informativă, schematizează o propunere de indicatori pentru evaluarea clădirilor cu consum de energie aproape egal cu zero (nZEB).

Clădirile reprezentative (existente/noi) se consideră a fi:

- clădiri de locuit de tip condominiu (blocuri de apartamente);
- clădiri de locuit unifamiliale;
- clădiri de birouri/administrative;
- clădiri din sistemul de educație și învățământ;
- clădiri din sistemul de sănătate.

Clădirea cu consum de energie aproape de zero, nZEB, este definită (conform EPBD și legii 372/2005 cu modificările și completările ulterioare) ca o clădire cu o performanță energetică foarte ridicată, caracterizată de un consum de energie foarte scăzut, aproape egal cu zero, acoperit cu energie din surse regenerabile produsă la fața locului sau în apropiere, în proporție de minimum 30% (proporție stabilită în România prin procedura de definire a cerințelor minime, în conformitate cu prevederile art. 4 și art. 5 ale Directivei 2010/31/UE).

Cerințele specifice clădirilor nZEB sunt stabilite în funcție de categoria clădirii și de zona climatică. Sunt precizate valorile maxim admise pentru consumul de energie primară exprimat în kWh/m²/an și pentru emisiile de CO₂ exprimate în kg/m²/an. Contribuția din surse regenerabile în producerea de energie primară destinată clădirii este exprimată în % din energia primară.

Pentru clădirile noi, la nivelul fazei de proiectare tehnică pot fi simulate pachete de soluții de eficientizare energetică suplimentară față de clădirea de referință. Domeniul de definire pentru nZEB trebuie să se regăsească întotdeauna în domeniul de costuri totale negative pe durata de utilizare a clădirii (30 ani).

Pentru renovarea unei clădiri existente cu o anumită destinație, calculul de optimizare se poate face prin evaluarea, pentru diferite pachete de soluții, a diferenței costurilor totale de investiție față de o clădire de referință și performanței energetice obținute. Varianta în care se obține cea mai mare diferență de cost total și o performanță energetică satisfăcătoare este cea mai eficientă din punct de vedere economic.

Parametrii energetici și de mediu adaptabili clădirilor noi se definesc în raport cu cerințele minime actuale impuse clădirilor noi și cu restricțiile climatice și tehnologice zonale. Definirea clădirii cu consum energetic aproape de zero reprezintă rezultanta respectării a două componente care condiționează performanța energetică a unei clădiri, după cum urmează:

- configurația arhitecturală a clădirii cu respectarea principiilor Dezvoltării Durabile și în special cu minimizarea impactului asupra mediului natural, inclusiv asupra microclimatului zonal;
- asigurarea necesarului de utilități energetice, în special din rețele districtuale urbane/zonale cu condiția ca eficiența energetică a acestora să fie compatibilă cu performanța energetică a clădirilor noi de tip nZEB.

Dotarea clădirilor cu surse de energie regenerabile - amplasate fie pe clădire, fie pe terenul aflat în proprietatea clădirii, trebuie foarte atent analizată, în stadiul de proiect zonal urban, din punct de vedere al impactului asupra mediului natural, pe de o parte, și din punct de vedere propriu clădirii, pe de altă parte.

Contribuția din surse regenerabile pentru a se verifica îndeplinirea nivelului nZEB ar trebui să se facă exclusiv în funcție de sursele individuale, la nivelul proprietății care include clădirea, respectiv la sistemele de utilizare SRE amplasate pe proprietatea (terenul) aferentă clădirii respective și eventual incluzându-se sistemele amplasate în apropiere (vecinătate) care sunt utilizate în comun de mai multe clădiri ale căror proprietăți sunt adiacente clădirii respective.

Nivelurile maxime de consum de energie primară se referă la energia totală utilizată din surse neregenerabile și regenerabile, în condițiile realizării confortului interior în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice în vigoare.

Tabel 2.11 Valorile limită maxim admise ale energiei primare totale (din surse regenerabile și neregenerabile) și ale emisiilor de CO2 pentru clădirile al căror consum de energie este aproape zero

Zona climatică	Orizont	CLĂDIRI DE BIROURI		CLĂDIRI DESTINATE ÎNVĂȚĂMÂNTULUI		CLĂDIRI DESTINATE SISTEMULUI SANITAR		CLĂDIRI DE LOCUIT COLECTIVE		CLĂDIRI DE LOCUIT INDIVIDUALE	
		Energie primară [kWh/m ² ,an]	Degajări CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie primară [kWh/m ² ,an]	Degajări CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie primară [kWh/m ² ,an]	Degajări CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie primară [kWh/m ² ,an]	Degajări CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie primară [kWh/m ² ,an]	Degajări CO ₂ [kg/m ² ,an]
I	31 dec. 2019	50	13	100	25	79	21	100	25	115	31
	31 dec. 2021	45	12	92	24	76	21	93	25	98	24
II	31 dec. 2019	57	15	120	35	97	27	105	28	121	34
	31 dec. 2021	57	15	115	30	97	26	100	27	111	30
III	31 dec. 2019	69	19	136	37	115	32	122	34	155	41
	31 dec. 2021	69	19	136	37	115	32	111	30	145	40
IV	31 dec. 2019	89	24	172	48	149	42	144	36	201	51
	31 dec. 2021	83	24	170	49	142	41	127	35	189	42
V	31 dec. 2019	98	28	192	56	174	49	152	38	229	57
	31 dec. 2021	89	24	185	53	167	48	135	37	217	54

În România este stabilit ca energia din surse regenerabile produsă la fața locului sau în apropiere, să fie într-o proporție de minimum 30%.

Obținerea unui nivel ridicat de performanță energetică al clădirilor se poate face, acordând importanță unor aspecte, precum:

- *Geometria și orientarea clădirii* - geometria mai compactă poate să asigure un nivel de performanță energetică mai ridicat prin minimizarea suprafeței de transfer termic; aceasta este identificată prin raportul suprafață exterioară a anvelopei pe volum interior total al clădirii (A/V). Un nivel de compactitate avantajos este $A/V \leq 0.7 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

- *Strategii de iluminat și soluții de umbrire* - La proiectarea anvelopei clădirii se recomandă crearea unei strategii de iluminare pentru a se asigura un control adecvat al nivelului de lumină naturală cât și a aportului solar de căldură mai ales pe fațada sudică și vestică. Funcțiunile clădirii care au nevoie de un nivel de iluminare mare se recomandă a fi dispuse pe fațada sudică iar spațiile cu un nivel de iluminare mai scăzut pe fațada opusă. Suprafața vitrată dispusă pe fațada sudică trebuie să asigure un raport optim suprafață vitrată-suprafața opacă, respectiv suprafața vitrată să fie în proporție de 25-35%. În ceea ce privește suprafața interioară a peretelui în contact cu fereastra, se poate realiza o teșire care să ofere posibilitatea pătrunderii unei cantități mult mai mari de lumină naturală, fără a crește dimensiunea ferestrelor. Sistemele de umbrire se aleg din faza inițială de proiectarea clădirii, acestea având rolul de a reduce excesul de radiație solară care pătrunde în spațiile clădirii în perioada caldă a anului, precum și pentru controlul distribuției luminii naturale în încăpere. Sistemele de umbrire exterioare sunt cele mai eficiente în blocarea accesului aportului solar în spațiile clădirii, în timp ce sistemele interioare de umbrire nu sunt atât de eficiente având în vedere că radiația solară traversează suprafața de sticlă ajungând în spațiul interior, astfel că acest sistem asigură doar un control al luminii naturale. Cerințele funcționale ale sistemelor de umbrire se modifică în funcție de regiunea geografică și zona climatică unde este amplasată clădirea. Jaluzelele orizontale sunt indicate pentru orientarea Sud iar cele verticale pentru Est și Vest. Pentru a nu adăuga un alt consum de energie și alte costuri în funcționarea clădirii, sunt de preferat sistemele de umbrire create cu ajutorul anvelopei clădirii și/sau cele acționate manual.

- *Asigurarea unei ventilări adecvate a spațiului* – prin prevederea de sisteme de ventilare mecanică dublu flux cu recuperarea căldurii (cu eficiență termică / de recuperare ridicată și consum specific de energie electrică pentru vehicularea aerului foarte redus). În vederea utilizării acestor sisteme în condiții de eficiență energetică, este necesară asigurarea unei permeabilități la aer a anvelopei clădirii cât mai reduse.

- *Strategii de ventilare naturală* - Eficiența ventilării naturale depinde de o serie de factori: amplasamentul clădirii, împrejurimile clădirii, microclimat, geometria clădirii, dimensiunile ferestrelor, nivelul de zgomot exterior etc. Utilizarea răcirii nocturne prin ventilare naturală în timpul verii este indicată atunci când temperaturile aerului exterior sunt cu cel puțin 5K mai scăzute decât temperaturile interioare.

- *Materialele utilizate* - Pentru a cuantifica impactul materialelor utilizate se impune realizarea unei analize pe durata de viață a materialului (i.e. Life Cycle Assessment)

- *Acustica clădirii* - Acustica clădirii include: izolarea acustică definită prin izolarea la zgomotul aerian și izolarea la zgomot de impact, tratarea fonică și stabilirea unui timp de reverberație adecvat funcțiunii clădirii. Acustica clădirii este influențată semnificativ de materialele utilizate la realizarea elementelor de clădire.

- *Soluții constructive pentru anvelopa clădirii* - O abordare corectă a proiectării soluțiilor constructive pentru anvelopa clădirii prin utilizarea soluțiilor pasive de realizare a nivelului de clădiri nZEB va avea ca rezultat un nivel de consumuri energetice scăzut precum și un confort interior adecvat funcțiunii clădirii.
- *Evitarea și/sau minimizarea efectelor punților termice* – O abordare atentă a punților termice trebuie să asigure continuitatea stratului de termoizolație a anvelopei și limitării punților termice locale (la îmbinarea ferestrelor, ușilor și altor deschideri în anvelopa clădirii cu elementele de construcție opace, punți termice străpunse).

Proiectarea la nivel nZEB a anvelopei clădirii trebuie să includă următoarele aspecte:

(1) *Realizarea unui nivel de izolare termică care să asigure valorile rezistențelor termice cerute pentru nZEB*, inclusiv un impact minim al punților termice, să asigure o permeabilitate la aer redusă și o performanță termică ridicată a ferestrelor și ușilor, cu un factor solar cât mai ridicat care să asigure maximizarea aporturilor termice solare pe durata perioadei de încălzire. Se recomandă atingerea următoarelor performanțe (definite prin conceptul de Casă Pasivă):

- transmitanțele termice / valorile-U pentru elemente opace: pentru pereți exteriori și acoperiș $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, pentru placa pe sol $U \leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$,
- minimizarea punților termice în primul rând prin asigurarea continuității stratului de termoizolare și în al doilea rând prin protejarea termică a tuturor străpungerilor în anvelopa termică a clădirii, valoarea medie a transmitanței termice liniare $\psi_{\text{med}} < 0,15 \text{ W}/(\text{m.K})$,
- utilizarea ferestrelor cu ramă termoizolantă și vitraj triplu low-e, prevăzut cu distanțier cald, având transmitanța termică $U_w < 0,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ și vitraj cu factor solar $g > 0,5$,
- asigurarea unui nivel de etanșare la aer a anvelopei: $n50 \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$,
- prevederea sistemelor de ventilare cu recuperarea căldurii, cu eficiența de recuperare a căldurii (nominal) $> 60\%$ și eficiența electrică a echipamentului de ventilare $< 0,50 \text{ W.h}/\text{m}^3$,
- necesar anual de energie pentru încălzire/răcire $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{an})$,
- frecvența de supraîncălzire pe perioada verii $\leq 10\%$ ($\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$).

Pentru obținerea unui necesar de energie foarte scăzut sau aproape egal cu zero, în tabelul 2.12 se prezintă valorile recomandate, într-o primă etapă, pentru transmitanța termică/rezistența termică a elementelor care alcătuiesc anvelopa termică a clădirilor nZEB în România. Se va urmări prevederea straturilor termoizolante continuu pe conturul anvelopei clădirilor.

(2) *Minimizarea punților termice – detalii și alcătuirii constructivei adecvate*, prin limitarea valorii medii a transmitanței termice liniare $\psi_m \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m.K})$. Documentarea calculelor valorii ψ_m se face prin prezentarea analizei tuturor detaliilor reprezentative anexat la raportul de calcul pentru îndeplinirea cerințelor minime de performanță energetică, conform nivelurilor stabilite pentru nZEB.

(3) *Utilizarea unor suprafețe vitrate performante, poziționarea corectă în raport cu alcătuirea constructivă a părții opace și etanșarea corectă pe contur, controlul unui factor de transmisie a energiei solare, g, adaptat la condițiile particulare ale fiecărei fațade în funcție de destinație, procent de vitrare, condiții de confort, orientare etc. precum și prevederea de dispozitive de protecție termică adecvate.*

(4) *Evaluarea soluțiilor de anvelopă la transferul de masă.*

(5) *Utilizarea inerției termice a clădirii și întocmirea verificărilor privind stabilitatea termică pentru alcătuirile constructive ușoare.*

(6) *Minimizarea infiltrațiilor prin zonele de neetanșeități ale clădirii, prevederea unui strat continuu de etanșare la aer.* Permeabilitatea la aer a clădirii la nivel nZEB trebuie să fie determinată conform SR EN ISO 9972 și trebuie să îndeplinească una din condițiile limită:

- n_{50} (numărul de schimburi de aer la 50 Pa) $\leq 1,0$ sch/h sau
- q_{50} (permeabilitatea la aer a anvelopei clădirii la 50 Pa) $\leq 1,0$ m³/h/m².

(7) *Sistem tehnic prin care se face ventilarea clădirii cu recuperarea căldurii.* Clădirea nZEB trebuie să fie prevăzută cu sistem de ventilare dublu flux (echilibrat) cu recuperarea căldurii din aerul extras, cu îndeplinirea următoarelor condiții limită: eficiența de recuperare a căldurii (nominal) $> 75\%$ și eficiența electrică a echipamentului de ventilare $< 0,50$ W.h/m³.

Tabel 2.12.- Valori medii U și R pentru elemente de anvelopă ale clădirii tip nZEB în România

Elementele anvelopei clădirii	Valori medii	
	U W/(m ² K)	R m ² K/W
Pereți exteriori	0,25	4,00
Ferestre	1,00*	1,00
Acoperiș	0,12	8,33
Planșeu peste subsol neîncălzit/ Placa pe sol	0,33	3,03

Notă: *ferestrele sunt de tipul vitraj triplu

2.5. Permeabilitatea la aer a unei clădiri

Parametrul fizic care descrie permeabilitatea (etanșeitățile) la aer a unei clădiri este rata de infiltrații sau număr de schimburi de aer pe ora, notată cu n_a (h^{-1}), reprezentând debitul de aer infiltrat raportat la volumul util al clădirii la o diferență de presiune dată. În calculele de certificare energetică se va folosi valoarea acestui parametru, n_a , corespunzătoare unei acțiuni medii a vântului; aceasta se materializează printr-o diferență de presiune exterior-interior medie anuală de 4Pa (presiune mai mare la exteriorul clădirii). Principalii parametri care influențează permeabilitatea la aer a clădirii sunt diferența de presiune exterior-interior și starea de degradare a tâmplăriei exterioare a clădirii. Alți parametri precum expunerea clădirii la acțiunea vântului și adăpostirea clădirii față de acțiunea vântului au o influență asupra diferenței de presiune exterior-interior.

Pentru determinarea permeabilității la aer a unei clădiri se pot folosi metode experimentale (metoda presurizării – SR EN ISO 9972, a se vedea 2.5.1) sau se estimează această performanță în funcție de principalii factori ce influențează permeabilitatea la aer a clădirii (a se vedea 2.5.2).

Pentru clădirile prevăzute cu ventilare mecanică dublu flux (sistem echilibrat) este obligatorie determinarea permeabilității la aer a clădirii prin metoda presurizării – SR EN ISO 9972.

2.5.1. Determinarea permeabilității la aer (a performanței de etanșeități la aer) a clădirii prin metoda presurizării

Determinarea permeabilității la aer se realizează prin metoda creării unei diferențe de presiune prin intermediul unui ventilator, în conformitate cu prevederile SR EN ISO 9972. În acest context, se definesc:

Debit de aer prin neetanșeități – debitul de aer care traversează anvelopa clădirii,

Anvelopa clădirii – contur sau limite care separă interiorul clădirii, sau o parte a clădirii în care se face încercarea, de mediul exterior sau de o altă clădire sau parte de clădire,

Număr de schimburi de aer – debitul de aer prin neetanșeități care traversează anvelopa clădirii împărțit la volumul interior al clădirii,

Permeabilitate la aer – debitul de aer prin neetanșeități care traversează anvelopa clădirii împărțit la aria totală a anvelopei.

Indicatorii de performanță pentru permeabilitatea la aer a clădirii, determinați conform SR EN ISO 9972 sunt:

- numărul de schimburi de aer la o diferență de presiune de 50 Pa, **n₅₀** [1/h] (valori indicative pentru clădirile rezidențiale ventilate natural în tabelul 2.13a),
- permeabilitatea la aer a anvelopei clădirii la 50 Pa, **q₅₀** [m³/h/m²],
- curba de scurgeri de aer, definită prin exponentul de presiune pentru scurgerile de aer, n [-], și de coeficient de scurgeri de aer, C_L [m³/h/Paⁿ].

Tabel 2.13a. Număr de schimburi de aer echivalent la o diferență de presiune de 50 Pa a unei clădiri (n50)

Categorii clădirii	Clasa de Expunere	Clasa de Adăpostire	Categorie de tâmplărie																	
			Lemn						Metal					PVC				Aluminiu		
			L1	L2	L3	L4	L5	L6	M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	A1	A2	A3
Clădiri individuale (unifamiliale, cuplate, înșiruite)	NA	2.72	4.07	5.43	7.88	9.78	11.68	2.72	4.62	7.60	10.59	13.58	2.72	2.72	4.35	6.52	2.72	5.16	6.79	
	MA	2.72	3.80	4.89	6.79	8.15	9.51	2.72	4.07	6.52	9.23	11.41	2.72	2.72	3.80	5.43	2.72	4.35	5.43	
	A	2.72	3.53	4.35	5.70	6.52	7.33	2.72	3.53	5.43	7.60	9.23	2.72	2.72	3.26	4.35	2.72	3.53	4.35	
Clădiri cu mai multe apartamente	ED	NA	2.72	3.26	4.35	6.25	7.88	9.23	2.72	3.80	5.97	8.42	10.86	2.72	2.72	3.53	5.16	2.72	4.89	5.43
		MA	2.72	2.99	3.80	5.43	6.52	7.60	2.72	3.26	5.16	7.17	9.23	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	4.07	4.62
		A	2.72	2.72	3.53	4.62	5.16	5.97	2.72	2.72	4.35	5.97	7.60	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.26	3.80
	Dubla	NA	2.72	2.99	3.80	5.70	7.06	8.15	2.72	3.26	5.43	7.88	10.05	2.72	2.72	2.99	4.62	2.72	4.35	5.16
		MA	2.72	2.72	3.53	4.89	5.97	6.79	2.72	2.99	4.62	6.52	8.42	2.72	2.72	2.72	3.80	2.72	3.80	4.35
		A	2.72	2.72	3.26	4.07	4.62	5.43	2.72	2.72	3.80	5.16	6.79	2.72	2.72	2.72	3.26	2.72	3.10	3.53
	EM	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89
		MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07
		A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26
Medie	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89	
	MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07	
	A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26	
ES	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89	
	MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07	
	A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26	
Simpla	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89	
	MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07	
	A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26	

Tabel 2.13b. Alegerea numărului de schimburi de aer la o diferență de presiune de 4 Pa a unei clădiri rezidențiale

Categorii clădirii	Clasa de Expunere	Clasa de Adăpostire	Categorie de tâmplărie																	
			Lemn						Metal					PVC				Aluminiu		
			L1	L2	L3	L4	L5	L6	M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	A1	A2	A3
Clădiri individuale (unifamiliale, cuplate, înșiruite)	NA	2.72	4.07	5.43	7.88	9.78	11.68	2.72	4.62	7.60	10.59	13.58	2.72	2.72	4.35	6.52	2.72	5.16	6.79	
	MA	2.72	3.80	4.89	6.79	8.15	9.51	2.72	4.07	6.52	9.23	11.41	2.72	2.72	3.80	5.43	2.72	4.35	5.43	
	A	2.72	3.53	4.35	5.70	6.52	7.33	2.72	3.53	5.43	7.60	9.23	2.72	2.72	3.26	4.35	2.72	3.53	4.35	
Clădiri cu mai multe apartamente	ED	NA	2.72	3.26	4.35	6.25	7.88	9.23	2.72	3.80	5.97	8.42	10.86	2.72	2.72	3.53	5.16	2.72	4.89	5.43
		MA	2.72	2.99	3.80	5.43	6.52	7.60	2.72	3.26	5.16	7.17	9.23	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	4.07	4.62
		A	2.72	2.72	3.53	4.62	5.16	5.97	2.72	2.72	4.35	5.97	7.60	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.26	3.80
	Dubla	NA	2.72	2.99	3.80	5.70	7.06	8.15	2.72	3.26	5.43	7.88	10.05	2.72	2.72	2.99	4.62	2.72	4.35	5.16
		MA	2.72	2.72	3.53	4.89	5.97	6.79	2.72	2.99	4.62	6.52	8.42	2.72	2.72	2.72	3.80	2.72	3.80	4.35
		A	2.72	2.72	3.26	4.07	4.62	5.43	2.72	2.72	3.80	5.16	6.79	2.72	2.72	2.72	3.26	2.72	3.10	3.53
	EM	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89
		MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07
		A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26
Medie	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89	
	MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07	
	A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26	
ES	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89	
	MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07	
	A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26	
Simpla	NA	2.72	2.72	3.53	5.16	6.52	7.88	2.72	2.99	5.16	7.33	9.51	2.72	2.72	2.99	4.35	2.72	3.80	4.89	
	MA	2.72	2.72	3.26	4.62	5.43	6.25	2.72	2.72	4.35	6.25	8.15	2.72	2.72	2.72	3.53	2.72	3.42	4.07	
	A	2.72	2.72	2.99	3.80	4.35	4.89	2.72	2.72	3.53	4.89	6.25	2.72	2.72	2.72	2.99	2.72	2.99	3.26	

Metoda prezentată este aproximativă, prin estimarea vizuală a stării de degradare a rostului și a numărului de schimburi de aer la o diferență de presiune de 4 Pa. Este posibil ca pentru unele obiective această metode sa nu fie suficient de precise, caz in care se vor adopta metode experimentale de determinare a acestei caracteristici a clădirii (metoda presurizării – SR EN ISO 9972, a se vedea 2.5.2).

2.5.2. Estimarea calitativă a permeabilității la aer (a performanței de etanșeitate la aer) a clădirii prin parametri caracteristici

Metoda se aplică exclusiv la clădirile cu ventilare naturală.

Pentru aceasta a doua cale de estimare a permeabilității se vor determina mai întâi clasele parametrilor care influențează permeabilitatea la aer.

Clasa de expunerea unei clădiri față de acțiunea vântului se va determina funcție de poziționarea ferestrelor pe anvelopa clădirii. Se vor considera trei clase de expunere: expunere simplă (ES), expunere medie (EM) și expunere dubla (ED), diferențiate conform figurii 2.4.

Clasa de adăpostire a clădirii la acțiunea vântului se va determina corespunzător poziției clădirii

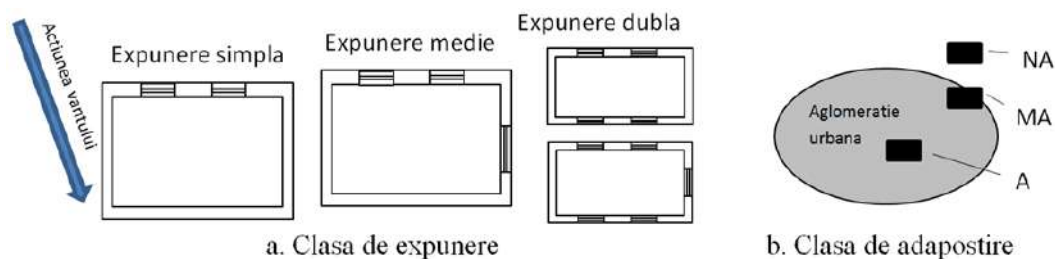


Figura 2.6. Clasa de expunere și clasa de adăpostire a clădirii

Starea de degradare a tâmplăriei reprezintă principalul factor care influențează debitului de aer infiltrat și permeabilității la aer a unei clădiri. Vizual, se va estima starea de degradare a tâmplăriei. Mai jos se prezintă o descriere a diferitelor stări de degradare pentru tâmplărie (clasică de lemn, metalică, PVC, aluminiu) și valorile medii de permeabilitate la aer.

Stările de degradare ale tâmplăriei clasice de lemn:

- L1 - în stare bună, nouă, cu garnituri de etanșare
- L2 - în stare bună, nouă, fără garnituri de etanșare
- L3 - veche, fără o stare de degradare vizibilă
- L4 - veche, cu ramă mobilă puțin curbată (trebuie ridicată rama pentru a fi închisă fereastra)
- L5 - veche, cu ramă mobilă intrată în proces de degradare a lemnului (lemn putred) dar rostul nu este vizibil
- L6 - cu ramă putredă, cu rost vizibil (3-4mm lățimea rostului la partea opusă a balamalelor)

Stări de degradare ale tâmplăriei clasice cu ramă metalică (cornier):

- M1 - în stare bună, cu garnituri de etanșare
- M2 - în stare bună, fără garnituri de etanșare
- M3 - vizibilă degradată, vopsea dezlipită
- M4 - în stare ruginită
- M5 - cu metal umflat de rugină în zona balamalelor (5mm lățimea rostului la partea opusă balamalelor)

Stările de degradare ale tâmplăriei de PVC (simplu/dublu/triplu vitraj):

- P1 - cu garnitură nouă, în stare bună, flexibilă (min 0.5)
- P2 - cu garnitură învechită, care nu mai este flexibilă

- P3 - cu rama deformată sub acțiunea căldurii
P4 - cu rama căzută, din cauza degradării feroneriei

Stările de degradare ale tâmplăriei de Aluminiu (simplu/dublu/triplu vitraj):

- A1 - cu garnitură nouă, în stare bună, flexibilă
A2 - cu garnitură învechită
A3 - cu rama degradată din cauza degradării feroneriei

Pentru clădiri existente, numărul de schimburi de aer la o diferență de presiune de 4 Pa, n_a , se va estima din tabelul 2.13b, în funcție de: categoria clădirii (clădire individuală / cu mai multe apartamente), clasa de expunere, clasa de adăpostire și starea de degradare a tâmplăriei. Dacă starea de degradare a tâmplăriei clădirii existente nu se regăsește în stările de degradare mai sus menționate, se recomandă folosirea aceluiași tabel, iar estimarea etanșeității se va realiza prin interpolare sau extrapolare după caz.

În cazul alegerii numărului de schimburi de aer n_a , se va tine cont de faptul ca acesta este un parametru de calcul ce provine din raportul dintre debitul de aer si volumul de aer al spatiului respectiv. De exemplu, se va alege un parametru n_a corespunzator unui spatiu neincalzit (functie de starea de degradare a tamplariei exterioare a spatiului neincalzit) si se va inmulti cu volumul aceluiasi spatiu neincalzit.

În cazul clădirilor a căror fațadă este caracterizată de mai multe tipuri de tâmplărie se va estima o permeabilitate medie ce caracterizează întreaga clădire sau întreaga fațadă. În această situație, estimare permeabilitatii la aer a clădirii se realizează în trei etape:

- Se vor determina din planuri suprafețele utile încălzite ale apartamentelor corespunzătoare pentru fiecare tip de tamplarie S_{ui} (m²);
- Se vor determina ratele de infiltrații pentru fiecare tip de tamplarie, n_{ai} (1/h), fie prin metoda experimentală fie prin estimare în funcție de starea de degradare a tamplăriei);
- Se va calcula o valoare medie pentru întreaga clădire, n_a (1/h), ca medie ponderată cu suprafețele utile.

$$n_a = \sum_i \frac{S_{ui}}{\sum S_{ui}} n_{ai} \quad (2.13)$$

În situația în care clădirea care trebuie certificată nu are o înălțime constantă între nivele, atunci ponderarea se va face cu volumele încălzite ale apartamentelor corespunzătoare pentru fiecare tip de tâmplărie în loc de suprafețele utile.

2.6. Etape pregătitoare calculului de necesar de energie pentru încălzirea și/sau răcirea clădirilor

2.6.1. Descrierea procedurii de calcul

Etapele care trebuie urmate pentru evaluarea necesarului de energie în clădirile dotate cu sisteme de încălzire, răcire, umidificare, dezumidificare, climatizare (încălzire și răcire) și ventilare mecanică, sunt prezentate succint în continuare, într-o ordine care asigură o abordare rapidă și coerentă. Acestea sunt detaliate în această metodologie, în paragrafele specificate.

- Se definește clădirea (destinația principală și tipul clădirii : exemplu, școală, clădire nouă, veche, reabilitată etc.) ;

- Se precizează caracteristicile geometrice și termice ale elementelor de anvelopă ale clădirii exprimate prin suprafețe : exterioare, interioare, pe sol, volume, rezistențe termice, punți termice, capacități termice ;
- Se stabilesc sistemele cu care este dotată clădirea ; în cazul în care acestea lipsesc, dar sunt necesare din considerente minime de confort termic, se consideră dotări fictive, care funcționează la parametrii corespunzători tipului de clădire ;
- Se stabilesc condițiile interioare de referință (temperaturi, umidități, pentru sezonul de încălzire și cel de răcire, după caz) - (date din proiect, reglementări tehnice) precum și debitele de aer de ventilare necesare (proiect, reglementarea tehnică pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare) ;
- Se alege metoda de calcul (orară, lunară, în funcție de tipul sistemului, de complexitatea și de precizia urmărită a calculelor; în această metodologie, necesarul de energie pentru încălzire, răcire, climatizare este evaluat cu o metodă de calcul lunar. Un calcul orar necesită un program de calcul care rezolvă sisteme mari de ecuații. Pentru determinarea temperaturii interioare în clădiri, care se stabilește în regim liber (fără sisteme de încălzire sau răcire), se prezintă o metodă de calcul orar (paragraful 2.12)
- Se stabilesc parametrii climatici exteriori, în funcție de amplasarea clădirii și de metoda de calcul aleasă (date lunare, ore) ;
- Se realizează zonarea termică a clădirii urmărind principiile din 2.6.2; această etapă este foarte importantă, deoarece calculul termic și energetic se efectuează pe zonă termică. De asemenea, se alege dacă se adoptă modelul cu zone termice cuplate sau necuplate termic; deoarece zonele cuplate termic necesită date suplimentare și procedura de calcul este dificilă, acest model nu se recomandă pentru metoda de calcul lunar ;
- Se stabilește perioada de calcul; pentru metoda lunară detaliată în continuare, perioada de calcul este perioada de funcționare a instalațiilor – o metodă simplificată este prezentată la paragraful 2.11 .
- Se determină, după caz, temperatura interioară folosind o metodă orară ; la nivelul de tratare din această metodologie, se urmărește posibilitatea funcționării în regim liber, fără sisteme, folosind o secvența climatică corespunzătoare (dorită de evaluator pentru a evita climatizarea în acea perioadă).

2.6.2. Zonarea termică

Pentru calculul performanței energetice, obiectul evaluat (clădire sau parte de clădire) trebuie tratat ca o **zonă termică** unică sau, dacă este necesar, trebuie împărțit în mai multe zone termice. Zonarea termică ia în considerare complexitatea clădirii și a instalațiilor, diferitele condițiile de exploatare.

Pentru zonare, se iau de asemenea în considerare **zonele deservite** de un sistem tehnic (instalație), sau de o parte a acestuia, care reprezintă o parte a clădirii care are un necesar de calcul relativ uniform pentru utilitatea deservită de instalație (datorită unor parametri apropiați ca valori: temperatură, debit de aer etc).

Tipul de obiect evaluat (clădire nouă, clădire existentă) și tipul de aplicație (certificat energetic, cerințe minime de performanță energetică), poate influența diferențierea în zone termice și zone deservite de sisteme tehnice.

Acolo unde zonă deservită de o instalație care asigură o utilitate nu coincide cu o zonă termică, se introduc reguli de împărțire și grupare care sunt prezentate mai jos.

Pentru specificarea zonelor termice și a zonelor deservite de o instalație, se utilizează **spațiile elementare**. Un spațiu elementar aparține unei singure zone termice și unei singure zone deservite de o utilitate; O zonă termică este o parte a clădirii care constă dintr-un set de spații elementare pentru care se efectuează același bilanț termic.

O zonă deservită de un sistem tehnic este o parte a clădirii care constă dintr-un set de spații elementare care împart, pentru calcul, un necesar uniform sau sunt deservite de o anumită parte a unui sistem (subsistem) tehnic.

O tratare completă a regulilor adecvate pentru zonare, este dezvoltată SR EN ISO 52000-1:2017 (art. 3, 9, 10).

Exemplu : un spațiu elementar constă dintr-un grup de birouri adiacente care sunt în aceeași zonă termică și aceeași zonă deservită de instalația de preparare a apei calde de consum, aceeași zonă deservită de sistemul de ventilare, de instalațiile de încălzire și răcire și subsistemele acestora și de instalația de iluminat.

Spațiul elementar este utilizat de asemenea pentru schimbul de date de calcul între zonele deservite de o instalație și zonele termice, utilizând regulile de împărțire și grupare. Acest fapt dă posibilitatea atribuirii de date unui grup de spații elementare care formează o unitate de clădire sau o anumită parte a clădirii.

Spațiul elementar nu este utilizat în calculele reale: calculele reale sunt realizate pe zonă termică (calcul de bilanț termic) și suplimentar pe fiecare tip de zonă deservită de un sistem tehnic (pentru calcule legate de sistem/instalații).

În metoda pas cu pas, prezentată în continuare, spațiile sunt combinate sau împărțite pentru a constitui zone termice. Metoda permite ca să se aleagă proceduri diferite pentru una sau mai multe etape. Se disting următoarele etape:

- a) - se specifică, pentru fiecare spațiu, categoria acestuia;
- b) - în cazul unor deschideri mari între spații, acestea sunt incluse în aceeași zonă termică;
- c) - o zonă termică este împărțită astfel încât să nu conțină decât spații deservite de aceleași utilități;
- d) - zonele încălzite, răcite, climatizate alăturate pot să fie combinate, dacă au condiții termice sau de utilizare identice sau similare;
- e) - în cazul unui calcul propriu (specific, - acest tip de calcul se va detalia în continuare) al unui sistem, o zonă termică poate să fie împărțită, pentru a se obține o oarecare omogenitate în sistemul sau subsistemul din interiorul zonei;
- f) - o zonă termică trebuie împărțită astfel încât să fie, într-o oarecare măsură, omogenă în bilanțul termic; criteriile sunt mai stricte dacă este implicată și răcirea.

În acest scop, sunt considerate două părți diferite ale zonei termice, (fiecare acoperind minim 25% din aria utilă de pardoseală a zonei) dacă este îndeplinit unul din criteriile următoare:

- între cele două părți ale zonei termice, aporturile interne medii lunare (inclusiv pierderile recuperabile ale sistemului) plus aporturile solare dintr-o lună rece reprezentativă, sunt estimate ca fiind diferite de cel puțin trei ori. Aceasta nu se aplică dacă valoarea medie este mai mică de $15\text{W}/\text{m}^2$ aria utilă de pardoseală.
- în plus, dacă este implicat calculul necesarului sau sarcinilor de răcire sau calculul de temperatură interioară, zona termică trebuie împărțită dacă:
 - o se estimează că între cele două părți, capacitatea termică eficace interioară (metodă lunară), diferă cu mai mult de două clase,
 - o se estimează că între cele două părți, aporturile interne medii lunare, inclusiv pierderile recuperabile ale sistemului, plus aporturile solare ale unei luni calde reprezentative, diferă de cel puțin trei ori. Aceasta nu se aplică dacă valoarea medie este inferioară valorii $30\text{W}/\text{m}^2$ de arie utilă de pardoseală.
- g) - zonele neîncălzite, nerăcite, neclimatizate alăturate pot să fie combinate ;
- h) - o zonă termică mică poate fi (re)combinată cu o zonă termică adiacentă dacă are același ansamblu de utilități, dar condiții de utilizare diferite;
- i) - o zonă termică foarte mică poate fi (re)combinată cu o zonă termică adiacentă chiar dacă are un ansamblu diferit de utilități.

Anumite spatii neîncălzite, nerăcite, neclimatizate pot avea prin ipoteză, din motive de simplificare, aceleași condiții de utilizare ca și spațiile climatizate alăturate, urmând ca ulterior fie racordate la acestea. *De exemplu:* pod, scară, atrium și garaj.

Alegerea ipotezei că aceste spatii neîncălzite, nerăcite, neclimatizate au aceleași condiții de utilizare ca spațiile încălzite, răcite, climatizate alăturate, poate avea o influență foarte importantă asupra performanței energetice calculate. De asemenea, alegerea de a include dimensiunea acestor spatii, cum ar fi aria utilă de pardoseală, aria de referință a pardoselii sau volumul de referință, în dimensiunea clădirii poate avea o influență foarte importantă asupra indicatorului numeric pentru performanța energetică.

Dacă există infiltrații mari de aer, vitraje, punți termice, suprafețe de pardoseală pe sol, nu este posibil să se aleagă zonele numai pe baza considerentelor fizice și geometrice ale clădirii; este necesar să se urmărească ponderea acestora în bilanțul termic, a cărui uniformitate relativă devine criteriul preponderent pentru zonarea termică.

Următoarele spații trebuie vor fi considerate întotdeauna ca neclimatizate:

- spațiile puternic ventilate; un spațiu este considerat puternic ventilat dacă debitul de ventilare este mai mare de $3\text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ de arie utilă de pardoseală ($10.8\text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$)
- spațiile cu deschidere mare spre exterior; un spațiu este considerat cu o deschidere mare spre aerul exterior dacă are o suprafață totală (deschisă permanent) mai mare de $0,003\text{ m}^2/\text{m}^2$ de arie utilă de pardoseală.

O categorie de spațiu este caracterizată printr-un ansamblu specific de condiții de utilizare. Toate spațiile alăturate care aparțin aceleiași categorii de spațiu sunt deci inițial grupate într-o zonă termică.

Spațiile neîncalzite, nerăcite, neclimatizate, alăturate spațiilor încălzite, răcite, climatizate, sunt în general modelate în mod simplificat; totuși, dacă o zonă neîncălzită, nerăcită, neclimatizată are un efect important asupra calculului global, ea poate fi considerată ca o zonă încălzită, răcită, climatizată (a cărei putere de încălzire și de răcire este zero).

Aceste spații, complet înconjurate de alte spații din anvelopa termică, sunt prin ipoteză, de aceeași categorie ca și spațiul adiacent. În cazul unde există mai multe categorii alăturate, este aleasă categoria cu cea mai mare suprafață de pardoseală.

În cazul deschiderilor mari, permanente între două spații, spațiile sunt combinate într-o singură zonă termică. Ușile care pot rămâne deschise frecvent sunt considerate ca deschideri mari permanente. O deschidere a unui spațiu către alte spații din anvelopa termică este considerată mare, ca și în cazul deschiderilor spre exterior, dacă are o suprafață totală (deschisă permanent) de cel puțin $0,003 \text{ m}^2/\text{m}^2$ de arie utilă de pardoseală a acestui spațiu.

Dacă între spații sunt condiții termice de utilizare diferite, se aplică condițiile cele mai severe, cu excepția zonelor mici sau foarte mici, idem condițiile i) și j) de mai sus.

Condițiile termice de utilizare sunt definite ca fiind reglaje minime și maxime de temperatură/umiditate și perioadă de reglare, ca număr de ore/ zi și de zile/săptămână.

Zonele încălzite, răcite, climatizate alăturate pot fi combinate dacă au condiții termice de utilizare identice sau similare și anume când sunt îndeplinite condițiile următoare:

- diferența dintre reglajele de temperatură pentru încălzire este mai mică de 4 grade și diferența dintre reglajele de conținut de umiditate minim și maxim este mai mică de 0,2 kg/kg aer uscat; și
- perioadele de funcționare zilnice nu diferă cu mai mult de trei ore ; astfel gruparea nu este posibilă dacă o zonă termică este utilizată în weekend și cealaltă nu este.

În cazul combinării zonelor climatizate alăturate, cu îndeplinirea condițiilor de mai sus, se aplică valorile medii ponderate pentru condițiile termice. Ponderarea este realizată conform regulilor de aplicare date în SR EN ISO 52000-1, pentru subdivizarea zonelor termice.

Zonele încălzite, răcite, climatizate alăturate pot fi de asemenea combinate, pentru clădirile rezidențiale; în acest caz, regula se aplică pentru media spațială a punctelor de calcul.

Impărțirea în funcție de proprietățile specifice sistemului/subsistemului tehnic se face astfel : în cazul calculului propriu (specific) al un sistem, ținând seama de parametrii specifici de încălzire, răcire, ventilare sau umidificare/dezumidificare ale sistemului, s-ar putea să fie necesar ca o zonă termică să fie împărțită, pentru a atinge o oarecare omogenitate în sistemul sau subsistemul unei zone termice.

Pentru evaluarea proprietăților de transmisie a căldurii și aprecierii transferului termic și a aporturilor din zona neclimatizată, se disting două tipuri de zone neîncălzite, nerăcite, neclimatizate:

- a) zonă interioară (ztui): frontiera pentru transmisia termică este considerată închiderea exterioară.

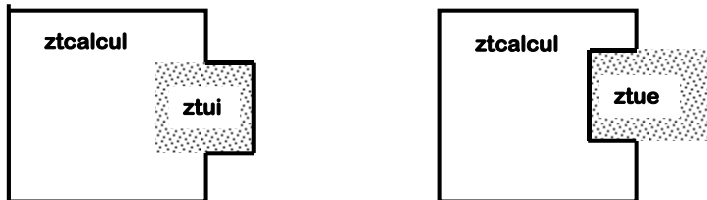


Figura 2.7. Reprezentarea schematică a zonelor neclimatizate interioare și exterioare

O zonă este considerată interioară, ztui, în cazul în care:

- proprietățile termice și geometrice ale elementelor de clădire exterioare pot fi determinate mai precis decât cele ale elementelor interioare;
- aporturile interne și solare în spațiului adiacent nu sunt foarte mari (seră, atrium).

- b) zonă exterioară (ztue): frontiera pentru transmisia căldurii este considerată închiderea interioară; acesta este de obicei tipul de zonă considerat, dacă nu există condițiile enunțate mai sus.

Pentru a avea suficientă omogenitate în bilanțul termic, divizarea se poate baza pe următoarele criterii de bună practică: diferențe de 4 W/m² pentru aporturile interioare, la care se adaugă 0,20 × 150 W/m² aporturi solare, ceea ce conduce la diferențe maxime între spații de 34 W/m² (conform SR CEN ISO/TR 52016-2:2017).

Pentru a lua în considerare efectul unei zone neîncălzite, nerăcite, neclimatizate, adiacentă unei zone încălzite, răcite, climatizate, este necesar un factor de corecție. În cazul mai multor zone de acest tip este necesar și un factor de distribuție, pentru care calculul va fi detaliat în continuare.

Există diferite metode pentru a lua în considerare efectul unei zone neîncălzite, nerăcite, neclimatizate asupra transferului termic prin transmisie și ventilare și asupra aporturilor de căldură, unele dintre acestea fiind detaliate în continuare.

2.6.2.1. Temperatură calculată într-o zonă neîncălzită, nerăcită, neclimatizată adiacentă

Temperatura în zona neîncălzită, nerăcită, neclimatizată este necesară pentru a evalua, transferul de căldură ale zonelor încălzite/răcite, către o astfel de zonă, precum și pierderile termice ale generatoarelor de căldură sau de frig, ale sistemelor de stocare și de distribuție (canale și conducte) situate în spațiile neclimatizate. Pentru simplificare, se va considera temperatura aerului și nu cea operativă.

Temperatura medie lunară într-o zonă neîncălzită, nerăcită, neclimatizată exterioară sau interioară $k, \theta_{ztu,k,m}$, în °C, este dată de relația:

$$\theta_{z_{tu},k;H/C;m} = \theta_{e;a;m} + b_{z_{tu},k;m} \cdot \left(\theta_{calc;H/C;z_{tc},j;m} - \theta_{e;a;m} \right) \quad (2.14)$$

unde, pentru fiecare lună m :

- $b_{z_{tu},k;m}$ - factorul de corecție pentru zona neîncălzită, nerăcită, neclimatizată adiacentă k , în luna m , determinat în continuare ;
- $\theta_{calc;H/C;z_{tc},j;m}$ - temperatura setată (de calcul) din zona adiacentă j , încălzită, răcită, climatizată, conform reglementărilor tehnice de instalații, în °C;
- $\theta_{e;a;m}$ - temperatura medie lunară a aerului exterior, în °C.

În cazul zonelor încălzite, răcite, climatizate alăturate multiple, temperaturile sunt ponderate folosind factorul de distribuție pentru transferul termic dintre zona z_{tc},j și zona neîncălzită, k , $F_{z_{tc},j;z_{tu},k;m}$.

Temperatura din zona neîncălzită, nerăcită, neclimatizată, nu ia în considerare efectul aporturilor interne sau solare. Acestea sunt atribuite, după caz, zonei sau zonelor încălzite, răcite, climatizate alăturate.

În cazul zonelor încălzite, răcite, climatizate aflate în contact cu zone neîncălzite, nerăcite, neclimatizate (casa scării, subsol, pod etc.) sunt necesare bilanțuri termice pentru toate zonele.

2.6.2.2. Factori de corecție și de distribuție

Factorul de corecție pentru zona neîncălzită, nerăcită în luna m , $b_{z_{tu},m}$, este dat de:

$$b_{z_{tu},m} = \frac{H_{z_{tu},e;m}}{H_{z_{tu},tot;m}} \quad \text{unde,} \quad (2.15)$$

$$H_{z_{tu},tot;m} = \sum_j \left(H_{z_{tc},j;z_{tu},m} \right) + H_{z_{tu},e;m} \quad (2.16)$$

Formula de calcul pentru b este valabilă doar dacă zona neîncălzită nu este adiacentă altei zone neîncălzite.

În cazul zonelor climatizate alăturate multiple, temperaturile sunt ponderate folosind un factor de distribuție pentru transferul termic dintre zona climatizată z_{tc},j și zona neclimatizată k , $F_{z_{tc},j;z_{tu},k;m}$,

Sintetic, factorul de distribuție este calculat pentru luna m , ca în figura 2.8,

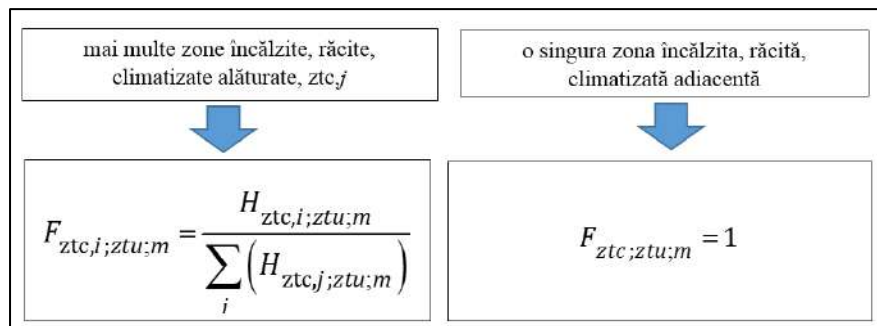


Figura 2.8. Determinarea factorului de distribuție

unde

$$\begin{aligned}
 F_{ztc,i;ztu,m} & \text{ - factorul de distribuție pentru transfer termic între zona încălzită, răcită, climatizată} \\
 & \text{ i și o zonă neîncălzită, nerăcită, neclimatizată adiacentă } ztu, \\
 H_{ztu,e;m} & \text{ - coeficientul de transfer termic între zona neîncălzită, nerăcită, neclimatizată } ztu \text{ și} \\
 & \text{ exterior în W/K;} \\
 H_{ztu,tot;m} & \text{ - suma coeficienților de transfer termic dintre zona neîncălzită, nerăcită, neclimatizată} \\
 & \text{ } ztu, \text{ și zonele încălzite, racite, climatizate alăturate și exterior, în W/K;} \\
 H_{ztc,j;ztu,m} & \text{ - coeficientul de transfer termic dintre zona încălzită, răcită, climatizată } ztc,j \text{ și zona} \\
 & \text{ neîncălzită, nerăcită, neclimatizată } ztu, \text{ în W/K;} \\
 H_{ztu,e;k;m} & = \left(1 + c_{ztu,ve}\right) \cdot H_{tr;ue;k;m} \tag{2.17}
 \end{aligned}$$

unde, pentru o zonă neîncălzită, nerăcită, neclimatizată k , în lună m :

$$\begin{aligned}
 H_{ztu,e;k;m} & \text{ - coeficientul de transfer termic între zona neîncălzită/nerăcită/neclimatizată și} \\
 & \text{ exterior, în W/K;} \\
 H_{tr;ue;k;m} & \text{ - coeficientul de transfer termic prin transmisie între zona} \\
 & \text{ neîncălzită/nerăcită/neclimatizată și mediul exterior, în W/K;} \\
 c_{ztu,ve} & \text{ - un coeficient care exprimă efectul ventilării prin închiderea exterioară ; se} \\
 & \text{ recomandă } c_{ztu,ve} = 0,5.
 \end{aligned}$$

2.6.2.3. Clădiri sau unități de clădiri rezidențiale, corecții pentru temperatura medie interioară a spațiului

Pentru clădirile /unitățile de clădiri rezidențiale, unde părți importante nu sunt încălzite sau răcite, temperatura setată trebuie corectată. Sunt prezentate trei opțiuni pentru corecția temperaturii, după cum urmează:

- pentru zonă unică, fără corecție:

Când clădirea sau unitatea de clădire rezidențială este calculată ca o zonă unică, ztc : temperatura setată pentru clădirea/unitatea de clădire, calculată ca o singură zonă ztc , este egală cu temperatura setată a spațiilor complet încălzite, răcite, climatizate, stabilită conform reglementărilor tehnice de instalații de încălzire și de ventilare/climatizare.

- pentru zonă unică, cu corecție:
 - pentru încălzire:

în acest caz, temperatura setată corectată este egală cu temperatura setată a spațiilor complet climatizate (conform reglementărilor tehnice de instalații de încălzire și de ventilare/climatizare.), din care se scade mărimea $\Delta\theta_{int;set;H,m}$:

$$\Delta\theta_{int;set;H;ztc;m} = \frac{\left(f_{mod;t} f_{mod;sp}\right) \times \left(f_{mod;sp} H_{H,e;spec;ztc;m}\right) \times \left(\theta_{int;set;H;stc} - \theta_{e;a;m}\right)}{\left(f_{mod;sp} \times H_{H,e;spec;ztc;m}\right) + H_{H,int;spec}} \tag{2.18}$$

unde, pentru zonă unică, ztc , în luna m .

$H_{H,e;spec;ztc;m}$ - coeficient de transfer termic specific prin transmisie și ventilare, în $W/(m^2 \cdot K)$ calculat cu:

$$H_{H;e;spec;ztc;m} = \frac{H_{H;tr;ztc;m} + H_{H;ve;ztc;m}}{A_{use;ztc}} \quad (2.19)$$

$H_{H;tr;ztc;m}$ - coeficient de transfer termic global prin transmisie, în W/K;

$H_{H;ve;ztc;m}$ - coeficient de transfer termic prin ventilare, în W/K;

$A_{use;ztc}$ - aria utilă a pardoselii, în m²;

$f_{mod;t}$ - fracția de timp în care partea climatizată a clădirii este utilizată la un nivel de confort moderat față de nivelul de confort maxim ; se recomandă : $f_{mod;t} = 0,8$;

$f_{mod;sp}$ - fracția din spațiul clădirii climatizat moderat; se recomandă : $f_{mod;sp} = 0,5$;

$H_{H;int;spec}$ - coeficientul de transfer termic interior global, raportat la aria utilă de pardoseală în W/(m²·K) ; se recomandă : $H_{H;int;spec} = 2$;

$\theta_{int;set;H;stc}$ - temperatura setată în spațiile complet climatizate, în °C;

$\theta_{e;a;m}$ - temperatura exterioară medie lunară, în °C.

- pentru răcire:

Temperatura setată pentru o clădire/unitate de clădire, calculată ca o zonă unică *ztc*, este considerată egală cu temperatura setată din spațiile climatizate conform reglementării tehnice pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare.

- pentru zone termice necuplate: calculul se efectuează pentru zone diferite, necuplate termic. În acest caz, este neglijat schimbul de căldură interior prin transmisie termică, ventilare și circulația aerului între zone.

2.7. Calculul necesarului de energie pentru climatizare (încălzire și răcire) folosind metoda de calcul lunar - relații generale

Metoda de calcul lunar se aplică pentru determinarea necesarului de energie (sensibilă și latentă), în situația de încălzire și de răcire a clădirilor.

Există două categorii de calcul: al necesarului **de bază** și al necesarului **propriu** (specific) al sistemului.

Calculul necesarului de energie lunar **de bază** pentru încălzire/răcire și pentru umidificare/dezumidificare, se face fără a lua în considerare influența instalațiilor din clădire. Un astfel de calcul se efectuează dacă, pentru categoria de spațiu dată, condițiile interioare necesită un sistem de încălzire/răcire, dar acesta nu există sau este subdimensionat. Trebuie însă inclusă, în calculele necesarului de bază, unitatea de recuperare de căldură din instalația de ventilare .

Calculul necesarului de căldură **propriu** al sistemului ia în considerare influența sistemelor asupra energiei necesare. Astfel, se includ :

- pierderile termice recuperabile ;
- corectarea temperaturii setate ;
- limitarea sezonului de încălzire sau de răcire pentru calcul ;
- calculul cu un sistem de încălzire/răcire fictiv, în absența unui sistem de încălzire sau de răcire.

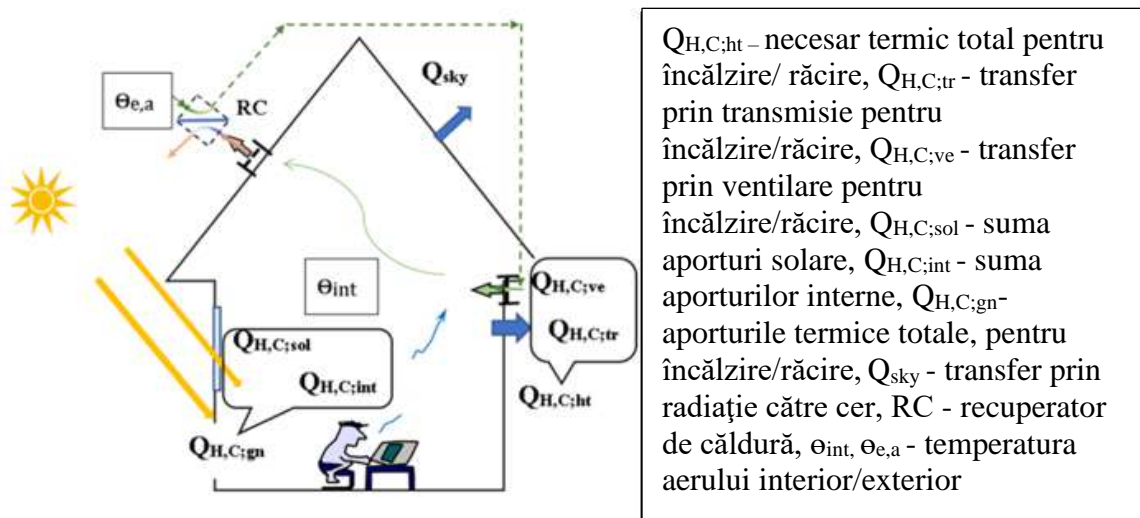
În calculul necesarului de energie propriu al sistemelor, trebuie luată în considerare durata sezonului de funcționare a instalațiilor. Aceasta poate să fie mai scurtă decât în calculul necesarului de energie de bază. In cazul utilizării acestui tip de calcul, poate fi necesară repetarea calculelor datorită interacțiunii dintre cerințele de calcul și caracteristicile specifice și de reglare ale sistemelor.

Necesarul de energie pentru încălzire, răcire și umidificare/dezumidificare este calculat în ipoteza unei puteri infinite a sistemelor.

Pe perioada unei luni, necesarul de energie este determinat făcând două calcule separate, cu valori corespunzătoare pentru diferitele variabile și parametri, în condiții specifice pentru încălzire sau răcire (*de exemplu*, pentru ventilare, recuperarea de căldură, protecție solară, etc.).

Necesarul de energie pentru încălzirea/răcirea aerului de ventilare într-o unitate centrală sau locală de tratare a aerului, nu sunt incluse în această metodă.

Calculul include componentele energiei care traversează lunar anvelopa zonei termice, între interior și exterior (transfer, aporturi solare, și radiația către cer) și energia provenită de la sursele interioare de căldură și umiditate (aporturi interne). Acestea sunt reprezentate sintetic în figura 2.9. Relațiile de calcul sunt detaliate în paragrafele următoare 2.7.1 – 2.7.4.



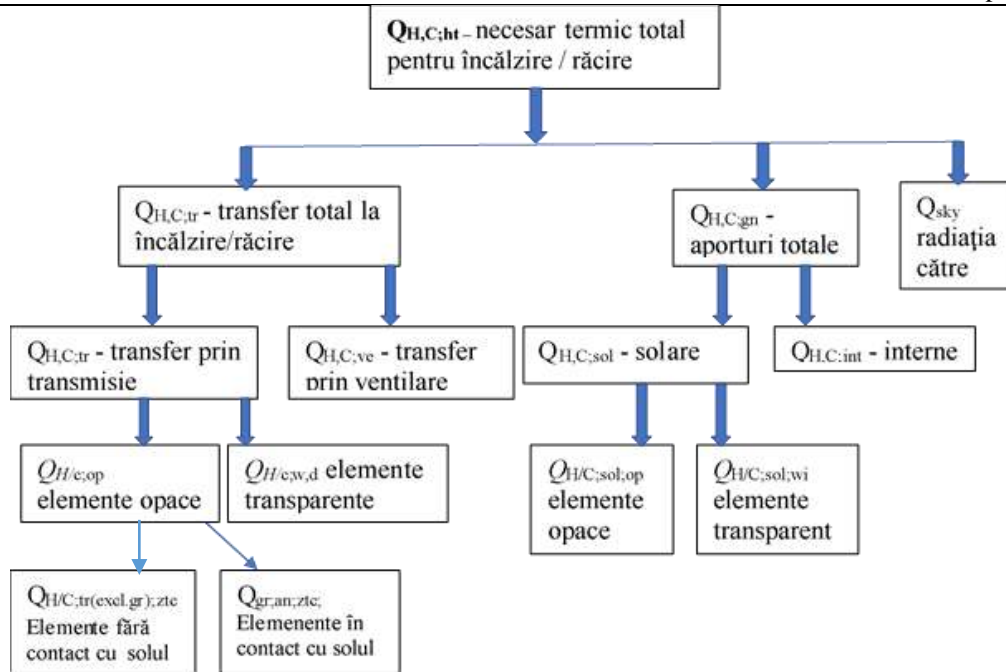


Figura 2.9. Componente ale energiei care intră/ies din clădire, incluse în calculul necesarului de energie pentru încălzire/răcire

Notă: In figură s-au folosit aceleași notații cu cele din relațiile de calcul, unde însă, sunt date separat pentru încălzire (H), respectiv răcire (C) și includ în plus indicii pentru zonă termică (ztc) și lună (m).

2.7.1. Transferul termic total

Energia termică este **transferată** din exteriorul clădirii, în interior, prin două moduri și anume: prin transmisie și prin ventilare. Pentru fiecare zonă termică *ztc* și pentru fiecare lună *m*, energia totală este evaluată pentru situația de încălzire și de răcire, corespunzător stării de confort cerută în interior, pentru fiecare sezon, separat. Calculul valorilor necesare, $Q_{H;ht;ztc;m} / Q_{C;ht;ztc;m}$, se face ca în figura 2.10:

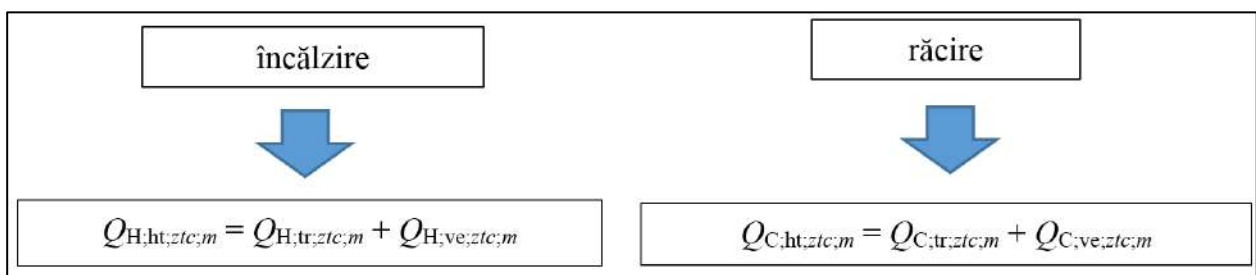


Figura 2.10. Transferul total de căldură

unde:

- $Q_{H;tr;ztc;m} / Q_{C;tr;ztc;m}$ - căldura transferată prin transmisie pentru încălzire/răcire, în kWh;
- $Q_{H;ve;ztc;m} / Q_{C;ve;ztc;m}$ - căldura transferată prin ventilare pentru încălzire/răcire, în kWh;

2.7.1.1. Transferul termic prin transmisie

Detaliind separat transferul prin elemente care nu sunt în legătură cu solul și prin cele în legătură cu solul, valorile $Q_{H;tr;ztc;m}$ și $Q_{C;tr;ztc;m}$, în kWh, se calculează cu formulele din figura 2.11.

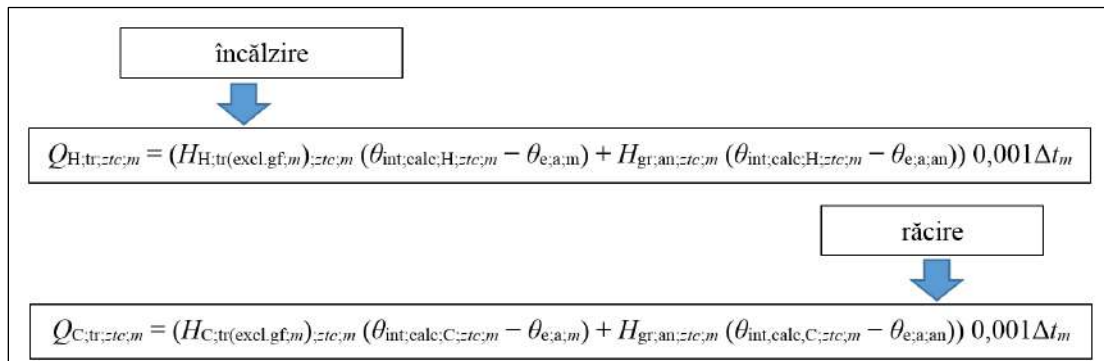


Figura 2.11. Transferul termic total prin transmisie

unde,

$H_{H/C,tr(excl.gr);ztc;m}$ - coeficientul de transfer termic global prin transmisie pentru încălzire, respectiv răcire, pentru toate elementele de clădire cu excepția celor în legătură cu solul, în W/K;

$\theta_{int,calc;H/C;ztc;m}$ - temperatura setată din zonă, pentru încălzire/ răcire, în °C;

$\theta_{e;a,m}$ - temperatura exterioară medie lunară, în °C;

$H_{gr,an;ztc;m}$ - coeficientul de transfer termic către sol, pentru elementele de clădire în contact cu solul (pardoselile pe pământ, peste subsol tehnic și subsol), depinzând de diferența de temperatură anuală, în W/K;

$\theta_{e;a,an}$ - temperatura medie anuală a mediului exterior, în °C;

Δt_m - durata lunii m , în ore.

Observație: Prin convenție, transferul de căldură este pozitiv de la interior către exterior (pierdere de căldură); dacă pentru o perioadă de timp, transferul de căldură are un semn negativ, căldura este adăugată zonei (aport de căldură).

Coeficientul de transfer termic global prin transmisie pentru încălzire/răcire, pentru toate elementele de clădire cu excepția celor în legătură cu solul, pentru zona climatizată ztc , $H_{H/C,tr(excl.gmd flr);m}$, în W/K, este calculat cu :

$$H_{H/C,tr(excl.gf);ztc;m} = \sum_k (H_{H/C;el,k;m}) + H_{tr,tb;ztc} \quad (2.20)$$

unde:

$H_{H/C;el,k;m}$ - coeficientul de transfer termic global pentru încălzire/răcire, pentru elementul de clădire k , în luna m , în W/K;

$H_{tr,tb;ztc}$ - coeficientul de transfer termic global pentru punțile termice, în W/K.

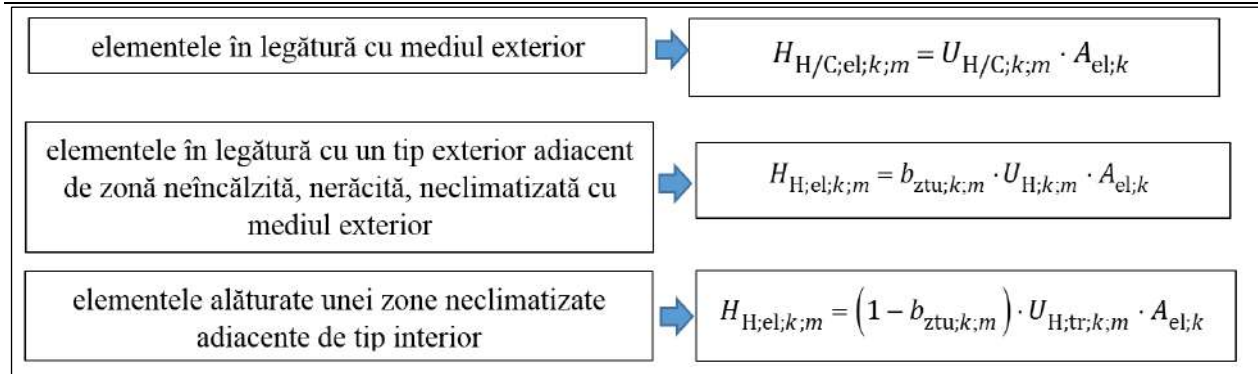


Figura 2.12. Coeficientul global de transfer termic prin transmisie

Transmitanța termică pentru fiecare element de clădire fără legătură cu solul, $U_{H/C;m}$, se calculează separat: pentru elementelor de clădire **opace**, $U_{H/c;op}$ sau pentru cele **transparente** (ferestre sau uși), U_w și U_d .

Pentru situații particulare, ca de exemplu transmitanța termică a unei ferestre cu obloanele închise, U_{wsht} , sau calculul coeficientului de transfer termic pentru fațade ușoare, U_{cw} , transmitanțele se determină pe baza standardului SR EN ISO 13789; în paragraful 2.7.3.1 sunt date mai multe detalii. Coeficientul de transfer termic global pentru punțile termice, pentru zona termică zt , $H_{tr;tb;zt}$, în W/K, este calculat cu relația următoare:

$$H_{tr;tb;zt} = \sum_k (l_{tb;k} \cdot \Psi_{tb;k}) \quad (2.21)$$

unde,:

$l_{tb;k}$ - lungimea unei punți termice liniare k , în m;

$\Psi_{tb;k}$ - transmitanța termică a unei punți termice liniare k , în W/(m·K), conform paragraf 2.3.1.

2.7.1.2. Transferul termic prin ventilare se determina separat, pentru fiecare flux de aer care pătrunde în încăperea/zonă, din exterior sau din spații adiacente, natural sau mecanic, cu sau fără tratare prealabilă. Fiecare flux de aer este considerat o componentă „ k ” a debitului total de aer care ventilează încăperea/zonă. Calculul nu ia în considerare consumul de energie pentru tratarea și vehicularea aerului introdus. Temperatura de introducere a debitului de aer al componentei k , $\theta_{sup;k;H/C;m}$, se stabilește funcție de sistemul de ventilare/climatizare adoptat.

Factorul de corecție dinamică $f_{ve;dyn;k;m}$ pentru elementul k al fluxului de aer, corectează diferențele dintre scenariile adoptate.

Pentru fiecare zonă climatizată ztc și pentru fiecare lună m , transferul termic total prin ventilare, pentru încălzire/ răcire, $Q_{H/C;ve;ztc;m}$, în kWh, este calculat cu relația:

$$Q_{H/C;ve;ztc;m} = H_{H/C;ve;ztc;m} \cdot (\theta_{int;calc;H/C;ztc} - \theta_{e;a;m}) \cdot \Delta t_m \quad (2.22)$$

unde:

$H_{H/C;ve;ztc;m}$ - coeficientul de transfer termic global prin ventilare pentru încălzire/răcire, în W/K;

$\theta_{int;calc;H/C;ztc}$ - temperatura interioară setată pentru încălzire/răcire a zonei, în °C;

$\theta_{e;a;m}$ - temperatura (aerului) medie lunară a mediului exterior,

Δt_m - durata de timp din luna m , în h.

Deoarece în metoda de calcul lunar, zonele termice nu sunt cuplate, nu există transfer de aer cu spațiul adiacent.

Valoarea coeficientului de transferul termic global prin ventilare, pentru luna m , $H_{H/C;ve;ztc;m}$, în W/K, este calculată cu relația următoare:

$$H_{H/C;ve;ztc;m} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_k (b_{ve,k;H/C;m} \cdot q_{V,k;H/C;m} \cdot f_{ve,dyn;k;m}) \quad (2.23)$$

unde:

$\rho_a \cdot c_a$ - capacitatea termică volumică a aerului, în J/(m³·K);

$q_{V,k;H/C;m}$ - media temporală lunară a debitului de aer pentru componenta k a debitului de aer care pătrunde în zona termică, pentru încălzire/răcire (infiltrație, ventilarea naturală, sau mecanică, ventilarea suplimentară pentru răcire nocturnă), în m³/s; aceste debite sunt tratate în detaliu în SR EN 16798-7;

$f_{ve,dyn;k;m}$ - factorul de corecție dinamică pentru componenta k a debitului de aer; pentru calcul lunar se consideră $f_{ve,dyn;k;m}=1$;

În general, factorul de corecție de temperatură, $b_{ve,k;H/C;m}$, se calculează cu relația:

$$b_{ve,k;H/C;m} = \frac{(\theta_{calc;H/C;m} - \theta_{sup,k;H/C;m})}{(\theta_{calc;H/C;m} - \theta_{e;a;m})} \quad (2.24)$$

unde:

$\theta_{calc;H/C;ztc;m}$ - temperatura setată a zonei pentru încălzire/răcire, în °C;

$\theta_{sup,k;H/C;m}$ - temperatura de introducere a debitului de aer k , pentru încălzire/răcire, în °C;

$\theta_{e;a;m}$ - temperatura medie lunară a aerului exterior, în °C.

Valoarea $b_{ve,k;H/C;m} \neq 1$ dacă temperatura de introducere, $\theta_{sup,k;H/C;m}$, este diferită de temperatura aerului exterior, de exemplu dacă aerul intră din spații alăturate climatizate la altă temperatură, sau dacă trece printr-un recuperator de căldură.

Dacă pentru ventilare (inclusiv infiltrația de aer) se utilizează aer dintr-o zonă neclimatizată, exterioară sau interioară, factorul de corecție de temperatură, $b_{ve,k;H/C;m}$, este egal cu factorul de corecție pentru zonele neclimatizate $b_{ztu,m}$ - conform paragraf 2.6.2.2.:

$$b_{ve,k;H/C;m} = b_{ztu,m} \quad (2.25)$$

2.7.2. Aporturi de căldură totale și aporturi interne

Aporturile termice totale pentru încălzire și pentru răcire, $Q_{H;gn;ztc;m}$ și $Q_{C;gn;ztc;m}$, în kWh, sunt calculate cu următoarele două relații (figura 2.13):

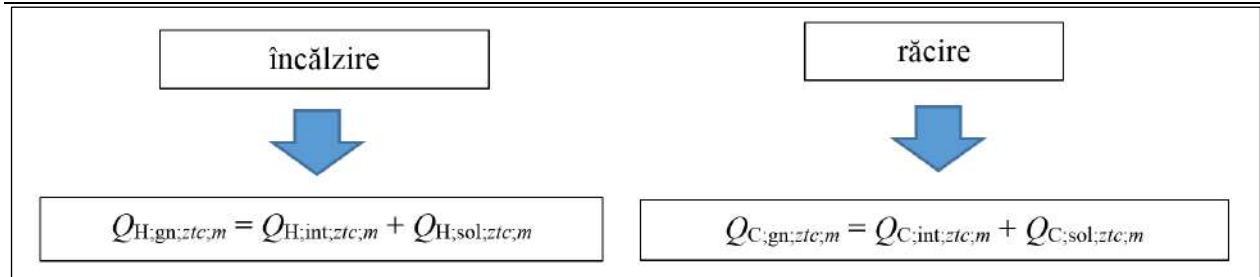


Figura 2.13. Aporturile termice totale

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{H;int;ztc;m}/Q_{C;int;ztc;m}$ - suma aporturilor interne pentru încălzire/răcire, în kWh;

$Q_{H;sol;ztc;m}/Q_{C;sol;ztc;m}$ - suma aporturilor solare pentru încălzire/răcire, în kWh;

Pentru o zonă încălzită, răcită, climatizată ztc , aporturile de căldură din surse termice interne, pentru încălzire/răcire, $Q_{H/C;int;ztc;m}$, în kWh, sunt calculate cu relația următoare:

$$Q_{H/C;int;ztc;m} = Q_{H/C;int;dir;ztc;m} \quad (2.26)$$

In cazul uneia sau mai multor zone alăturate neîncălzite, nerăcite sau neclimatizate :

$$Q_{H/C;int;ztc;m} = Q_{H/C;int;dir;ztc;m} + \sum_{k=1}^n \left[(1 - b_{ztc,k;m}) \cdot F_{ztc;ztc,k;m} \cdot f_{gn,max;H;ztc,k;m} \cdot Q_{H/C;int;dir;ztc,k} \right] \quad (2.27)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{H/C;int;dir;ztc;m}$ - aporturile interne lunare în zona climatizată ztc , pentru încălzire/răcire, în kWh;

$b_{ztc,k;m}$ - factorul de corecție pentru zona neclimatizată adiacentă k ;

$F_{ztc;ztc,k;m}$ - factorul de distribuție a aporturilor în zona neclimatizată k care influențează zona climatizată adiacentă ztc ;

$f_{gn,max;H;ztc,k;m}$ - factorul de reducere pentru a evita supraestimarea aporturilor în zona climatizată, provenite din zona adiacentă k , în W/K;

$Q_{H/C;int;dir;ztc,k}$ - reprezintă aporturile interne lunare interioare sau exterioare din zona neîncălzită, nerăcită, neclimatizată adiacentă k , pentru încălzire/răcire, în kWh. Aporturile interne în zona neclimatizată ztc , $Q_{int;dir;ztc,m}$, în kWh, pentru luna m , se calculează la fel cu cele dintr-o zonă încălzită, răcită, climatizată.

Pentru fiecare zonă climatizată sau neclimatizată zt și pentru fiecare lună m , aporturile de căldură de la sursele interne, pentru încălzire/răcire, $Q_{int;dir;zt}$, în kWh, sunt calculate cu relația:

$$Q_{H/C;int;dir;zt;m} = \left(\begin{array}{l} Q_{H/C;spec;int;oc;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;A;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;L;zt;m} \\ + Q_{H/C;spec;int;WA;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;HVAC;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;proc;zt;m} \end{array} \right) \times A_{use;zt} \quad (2.28)$$

unde:

$Q_{H/C;spec;int;oc;zt;m}$ - aporturile de căldură interne specifice de la ocupații, în kWh/m²;

$Q_{H/C;spec;int;A;zt;m}$ - idem de la aparate, în kWh/m²;

$Q_{H/C;spec;int;L;zt;m}$ - idem din pierderile recuperabile de la iluminat, pentru încălzire/răcire, în kWh/m²;

- $Q_{H/C;spec;int;WA;zt;m}$ - idem din pierderilor recuperabile ale sistemelor de apă, apă caldă și ape uzate, în kWh/m²;
- $Q_{H/C;spec;int;HVAC;zt;m}$ - idem din pierderilor recuperabile ale sistemelor de încălzire, răcire și ventilare sau către acestea, în kWh/m²; pentru calculul necesarului de energie propriu al sistemului, se vor folosi valori specifice sistemului;
- $Q_{H/C;spec;int;proc;zt;m}$ - idem de la pierderilor recuperabile din procedee și mărfuri sau către acestea, în kWh/m²
- $A_{use;zt}$ - aria utilă a pardoselii zonei, în m².

Pentru necesarul de energie **propriu** al sistemului, valorile lunare ale diferitelor componente $Q_{H/C;spec;int;x;zt;m}$ ale aporturilor interne, sunt determinate conform surselor disponibile; în caz contrar, trebuie utilizată o procedură de mediere lunară. Dacă sunt cunoscute sursele de căldură și durata lor de emisie, se recomandă să se calculeze energia disipată de aceste surse pe perioada pasului de timp de calcul (lunar sau orar, după metoda de estimare a necesarului de energie).

În general se cunosc fluxurile de căldură degajate (de la oameni, calculatoare, iluminat etc), în W și densitățile de ocupare a spațiului, în m²/tip de degajare; astfel:

- se calculează; Q_{spec} - aportul specifice orar, în Wh/m² pentru fiecare tip de degajare (de exemplu pentru un om care degajă $Q = 120\text{Wh}$ și i se atribuie o suprafață specifică de ocupare de $A_{use} = 5\text{m}^2/\text{om}$, degajarea specifică va fi $120/5 = 24 \text{ Wh/m}^2$,
- se calculează un factor de timp mediu de degajare $ft = \text{număr de ore de degajare pe lună}/\text{număr total de ore ale lunii}$ (de exemplu, pentru un birou -ocupare 8 ore/zi, 22 zile/lună, $ft = 0,25$; pentru o clădire rezidențială – ocupare 12 ore/zi, toate zilele săptămânii, $ft = 0,5$);
- se calculează aportul specific mediu lunar : $Q_{spec} \times ft$. Astfel pentru ocupații, pentru un birou $Q_{H/C;spec;int;oc;zt;m} = 24 \times 0,25 = 6 \text{ Wh/m}^2$.

În tabelul 2.14 sunt date valori uzuale de fluxuri de căldură medii lunare de aporturi interne date „prin lipsă” conform SR EN 15316-1.

Tabel 2.14. Valori recomandate pentru aporturi interne specifice – din SR EN 15316-1

Categorie a clădirii	Aporturi de căldură interne constante $\Phi_{g,ev}$
Rezidențială (colectivă)	$3,1 \cdot \text{W/m}^2$
Rezidențială (unifamilială)	$2,4 \cdot \text{W/m}^2$
Administrativă	$3,3 \cdot \text{W/m}^2$
Școli	$2,3 \cdot \text{W/m}^2$
Spitale	$4,0 \cdot \text{W/m}^2$

2.7.3. Aporturi solare

Pentru o zonă ztc , aporturile solare, pentru încălzire/răcire, $Q_{H/C;sol;ztc;m}$, în kWh, într-o zonă singură sau cu zone alăturate climatizate, sunt calculate cu relația:

$$Q_{H/C;sol;ztc;m} = Q_{H/C;sol;dir;ztc;m} \tag{2.29}$$

În cazul zonelor neclimatizate alăturate:

$$Q_{H/C;sol;ztc;m} = Q_{H/C;sol;dir;ztc;m} + \sum_{k=1}^n \left[\left(1 - b_{ztu,k;m} \right) \cdot F_{ztc;ztu,k;m} \cdot f_{gn;max;H;ztu,k;m} \cdot Q_{H/C;sol;dir;ztu,k} \right] \quad (2.30)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $Q_{H/C;sol;dir;ztc;m}$ - reprezintă aporturile solare lunare din zona climatizată ztc , în kWh;
- $b_{ztu,k;m}$ - factorul de corecție pentru zona neclimatizată adiacentă k , conform 2.6.2.2;
- $F_{ztc;ztu,k;m}$ - factorul de distribuție a aporturilor din zona neclimatizată k ce influențează zona climatizată adiacentă ztc , conform 2.6.2.2;
- $f_{gn;max;H;ztu,k;m}$ - factor de reducere pentru a evita supraestimarea aporturilor în zona neclimatizată k , pentru modul de încălzire, în W/K;
- $Q_{H/C;sol;dir;ztu,k;m}$ - aporturile solare lunare din zona alăturată, neclimatizată k , care poate fi de tip exterior sau interior, în kWh.

Pentru o zonă **climatizată sau neclimatizată** zt pentru luna m , aporturile solare $Q_{sol;dir;zt}$, în kWh, sunt calculate luând în considerare elementele opace și transparente:

$$Q_{H/C;sol;dir;zt;m} = \sum_{k=1} Q_{H/C;sol;wi,k} + \sum_{k=1} Q_{H/C;sol;op,k} \quad (2.31)$$

unde, pentru fiecare element k :

- $Q_{H/C;sol;wi,k;m}$ - aporturile solare lunare prin elementul transparent k , în kWh;
- $Q_{H/C;sol;op,k;m}$ - aporturile solare lunare prin elementul opac k , în kWh.

2.7.3.1. Energia transferată prin elemente transparente (sursa-paragrafele G 2.2.2.1., G 2.2.2.2. și G 2.1. din SR EN ISO 52016-1*)

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Energia transferată prin elementul transparent wi , în kWh, este dat de relația:

$$Q_{H/C;sol;wi} = g_{gl;wi;H/C;m} \cdot A_{wi} \cdot \left(1 - F_{fr;wi} \right) \cdot F_{sh;obst;wi;m} \cdot H_{sol;wi;m} - Q_{sky;wi;m} \quad (2.32)$$

unde:

- $g_{gl;wi;H/C;m}$ - coeficient mediu lunar de transmisie a energiei solare totale, dat în relația 2.33;
- A_{wi} - suprafața elementului transparent wi , în m^2 ; în cazul elementelor debordante, trebuie utilizată suprafața proiectată;
- $F_{fr;wi}$ - fracția de suprafață a cadrului ferestrei; în lipsă de date particulare, $F_{fr;wi} = 0,25$;
- $F_{sh;obst;wi;m}$ - factorul de umbrire pentru obstacole exterioare, dat de relația 2.36; (un calcul detaliat este dat în standardul SR EN ISO 52016-1, Anexa F);
- $H_{sol;wi;m}$ - intensitatea radiației solare lunare pe suprafața înclinată cu unghiul β_{wi} față de orizontală și cu un unghi de orientare γ_{wi} , în W/m^2 ;
- $Q_{sky;wi;m}$ - fluxul termic suplimentar lunar datorat radiației termice către cer, în kWh

Unghiul de orientare al ferestrei, γ_{wi} reprezintă unghiul de azimut geografic al proiecției pe orizontală a normalei la suprafața înclinată, față de direcția N-S. Convențional, pentru orientare sud ($\gamma_{wi} = 0$), pentru orientare est ($\gamma_{wi} = 90^0$), pentru orientare vest ($\gamma_{wi} = - 90^0$).

$H_{sol;wi;m}$ pentru suprafețe verticale cu diferite orientări și pentru suprafețe orizontale se cunoaște din date climatice; pentru alte unghiuri de înclinare β_{wi} , intensitatea trebuie calculată – o metodă detaliată este dată în SR EN ISO 52010-1.

Coeficientul de transmisie a energiei solare totale g_{gl} , depinde de unghiul de incidență (înălțime și azimut) al radiației solare; valoarea medie este puțin inferioară valorii la incidență normală, $g_{gl;n,wi}$; pentru corecție, se utilizează un factor de 0,9. Astfel, coeficient de transmisie a energiei solare totale, corectat cu unghiul de incidență, $g_{gl;wi}$ va fi:

$$g_{gl;wi} = 0,9 \cdot g_{gl;n, wi} \tag{2.33}$$

Coeficientul de transmisie a energiei solare totale la o incidență normală, $g_{gl;n}$, pentru tipurile obișnuite de sticlă, geam necolorat și nedifuzant, pentru un unghi de înălțime solară de 45^0 este dat în tabelul 2.10.b.

Tabel 2.16. Valori referitoare la tipurile obișnuite de storuri (sursa : tabel B.22 din SR EN ISO 52016-1)

Tip de stor	Proprietăți optice ale storului		Factor de reducere f_{sh} pentru	
	absorbție	transmisie	stor la interior	stor la exterior
Storuri venețiene albe	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Perdele albe	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Textile colorate	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Textile acoperite cu aluminiu	0,2	0,05	0,20	0,08

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

În cazul utilizării unor storuri obișnuite, în tabelul 2.16 sunt indicate valori ale factorului de reducere f_{sh} a factorului de transmisie a energiei solare totale. Acești factori de reducere trebuie să fie înmulțiți cu factorul de transmisie a energiei solare totale a vitrajului, pentru a obține valoarea factorului de transmisie a vitrajului cu storuri: $g_{gl;sh,wi} = 0,9 \cdot g_{gl;n, wi} \cdot f_{sh}$

Pentru ferestre cu geam difuzant, factorul de transmisie a energiei solare totale, trebuie corectat în funcție de unghiul de incidență și calculat cu relația:

$$g_{gl;wi} = a_{gl} \cdot g_{gl,alt;wi} + (1 - a_{gl}) \cdot g_{gl,dif;wi} \quad (2.34)$$

- $g_{gl;wi}$ - coeficient total de transmisie a energiei solare a vitrajului ferestrei wi ;
 a_{gl} - factor de ponderare, (recomandat $a_{gl} = 0,75$);
 $g_{gl,alt;wi}$ - factor de transmisie a energiei solare a vitrajului, în funcție de unghiul de înălțime solară alt_{gl} ; pentru metoda lunară se recomandă $alt_{gl} = 45^0$.
 $g_{gl,dif}$ - factor de transmisie a energiei solare pentru radiație solară difuză izotropă, dat în standardul ISO 15099, tabel C1; acest factor regrupează radiația difuză provenind de la cer și pe cea reflectată de sol.

Pentru alte tipuri de **dispozitive** amovibile de **umbrire solară** decât cele cuprinse în tabelul 2.16, ca de exemplu: jaluzelele cu lamele, jaluzelele venețiene, jaluzelele cu rulou, factorul de transmisie a energiei solare totale pentru vitraj, $g_{gl;sh}$, se calculează conform SR EN ISO 52022-3.

Dacă o fereastră este combinată cu un oblon, valoarea U efectivă medie lunară a ferestrei wi , $U_{w;m}$, pentru luna m , este dată de:

$$U_{w;m} = (1 - f_{sht;with}) \cdot U_w + f_{sht;with} \cdot U_{w;sht} \quad (2.35)$$

unde :

- $U_{w;m}$ - transmitanța termică pentru energia solară totală efectivă medie lunară a vitrajului;
 U_w - transmitanța termică a ferestrei dacă oblonul nu este utilizat, în $W/(m^2 \cdot K)$;
 $U_{w;sht}$ - transmitanța termică a ansamblului fereastră și oblon, dacă oblonul este utilizat, obținut pe baza standardului SR EN ISO 13789, în $W/(m^2 \cdot K)$;
 $f_{sht;with}$ - fracția ponderată de umbrire (în funcție de climat și de sezon) de timpul de utilizare a oblonului, de exemplu durata în ore din zi și din noapte, luând în considerare diferența medie de temperatură interioară - exterioară (inclusiv efectul de reducere de temperatură noaptea). Mai multe exemple pentru diferite țări sunt date în SR 52016-1, Anexa B.

Dacă vitrajul este combinat cu un dispozitiv de umbrire amovibil, care umbrește parțial elementul vitrat, factorul de transmisie a energiei solare totale, efective, medie lunară, a părții vitrate a ferestrei $g_{gl;wi;m}$, pentru luna m , este dat de:

$$g_{gl;wi;m} = (1 - f_{sh;with}) \cdot g_{gl;wi} + f_{sh;with} \cdot g_{gl;sh;wi} \quad (2.36)$$

unde

- $g_{gl;wi;m}$ este factorul de transmisie a energiei solare totale efective medie lunară a vitrajului; acesta reprezintă raportul între energia care traversează fereastra și energia incidentă,
 $g_{gl;wi}$ este factorul de transmisie a energiei solare totale a vitrajului, fără umbrire;

Pentru elemente transparente dinamice, calculul coeficientului $g_{gl;wi;H/C;m}$ necesită să fie stabilit printr-o procedură specială, conform din standardul SR EN ISO 52016-1, anexa G.

Proprietățile principale pentru un element dinamic de clădire k , cu diferite valori pentru fiecare stare i , sunt:

- $U_{dyn;k;I}$, în $W/(m^2 \cdot K)$;
- $g_{dyn;k;I}$, factorul total;
- $\tau_{sol; dyn;k;I}$, factorul de transmisie solară;

- $\tau_{vis; dyn;k;l}$, factorul de transmisie vizuală.

Aceste proprietăți pot să varieze în mod pasiv sau să fie reglate în mod activ, în funcție condițiile la limită particulare.

Pentru metoda de calcul lunar, se detaliază în continuare calculul pentru transmitanța termică, pentru factorul total de transmisie a energiei solare și pentru factorul de transmisie solară; calculul se face în două etape:

- 1) Dacă se cunosc condițiile care determină situațiile la limita elementului vitrat transparent, (ocuparea, temperatura exterioară, intensitatea radiației solare), se face o primă aproximare, calculând inițial o proprietate medie ponderată în timp, obținută din însumarea pentru toți pașii de timp (ore) Δt_h din lună:

$$U_{dyn;k;m} = \frac{\sum_t (U_{dyn;k;i} \cdot \Delta\theta_{int-e;t})}{\sum_t (\Delta\theta_{int-e;t})} \quad (2.37)$$

$$g_{dyn;k;m} = \frac{\sum_t (g_{dyn;k;m;mn} \cdot I_{sol;t})}{\sum_t I_{sol;t}} \quad (2.38)$$

$$\tau_{sol;dyn;k;m} = \frac{\sum_t (\tau_{sol;dyn;k;m;mn} \cdot I_{sol;t})}{\sum_t I_{sol;t}} \quad (2.39)$$

Unde:

- $U_{m;mn}$ - valoarea U medie lunară, cu diferite valori U_i pentru diferite stări i , în $W/(m^2 \cdot K)$;
- $g_{m;mn}$ - valoarea g medie lunară cu diferite valori g_i pentru diferite stări i ;
- $\tau_{sol m;mn}$ - valoarea medie lunară a proprietății τ_{sol} , cu diferite valori $\tau_{sol;i}$ pentru stări i ;
- $\Delta\theta_{int-e}$ - aproximarea diferenței dintre temperatura interioară și temperatura exterioară, în K; în acest ecart de temperatură, temperatura interioară este temperatura setată, dacă este posibil, corectată pentru intermitență, sub formă de valoare ponderată în timp sau cu o valoare diferită pentru perioada de intermitență;
- $I_{sol;tot;t}$ - intensitatea radiației solare totale (directe + difuze) pe elementul transparent, în W/m^2 ;
- Δt_h - pasul de timp, în h;
- i - un indice pentru diferitele stări care pot să fie orar diferite, în funcție de una sau mai multe condiții la limită.

Intensitatea radiației solare totale depinde de orientarea și de unghiul de înclinare al elementului transparent și de obstacole exterioare .

- 2) La pasul următor de calcul, vor fi adăugați factori de corecție, luând în considerare efectele dinamice datorate inerției clădirii și a celor datorate interacțiunilor dinamice cu alte fenomene fizice. Astfel de factori de corecție se pot determina comparând rezultatele calculului orare, pentru mai multe cazuri reprezentative.

Datorită diferențelor de climat, de funcționare și de utilizare a clădirii, aceste cazuri sunt în general tratați la nivel național.

Dacă se iau în considerare obstacole exterioare care umbresc, factorul de umbrire al suprafeței k pentru obstacolele exterioare, $F_{sh;obst;k;m}$, în luna m se va calcula cu:

$$F_{sh;obst;k;m} = F_{sh;dir;k;m} \cdot f_{sol;dir;m} \tag{2.40}$$

unde, pentru fiecare suprafață umbrită k și pentru fiecare lună m :

$F_{sh;obst;k;m}$ - factorul de umbrire adimensional pentru obstacole exterioare;

$F_{sh;dir;k;m}$ - factorul de umbrire pentru intensitatea radiației solare directe, determinat conform anexei F din SR EN ISO 52016-1;

$f_{sol;dir;m}$ - fracția de radiație solară directă din radiația totală, obținută în funcție de datele climatice și de orientare ; valori recomandate, pentru latitudinea de 40° nord sunt date în tabelele 2.17 (iarna) și 2.18 (vara), unde w_{obst} . este factorul de ponderare pentru un segment i , pentru luna m , în funcție de latitudinea de amplasare și de orientarea obiectului umbrît; în metoda lunară se consideră 4 segmente fixe și suma factorilor de ponderare pe cele 4 segmente trebuie să fie 1 sau 0; mai multe detalii se pot obține din anexa F, SR EN ISO 52016-1

Factorul de umbrire directă, $F_{sh;dir;k;t}$, este determinat de unghiul de înălțime solară mediu lunar sau factori de corelație simplificați (pentru obiecte simple care umbresc) și de geometria suprafeței umbrite, k , și de cea a obiectelor care umbresc.

Intensitatea radiației solare totale pe suprafața k , $H_{tot;sh;k;m}$, inclusiv efectul de umbrire, este suma dintre intensitatea radiației solare totale calculate, corectată în funcție de umbrirea produsă de obiecte, cu ajutorul factorului de umbrire pentru intensitatea radiației solare directe și a fracției de radiație solară directă în radiația totală.

Tabel 2.17. și 2.18. Parametrii pentru umbrirea lunară datorată obstacolelor (sursa-tabelele B48.a și B48.b din SR EN ISO 52016-1)

Poziție	40° latitudine nord								
Perioadă:	iarna: octombrie - mai								
Orientare	Pondere, $w_{obst;m;i}$				Înălțime solară, $\alpha_{sol;m;i}$				$f_{sol;dir;m}$ (*)
	pe sector				pe sector				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
N	0	0	0	0	-	-	-	-	0
NE	0	0	0	1,00	-	-	-	7,6	0,10
E	0	0	0,31	0,69	-	-	9,0	20,8	0,50
SE	0	0,14	0,58	0,28	-	9,2	22,2	24,0	0,70
S	0,06	0,40	0,47	0,07	9,4	22,8	22,6	9,7	0,75
SV	0,22	0,63	0,15	0	24,2	22,0	9,6	-	0,70
V	0,70	0,30	0	0	20,6	9,5	-	-	0,50
NV	1,00	0	0	0	8,7	-	-	-	0,10
Poziție	40° latitudine nord								

Perioadă:	vara: iunie – septembrie								
Orientare	Pondere, $w_{obst;m,i}$ pe sector				Înălțime solară, $\alpha_{sol;m,i}$ pe sector				$f_{sol;dir;m}$
	1	2	3	4	1	2	3	4	(*)
N	0	0	0	1,00	-	-	-	17,4	0,10
NE	0	0	0,62	0,38	-	-	20,9	50,2	0,30
E	0	0,48	0,48	0,04	-	21,8	52,5	74,4	0,45
SE	0,33	0,53	0,10	0,03	23,2	54,0	74,4	74,4	0,55
S	0,30	0,20	0,21	0,29	60,5	74,4	74,4	60,7	0,50
SV	0,03	0,11	0,52	0,34	74,4	74,4	54,2	23,1	0,55
V	0,04	0,47	0,49	0	74,4	52,7	21,8	-	0,45
NV	0,37	0,63	0	0	50,3	20,9	-	-	0,30

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe

Zonă neclimatizată cu aporturi interne sau solare (inclusiv seră sau atrium)

Pentru zone neclimatizate cu aporturi interne/solare, adiacentă la una sau mai multe zone climatizate, separată de zonele climatizate de unul sau mai mulți pereți, metoda de calcul evaluează efectul pozitiv în timpul sezonului de încălzire. Procedura trebuie să fie utilizată și pentru a calcula aporturile în timpul la sezonului de răcire, luând în considerare protecția solară (sezonieră) suplimentară și dispozitivele de ventilare.

Altfel, pot să fie utilizate valorile prin lipsă ale factorului de corecție, $b_{ztu;m}$, în funcție de tipul și/sau de dimensiunea spațiului neclimatizat adiacent, care includ efectul aporturilor.

Pentru aporturile solare, în metoda de calcul lunar, într-o primă aproximare, se ia ca ipoteză, că suprafețele absorbante sunt toate umbrite în aceeași proporție de obstacolele exterioare și de anvelopa exterioară a zonei neclimatizate.

Factorul de reducere pentru radiația solară prin închiderea exterioară a unei zone neclimatizate ztu , pentru încălzire/răcire, $F_{sol;ue;ztu;H/C;m}$, este calculat cu relația:

$$F_{sol;ue;ztu;H/C;m} = g_{gl;ue;ztu;H/C;m} \cdot (1 - F_{fr;ue;ztu}) \tag{2.41}$$

unde

$g_{gl;ue;ztu;H/C;m}$ - valoarea factorului de transmisie a energiei solare totale a vitrajului închiderii exterioare a zonei neclimatizate ztu , pentru încălzire/răcire, pentru luna m ,

$F_{fr;ue;ztu}$ - fracția de suprafață a cadrului închiderii exterioare, calculată ca raport între aria totală a zonelor opace și aria totală a zonelor opace plus transparente ale închiderii exterioare a zonei neclimatizate ztu . În cazul elementelor debordante, trebuie utilizată suprafața proiectată.

Notă: Factorul de transmisie a energiei solare totale este o valoare medie lunară, incluzând o corecție în cazul unui dispozitiv de umbrire amovibil sau utilizat cu intreruperi.

Aporturile solare interioare din zona neclimatizată z_{tu} , pentru încălzire/răcire, $Q_{H/C;sol;z_{tu};m}$, în kWh, la luna m , sunt calculate adunând aporturile solare a fiecărei suprafețe opace, j , în zona neclimatizată:

$$Q_{H/C;sol;z_{tu};m} = F_{sol;ue;z_{tu};H/C;m} \cdot F_{sh;obst;z_{tu};m} \cdot \sum_{j(\text{opaque})} (\alpha_{sol;j} \cdot A_j H_{sol;j;m}) \quad (2.42)$$

unde, pentru fiecare lună m :

- $F_{sol;ue;z_{tu};H/C;m}$ - factorul de reducere a radiației solare care traversează închiderea exterioară a zonei neclimatizate z_{tu} , pentru încălzire/răcire,
- A_j - aria fiecărei suprafețe opace j în interiorul zonei neclimatizate z_{tu} , în m^2 ; în cazul elementelor debordante, trebuie utilizată suprafața proiectată;
- $\alpha_{sol;j}$ - coeficientul mediu de absorbție solară a suprafeței opace j în interiorul zonei neclimatizate z_{tu} , (vezi relația 39);
- $F_{sh;obst;z_{tu};m}$ - factorul de umbrire a obstacolelor exterioare pentru închiderea exterioară a zonei neclimatizate, z_{tu} ;
- $H_{sol;j;m}$ - intensitatea radiației solare lunare totale pe elementul transparent j , cu un unghi de orientare și de înclinare, obținută pe baza standardului corespunzător indicat în modulul PEC M1-13, în kWh/m^2 .

2.7.3.2. Energia transferată prin elemente opace

Energia provenită din aporturile solare, prin elementul de anvelopă opac k , pentru încălzire/răcire, $Q_{H/C;sol;k;m}$, în kWh, la luna m , este calculat cu relația:

$$Q_{H/C;sol;op;k;m} = \alpha_{sr;k} \cdot R_{se;k} \cdot U_{c;op;k} \cdot A_{c;k} \cdot F_{sh;obst;k;m} \cdot H_{sol;k;m} - Q_{sky;k;m} \quad (2.43)$$

unde, pentru fiecare element opac k și lună m :

- $\alpha_{sol;k}$ - coeficientul de absorbție adimensional pentru radiația solară, (se recomandă $\alpha_{sol} = 0,3$ pentru culoare deschisă, $\alpha_{sol} = 0,6$ - culoare intermediară și $\alpha_{sol} = 0,9$ - culoare închisă)
- $R_{se;k}$ - rezistența termică superficială exterioară, $R_{se} = (1/h_{ce} + 1/h_{re})$, cu coeficienții de transfer termic superficiali la exterior h_{ce} și h_{re} indicați în cap 2.
- $U_{c;op;k}$ transmitanța termică, în $W/(m^2 \cdot K)$;
- $A_{c;k}$ - suprafața proiectată, în m^2 ;

și cu celelalte notații declarate în formulele precedente (înlocuind indicele wi cu indicele k).

Dacă elementul de clădire conține un strat ventilat (natural) cu aer exterior și valoarea U nu ia în considerare acest fapt, aportul solar transmis va fi supraestimat; în acest caz se utilizează o valoare U corectată, în care stratul ventilat este considerat ca un mod de eliminare a unei părți din căldura solară. Calculul este detaliat în anexa E din SR EN ISO 52016-1.

Factor de reducere pentru evitarea supraestimării aporturilor, metodă lunară (sursa: paragraf E.3.3 din SR EN ISO 52016-1)

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Pentru metoda de calcul lunar, în cazul unei zone neclimatizate exterioare, se aplică un factor de reducere pentru a evita supraestimarea aporturilor în modul de încălzire, bazat pe raportul dintre transferul termic și aporturi:

în cazul unei zone climatizate adiacente unice:

$$f_{gn,max;H;ztu;m} = \frac{b_{ztu;m} \cdot H_{ztc;ztu;m} \cdot (\theta_{int;set;H;ztc;m} - \theta_{e;a;m}) \times 0,001 \times t_m}{(Q_{H,int;ztu;m} + Q_{H,sol;ztu;m})} \quad pp \quad (2.44)$$

în cazul mai multor zone climatizate alăturate:

$$f_{gn,max;H;ztu;m} = \frac{b_{tuz,k;m} \cdot \sum_{ztc} (H_{ztc;ztu;m} \cdot (\theta_{int;set;H;ztc;m} - \theta_{e;a;m})) \times 0,001 \times t_m}{(Q_{H,int;ztu;m} + Q_{H,sol;ztu;m})} \quad (2.45)$$

unde, pentru luna m :

$f_{gn,max;H;ztu;m}$ - factorul de reducere pentru a evita supraestimarea aporturilor dinspre zona neclimatizată ztc , pentru modul de încălzire, în W/K;

$b_{ztu;m}$ - factorul de corecție pentru zona neclimatizată adiacentă ztu ;

$H_{ztc;ztu;m}$ - coeficientul de transfer termic dintre zona neclimatizată ztu și zona climatizată adiacentă ztc , în W/K;

$\theta_{int;set;H;ztc;m}$ - temperatura setată de zona climatizată adiacentă ztc pentru încălzire; în cazul unor zone climatizate alăturate multiple, temperaturile sunt ponderate conform unui factor de distribuție $F_{ztc;ztu;m}$ pentru transfer termic între zona climatizată ztc și zona neclimatizată ztu ;

$\theta_{e;a;m}$ - temperatura medie a aerului exterior, în °C;

$Q_{H,int;ztu,k;m}$ - aporturile interne pentru modul de încălzire, în zona neclimatizată exterioară ztu , în kWh;

$Q_{H,sol;ztu;m}$ - idem aporturile solare, în kWh;

t_m - durata din luna m , în h.

Pentru metoda de calcul lunar, în cazul unei zone neclimatizate interne, deoarece acest tip de zonă este aplicabil numai în cazul aporturilor nesemnificative:

$$f_{gn,max;H;ztu;m} = 1 \quad (2.46)$$

Pentru metoda de calcul lunar, se poate utiliza procedura următoare:

- pentru modul de încălzire, nu se consideră în zona de calcul, aporturile (indirecte) suplimentare din spațiul de seră: $\Phi_{sol;ztu;m} = 0$.
- pentru modul de răcire, se procedează la fel ca pentru modul de încălzire: $\Phi_{sol;ztu;m} = 0$, dar în plus, se ignoră spațiul de seră pentru calculul aporturilor solare în zona de calcul. Aceasta implică ignorarea reducerii factorului de transmisie a energiei solare prin anvelopa serei, exceptând măsurile de umbrire aplicate în permanență pe toată durata sezonului de răcire.

2.7.4. Radiația termică către cer

Bolta cerească are un efect de răcire prin radiație asupra pământului. Pentru a calcula fluxul termic (de lungime mare de undă) emis de anvelopa clădirii către cer, se consideră că între pământ și boltă există o diferență de temperatură aparentă $\Delta\theta_{sky}$. Pentru calculul lunar al necesarului de energie, se determină un flux suplimentar, $Q_{sky,m}$, emis către cer de fiecare element k al anvelopei clădirii.

Astfel, pentru luna m , fluxul în kWh, se va calcula în mod simplificat cu relația din standardul SR EN 52016-1:

$$Q_{sky;k;m} = 0,001 \times F_{sky;k} \cdot R_{se;k} \cdot U_{c;k} \cdot A_{c;k} \cdot h_{lr,e;k} \cdot \Delta\theta_{sky;m} \cdot \Delta t_m \quad (2.47)$$

unde:

$F_{sky;k}$ - factorul de formă între elementul k și cer: pentru suprafețe orizontale, fără ecranare

$F_{sky;k}=1$, pentru suprafețe verticale, fără ecranare, $F_{sky;k} = 0.5$;

$R_{se;k}$ - rezistența termică superficială exterioară a elementului,

$U_{c;k}$ - transmitanța termică a elementului de anvelopă, în $W/(m^2 \cdot K)$;

$A_{c;k}$ - suprafața proiectată a elementului, în m^2 ;

$h_{lr,e;k}$ - coeficientul de transfer termic exterior pentru radiația de lungime mare de undă, în $W/(m^2 \cdot K)$;

$\Delta\theta_{sky;m}$ - diferența medie între temperatura aparentă a cerului și temperatura aerului, pentru condițiile din România se poate considera $\Delta\theta_{sky;m} = 11 K$, în K ;

Δt_m - durata din luna m , în h.

2.7.5. Capacitatea termică eficace interioară a zonei

(sursa: SR EN ISO 52016-1 paragraful 6.6.9)

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Metoda de calcul lunar necesită capacitatea termică interioară eficace a zonei termice (aer, mobilier și elemente de clădire). Această cantitate reprezintă capacitatea termică totală, văzută de la interior.

În această metodologie a fost adoptată metoda simplificată din standardul SR EN ISO 52016-1. În tabelele 2.19 și 2.20 sunt date valori recomandate pentru capacitățile termice specifice la interior și respectiv clasele de tipuri de clădire cu valori recomandate pentru capacitatea termică interioară.

Tabel 2.19. Capacitate termică specifică a elementelor opace și a parterului (sursa: tabel B14 din SR EN ISO 52016-1)

Clasa	$K_{m;op}$ $J/(m^2 \cdot K)$	Specificarea clasei
Foarte ușoară	50 000	Clădirea nu conține nicio componentă de masă, de exemplu o placă de plastic și/sau un înveliș de lemn, sau echivalent
Ușoară	75 000	Clădirea nu conține nicio componentă de masă decât cărămizi sau beton ușor de 5 cm 10 cm, sau echivalent
Medie	110 000	Clădirea nu conține nicio componentă de masă decât cărămizi sau beton ușor de 10 cm 20 cm, sau cărămizi sau beton greu de 7 cm, sau echivalent

Clasa	$K_{m;op}$ $J/(m^2 \cdot K)$	Specificarea clasei
Masivă	175 000	Clădire care conține cărămizi pline sau beton greu de 7 cm până la 12 cm, sau echivalent
Foarte masivă	250 000	Clădire care conține cărămizi pline sau beton greu de mai mult de 12 cm, sau echivalent

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe

Tabel 2.20. Clasele de tipuri de clădire cu valori recomandate pentru capacitatea termică interioară

Clasa	Metodă lunară $C_{m;int;eff;ztc} J/K [J/(K \cdot m^2) m^2]$
Foarte ușoară	$80\,000 \times A_{use;ztc}$
Ușoară	$110\,000 \times A_{use;ztc}$
Medie	$165\,000 \times A_{use;ztc}$
Masivă	$260\,000 \times A_{use;ztc}$
Foarte masivă	$370\,000 \times A_{use;ztc}$

unde

$A_{use;ztc}$ - suprafața utilă de pardoseală a zonei termice ztc , în m^2 .

Capacitatea termică interioară calculată include rezistența superficială interioară.

2.7.6. Factori de utilizare

În metoda lunară, efectele regimului nestaționar de transfer de căldură sunt luate în considerare prin introducerea factorului de utilizare a aporturilor pentru încălzire și a factorului de utilizare a transferului termic pentru răcire. În cazul încălzirii/ răcirii intermitente, efectul inerției termice este luat în considerare separat.

Factor de utilizare a aporturilor pentru încălzire

Factorul de utilizare a aporturilor pentru încălzire, $\eta_{H,gn}$, este funcție de raportul de bilanț termic, γ_H , și de un parametru, a_H , care depinde de inerția clădirii. El este calculat pentru fiecare zonă și pentru fiecare lună cu formulele din figura 2.14, unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$\gamma_{H;ztc;m}$ - raportul de bilanț termic adimensional pentru modul de încălzire;

$a_{H;ztc;m}$ - parametru adimensional, determinat cu relația 2.48 ;

$Q_{H;ht;ztc;m}$ - transferul termic total pentru modul de încălzire, în kWh;

$Q_{H;gn;ztc;m}$ - aporturile termice totale pentru modul de încălzire, în kWh.

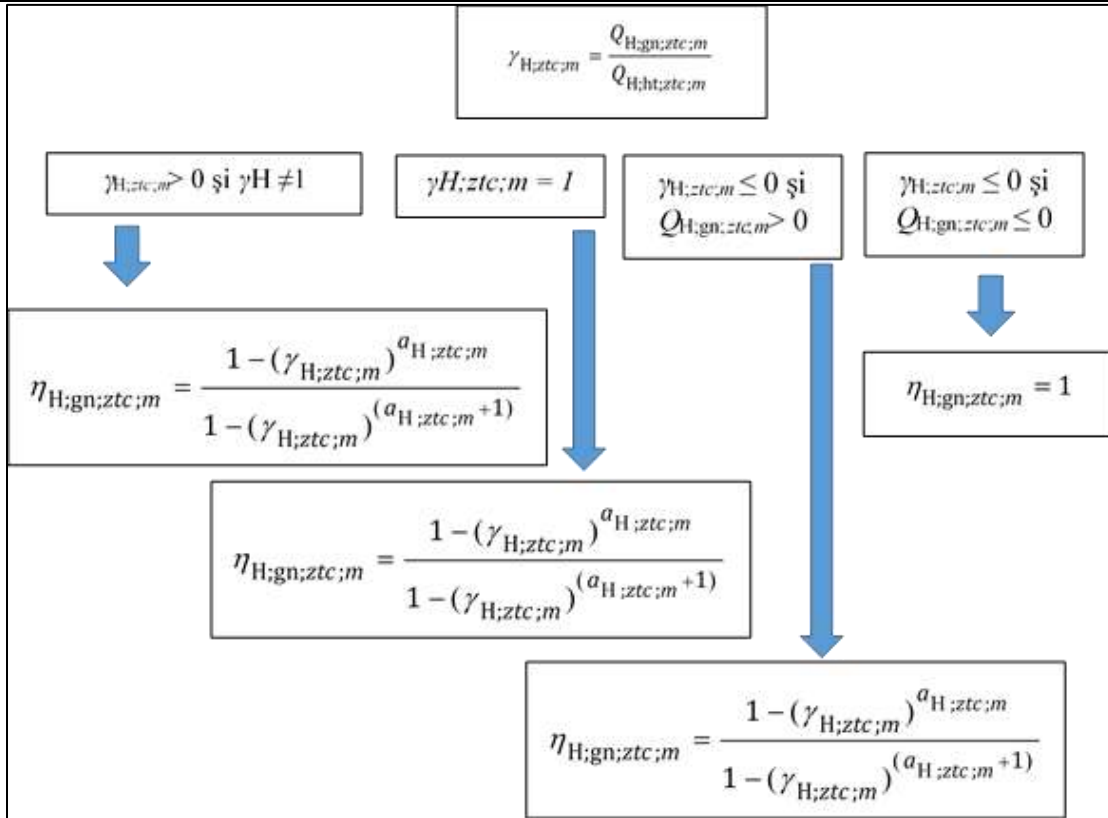


Figura 2.14. Factorul de utilizare a aperturilor pentru încălzire

Parametrul adimensional $a_{H;ztc;m}$ este calculat cu relația:

$$a_{H;ztc;m} = a_{H;0} + \frac{\tau_{H;ztc;m}}{\tau_{H;0}} \tag{2.48}$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $a_{H;0}$ - parametru de referință, ($a_{H;0} = 1$) ;
- $\tau_{H;ztc;m}$ - constanta de timp a zonei, pentru încălzire, determinată cu relația 2.50, în h;
- $\tau_{H;0}$ - o constantă de timp de referință, ($\tau_{H;0} = 1$), în h.

NOTA Pentru aplicarea corectă a inegalităților, se precizează că prin convenție, semnul este pozitiv dacă fluxul termic iese de spațiul considerat (pierdere termică). De asemenea, fluxul termic transferat prin ventilare este pozitiv când temperatura aerului introdus este mai mică decât temperatura interioară. Aperturile de căldură solare și interne sunt considerate negative

Factor de utilizare a transferului termic pentru răcire

Similar calculului pentru încălzire, factorul de utilizare a transferului termic pentru răcire, $\eta_{C;ht;ztc;m}$, este o funcție de raportul de bilanț termic pentru răcire, $\gamma_{C;ztc;m}$, și de un parametru $a_{C;ztc;m}$, care depinde de inerția termică a clădirii. El este calculat pentru fiecare zonă și pentru fiecare lună ca în figura 2.15 unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $\gamma_{C;ztc;m}$ - raportul de bilanț termic adimensional pentru modul de răcire;
- $a_{C;ztc;m}$ - un parametru, determinat ca cu relația 2.49;
- $Q_{C;ht;ztc;m}$ - transferul termic total prin transmisie și ventilare pentru modul de răcire, în kWh;
- $Q_{C;gn;ztc;m}$ reprezintă aperturile termice totale pentru module de răcire, în kWh.

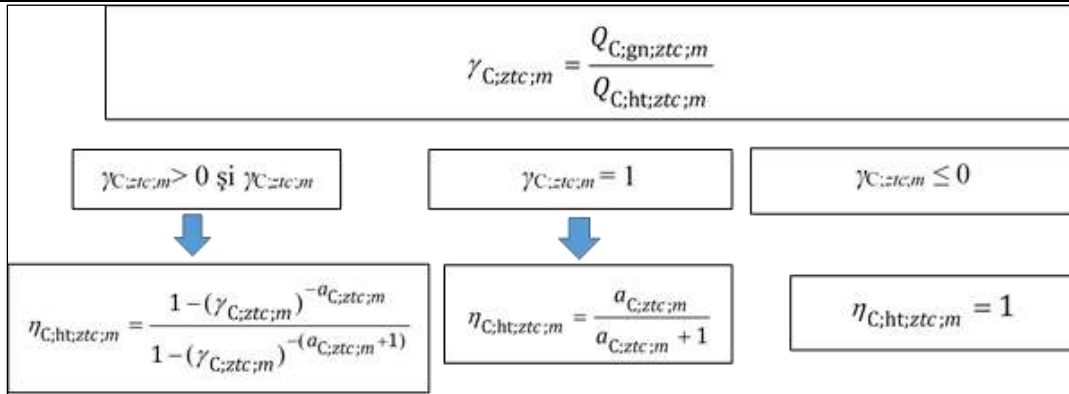


Figura 2.15. Factorul de utilizare al transferului termic adimensional pentru răcire (sursa: SR EN ISO 52016-2)

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

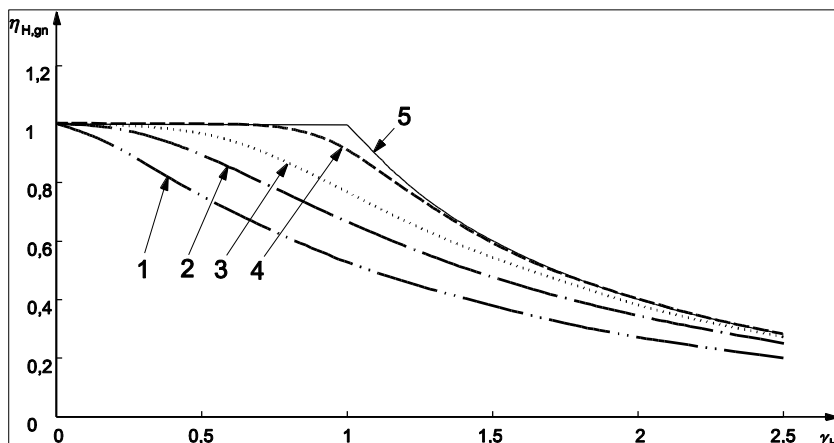
Parametrul numeric adimensional $a_{C;ztc;m}$ este calculat cu relația:

$$a_{C;ztc;m} = a_{C;0} + \frac{\tau_{C;ztc;m}}{\tau_{C;0}} \tag{2.49}$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $a_{C;0}$ - un parametru numeric adimensional de referință, ($a_{C;0} = 1$);
- $\tau_{C;ztc;m}$ - constanta de timp a unei zone răcite, determinată cu relația 2.51, în h;
- $\tau_{C;0}$ - o constantă de timp de referință, ($\tau_{C;0} = 1$), în h.

Figurile urmatoare ilustreaza grafic variația factorilor de utilizare a aporturilor pentru metoda de calcul lunară și pentru diferite constante de timp, pentru încălzire, precum și variația factorilor de utilizare a aporturilor pentru metoda de calcul lunară și pentru diferite constante de timp, pentru răcire.

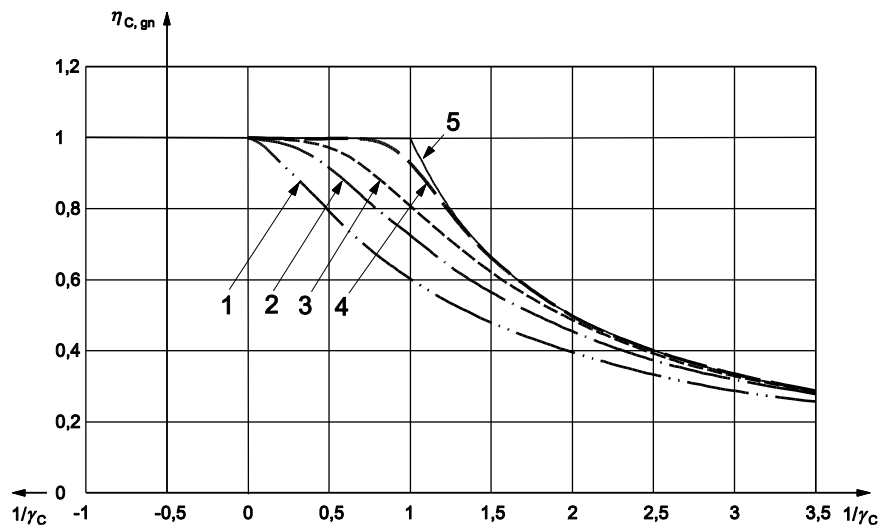


Legendă

- 1 constanta de timp pentru 8 h (inerție mică),
- 2 idem pentru 1 zi, 3 idem pentru 2 zile, 4 idem pentru 7 zile,
- 5 constanta de timp infinită (inerție mare)

Figura 2.16. Factorul de utilizare a aporturilor pentru încălzire (sursa SR CEN ISO/TR 52016-2)

Această reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.



Legendă

- 1 constanta de timp pentru 8 h (inerție mică)
- 2 constanta de timp pentru 1 d
- 3 constanta de timp pentru 2 d
- 4 constanta de timp pentru 7 d
- 5 constanta de timp infinita (inerție ridicată)

Figura 2.17. Factorul de utilizare a transferului de căldură, pentru răcire
(sursa: SR CEN ISO/TR 52016-2)

Această reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Constanta de timp a unei zone

Constanta de timp a unei zone climatizate τ_{zc} , τ , în ore, caracterizează inerția termică interioară a zonei climatizate. Ea poate fi diferită în calculele pentru încălzire și răcire și să varieze de la o lună la alta, în funcție de variația mărimilor care o determină, în particular H_{tr} și H_{ve} . Ea este calculată cu următoarele două formule:

$$\tau_{H; ztc; m} = \frac{C_{m; eff; ztc} / 3600}{H_{H; tr(excl. grfl); ztc; m} + H_{H; gr; adj; ztc} + H_{H; ve; ztc; m}} \tag{2.50}$$

$$\tau_{C; ztc; m} = \frac{C_{m; eff; ztc} / 3600}{H_{C; tr(excl. grfl); ztc; m} + H_{C; gr; adj; ztc} + H_{C; ve; ztc; m}} \tag{2.51}$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $C_{m; eff; ztc}$ - capacitatea termică interioară eficace a zonei, în J/K;
- $H_{H/C; tr(excl. grfl); ztc; m}$ - coeficientul global de transferul prin transmisie pentru încălzire, respectiv răcire, fără pardoseala de jos, în W/K;
- $H_{H/C; ve; ztc; m}$ - coeficientul global de transferul prin ventilare pentru încălzire, respectiv răcire, în W/K;

$H_{H/C;gr;adjztc}$ - coeficientul de transfer termic globală medie sezonieră pentru transmisia prin pardoseala de jos, raportată la diferența de temperatură sezonieră, pentru sezonul de încălzire, respectiv de răcire, în W/K.

Temperatură setată și moduri de intermitență

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Sunt considerate diferite moduri de încălzire și de răcire și anume :

- încălzire/răcire la temperatură setată constantă;
- încălzire sau răcire intermitentă: temperatură setată redusă și/sau oprire în timpul zilei, noaptea și/sau în week-end:
- perioade de neocupare.

În caz de intermitență a funcționării, este posibilă o simplificare considerând o temperatură constantă echivalentă.

Pentru fiecare lună, profilul de temperatura operativă interioară setată pentru încălzire, $\theta_{int;set;H;ztc}$, și răcire, $\theta_{int;set;C;ztc}$, pentru fiecare zonă climatizată, ztc , trebuie cunoscut pentru zilele din săptămână, cele de week-end și pentru perioadele de neocupare.

Dacă regula se aplică la media spațială de temperatură setată pentru clădirile rezidențiale, temperatura setată pentru încălzire trebuie ajustată corespunzător.

2.8. Particularități ale calculului necesarului de energie propriu sistemului

Din cauza pasului de timp de calcul lunar, interacțiunile cu sistemele tehnice din clădire sunt modelate într-un mod simplificat, introducând coeficienți de corecție. Valorile acestor coeficienți sunt funcții de climat, de comportamentul utilizatorului, de tipul de sistem și de modul de reglare a sistemului.

Pentru calculul necesarului de energie propriu al sistemului (încălzire și răcire), se va aplica o corecție a valorilor de temperaturi setate (sau a perioadelor - conform numărului de ore pe zi și de zile pe săptămână), în funcție de caracteristicile specifice ale sistemului din clădire.

2.8.1. Încălzire sau răcire cu temperatură setată constantă

Pentru încălzire continuă la temperatură setată constantă pe durata unei luni, temperatura setată pentru încălzire, $\theta_{int;H;set;ztc}$, în °C, este utilizată ca temperatură de calcul a zonei, $\theta_{int;calc;H}$. La fel se procedează pentru temperatura de calcul pentru răcire, $\theta_{int;C;set;ztc}$, în °C, care trebuie utilizată ca temperatură setată de zonă, $\theta_{int;calc;C}$. Atunci, valoarea factorului de reducere pentru încălzire sau răcire intermitentă, $a_{H,red;ztc;m} = a_{C,red;ztc;m} = 1$.

2.8.2. Corecție pentru încălzire intermitentă

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

În cazul încălzirii la temperaturi setate diferite și cu eventuale perioade de oprire, **temperatura setată** pentru zona de încălzire, $\theta_{\text{int;calc;H;m}}$, în °C, este calculată cu relația:

$$\theta_{\text{int;calc;H;ztc;m}} = a_{\text{H;red;ztc;m}} \times \left(\theta_{\text{int;set;H;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}} \right) + \theta_{\text{e;a;m}} \quad (2.52)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$\theta_{\text{int;set;H;ztc}}$ - temperatura setată normală de încălzire, pentru realizarea confortului termic, în °C;

$\theta_{\text{e;a;m}}$ - temperatura medie lunară a aerului exterior, în °C;

$a_{\text{H;red;ztc;m}}$ - factorul de reducere pentru un încălzire intermitentă, determinat în continuare (relația 2.53 cu completările 2.54 și 2.55)

$$a_{\text{H;red;ztc;m}} = 1 - \left(1 - a_{\text{H;red;day;ztc;m}} \right) - \left(1 - a_{\text{H;red;night;ztc;m}} \right) - \left(1 - a_{\text{H;red;wknd;ztc;m}} \right) \quad (2.53)$$

Pentru fiecare perioadă de reducere y , care poate fi: zi, noapte sau week-end:

$$a_{\text{H;red;y;ztc;m}} = 1 - f_{\text{H;red;y;ztc}} + f_{\text{H;red;y;ztc}} \cdot d\theta_{\text{H;red;mn;y;ztc;m}} \quad (2.54)$$

cu

$$f_{\text{H;red;y;ztc}} = \frac{\Delta t_{\text{H;red;y;ztc}} \cdot n_{\text{rep;H;red;y;ztc}}}{24 \times 7} \quad (2.55)$$

$a_{\text{H;red;y;ztc;m}}$ - factorul de reducere pentru încălzire intermitentă la temperatură setată redusă, cu $y = \text{zi, noapte sau week-end}$;

$f_{\text{H;red;y;ztc}}$ - partea relativă de timp la valoarea setată redusă pentru încălzire;

$n_{\text{rep;H;red;y;ztc}}$ - numărul de repetiții ale perioadei de reducere y , într-o săptămână. De exemplu:
 $n_{\text{rep;H;red;y;ztc}} = 7$ pentru o reducere zilnică de temperatură noaptea ; sau 5 dacă se combină cu o reducere de temperatură (sau oprire) de 2 zile în week-end.

$d\theta_{\text{H;red;mn;y;ztc;m}}$ - reducerea (relativă) medie a diferenței de temperatură în timpul perioadei cu temperatură setată redusă, determinată mai jos;

$\Delta t_{\text{H;red;y;ztc}}$ - durata perioadei de timp în care se prevede o temperatură setată redusă, în h.

Pentru a calcula reducerea (relativă) medie a diferenței de temperatură $d\theta_{\text{H;red;mn;ztc;m}}$, se vor determina următoarele **trei mărimi** suplimentare:

Reproducerea paragrafului următor a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

1) Reducerea adimensională a diferenței dintre temperatura redusă setată și temperatura exterioară, $d\theta_{\text{set;H;low;y;ztc;m}}$, dată pentru diferite situații astfel:

$$\text{dacă } (\theta_{\text{int;set;H;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}) \leq 0: \quad d\theta_{\text{set;H;low;y;ztc;m}} = 1 \quad (2.56)$$

$$\text{dacă } (\theta_{\text{int;set;H;low;y;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}) \leq 0: \quad d\theta_{\text{set;H;low;y;ztc;m}} = 0 \quad (2.57)$$

Dacă nu:

$$d\theta_{\text{set;H;low;y;ztc;m}} = \frac{\theta_{\text{int;set;H;low;y;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}}{\theta_{\text{int;set;H;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}} \quad (2.58)$$

In aceste relații, s-a considerat că $\theta_{\text{int;set;H;low;y;ztc}}$ reprezintă temperatura setată redusă de încălzire din zonă, în timpul perioadei de intermitență y.

2) Reducerea adimensională a diferenței dintre temperatura interioară în regim liber (când încălzirea este oprită) și temperatura exterioară, $d\theta_{\text{float;ztc;m}}$ este dată de:

$$d\theta_{\text{float;ztc;m}} = \frac{\theta_{\text{int;float;ztc;m}} - \theta_{\text{e;a;m}}}{\theta_{\text{int;set;H;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}} \quad (2.59)$$

Dacă $(\theta_{\text{int;set;H;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}) \leq 0$:

$$d\theta_{\text{float;ztc;m}} = 1 \quad \text{În acest caz, nu este nevoie de încălzire.}$$

Dacă nu:

$$d\theta_{\text{float;ztc;m}} = \frac{Q_{\text{H;gn;ztc;m}}}{(H_{\text{H;tr;ztc;m}} + H_{\text{H;ve;ztc;m}}) \cdot (\theta_{\text{int;set;H;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}) \cdot \Delta t_m} \quad (2.60)$$

cu valoare maximă : $d\theta_{\text{float;m}} = 1$ și valoare minimă : $d\theta_{\text{float;m}}=0$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m:

$Q_{\text{H;gn;ztc;m}}$ - reprezintă aporturile totale de căldură pentru modul de încălzire, în kWh;

$H_{\text{H;tr;ztc;m}}$ - coeficientul global de transfer de căldură prin transmisie pentru încălzire, în W/K;

$H_{\text{H;ve;ztc;m}}$ - coeficientul global de transfer de căldură prin ventilare pentru încălzire, în W/K.

3) Durata (relativă), adimensională a perioadei, până la atingerea valorii reduse setate :

Dacă: $(d\theta_{\text{set;H;low;y;ztc;m}} - d\theta_{\text{float;ztc;m}}) \leq 0$ sau în cazul unei opriri a încălzirii

$$\text{se consideră } f_{\text{H;red;low;y;ztc;m}} = 1. \quad (2.61)$$

$$\text{dacă : } d\theta_{\text{float;ztc;m}} = 1 \text{ se consideră } f_{\text{H;red;low;y;ztc;m}} = 0. \quad (2.62)$$

Dacă nu:

$$f_{\text{H;red;low;y;ztc;m}} = \frac{\Delta t_{\text{H;red;low;y;ztc;m}} / \tau_{\text{H;ztc;m}}}{\Delta t_{\text{H;red;y;ztc;m}} / \tau_{\text{H;ztc;m}}} \quad (2.63)$$

unde :

$$\frac{\Delta t_{\text{H;red;low;y;ztc;m}}}{\tau_{\text{H;ztc;m}}} = - \ln \left(\frac{d\theta_{\text{set;H;low;y;ztc;m}} - d\theta_{\text{float;ztc;m}}}{1 - d\theta_{\text{float;ztc;m}}} \right) \quad (2.64)$$

și:

$\tau_{\text{H;ztc;m}}$ - constanta pentru modul de încălzire, în h.

Reducerea (relativă) medie a diferenței de temperatură în timpul perioadei temperatura setată redusă, $d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m}$, este egală cu:

Dacă $f_{H;red;low;ztc;m} \geq 1$:

$$d\theta_{H;red;mn;ztc;m} = d\theta_{float;y;ztc;m} + \left(\frac{1 - d\theta_{float;ztc;m}}{\Delta t_{H;red;y;ztc;m} / \tau_{H;ztc;m}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\left(\Delta t_{H;red;y;ztc} / \tau_{H;ztc;m} \right)} \right) \quad (2.65)$$

În alte cazuri:

$$d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m} = \left(\frac{1 - d\theta_{set;H;low;y;ztc;m}}{\Delta t_{H;red;y;ztc;m} / \tau_{H;ztc;m}} \right) + f_{H;red;low;y;ztc;m} \cdot d\theta_{float;ztc;m} + \left(1 - f_{H;red;low;y;ztc;m} \right) \cdot d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} \quad (2.66)$$

2.8.3. Corecții pentru răcire intermitentă

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Corecțiile în cazul răcirii la temperaturi setate diferite și eventual cu perioade de oprire a răcirii, sunt aplicate la necesarul de răcire și nu la temperatura de calcul (ca în cazul încălzirii). Astfel, temperatura setată a zonei, pentru răcire, $\theta_{int;calc;C;m}$, în °C, rămâne aceeași ca pentru răcire continuu.

Reducerea necesarului de răcire este luată în considerare numai dacă răcirea este redusă sau oprită în timpul întregului week-end (deci minim 48 ore/săptămână). Dacă această condiție nu este îndeplinită, atunci $a_{C;red;ztc;m} = 1$.

Factorul de reducere adimensională pentru răcire intermitentă, $a_{C;red;ztc;m}$, în cazul unei reduceri sau unei opriri în week-end, este calculat cu relația următoare:

$$a_{C;red;ztc;m} = a_{C;red;wknd;ztc;m} = \left(1 - f_{C;red;wknd;ztc} \right) + b_{C;red;wknd} \cdot f_{C;red;wknd;ztc} \quad (2.67)$$

cu

$$f_{C;red;wknd;ztc} = \frac{\Delta t_{C;red;wknd;ztc} \times n_{rep;C;red;wknd;ztc}}{24 \times 7} \quad (2.68)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată, ztc :

$f_{C;red;wknd;ztc}$ - partea relativă a săptămânii cu o intermitență de funcționare;

$n_{rep;C;red;wknd;ztc}$ - numărul de repetiții ale acestei intermitențe într-o săptămână; de exemplu:
 $n_{rep;C;red;wknd;ztc} = 1$ pentru reducerea sau oprirea în week-end și $n_{rep;C;red;wknd;ztc} = 0$ fără reducere sau oprire în week-end.

$\Delta t_{C;red;wknd;ztc}$ - durata week-endului cu o temperatură setată redusă pentru răcire sau o întrerupere, în h;

$b_{C;red;wknd}$ - factor de corelație empirică, cu valoarea prin lipsă $b_{C;red} = 0,3$.

Valoarea $a_{C;red;wknd;ztc;m}$ este influențată numai de durata de reducere sau de oprire în week-end, și nu de temperatura setată « redusă ».

2.8.4. Corecții pentru perioada de neocupare

Pentru calculul necesarului de energie lunar pentru încălzire/răcire, trebuie făcută distincție între lunile cu și fără perioade lungi de neocupare. Pentru fiecare zonă climatizată ztc și pentru fiecare lună m , necesarul de energie lunar pentru încălzire, $Q_{H,nd;ztc;m}$, în kWh, este calculat conform unuia din cele două cazuri următoare:

- a) pentru lunile fără perioadă lungă de neocupare, $Q_{H,nd;ztc;m}$ este calculat cu formulele din figura 2.18 :

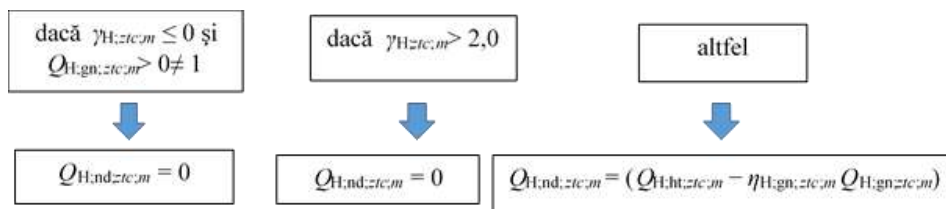


Figura 2.18. Necesarul de energie lunar pentru încălzire dacă există perioade scurte de neocupare

unde , pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $\gamma_{H;ztc;m}$ - raportul de bilanț termic adimensional pentru modul de încălzire,
- $Q_{H;ht;ztc;m}$ - transferul termic total pentru modul de încălzire, în kWh;
- $\eta_{H;gn;ztc;m}$ - factorul adimensional de utilizare a aporturilor
- $Q_{H;gn;ztc;m}$ reprezintă aporturile termice totale pentru modul de încălzire, în kWh.

In mod similar, dacă nu există perioade lungi de neocupare, necesarul de energie lunar pentru răcire, $Q_{C,nd;ztc;m}$, în kWh, este calculat conform unuia din cazurile reprezentate în figura 2.19.

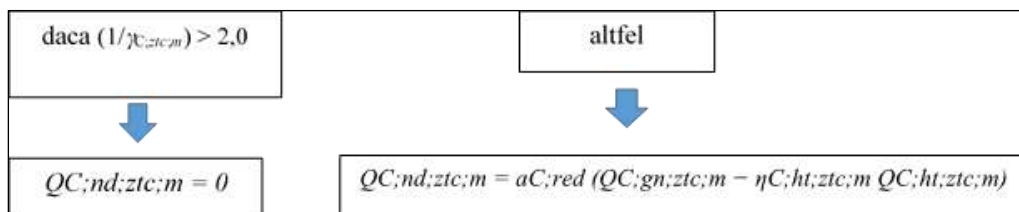


Figura 2.19. Necesarul de energie lunar pentru răcire dacă există perioade scurte de neocupare

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $Q_{C;ht;ztc;m}$ - transferul ul termic total pentru modul de răcire, în kWh;
- $\eta_{C;ht;ztc;m}$ - factorul adimensional de utilizare a transferului termic,
- $Q_{C;gn;ztc;m}$ reprezintă aporturile termice totale pentru modul de răcire, în kWh;
- $a_{C;red;ztc;m}$ - factorul de reducere adimensional pentru răcire intermitentă,
- $Q_{C,nd;ztc;m}$ este determinat special în caz de perioadă lungă de neocupare.

- b) în caz de perioadă lungă de neocupare, $Q_{H,nd;ztc;m}$ este calculat folosind indici de corecție.

Necesarul pentru încălzire și pentru răcire, ținând seama de perioadele de neocupare, $Q_{H;nd;ztc;m}$ și $Q_{C;nd;ztc;m}$, sunt calculate astfel:

- dacă o lună cuprinde o perioadă de neocupare, se efectuează calculul de două ori: 1) pentru încălzire/răcire calculate în perioadă de ocupare (normale) și 2) pentru calculele în perioadă de neocupare, pe urmă se realizează o interpolare liniară a rezultatelor, în funcție de fracția de timp a perioadei de neocupare, în raport cu perioada de ocupare:

$$Q_{H;nd;ztc;m} = (1 - f_{H,nocc;ztc;m}) \cdot Q_{H;nd;occ;ztc;m} + f_{H,nocc;ztc;m} \cdot Q_{H;nd;nocc;ztc;m} \quad (2.69)$$

$$Q_{C;nd;ztc;m} = (1 - f_{C,nocc;ztc;m}) \cdot Q_{C;nd;occ;ztc;m} + f_{C,nocc;ztc;m} \cdot Q_{C;nd;nocc;ztc;m} \quad (2.70)$$

unde, pentru o zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{H/C;nd;occ;ztc;m}$ - necesarul de energie pentru încălzire/răcire, calculat presupunând, pentru toate zilele din lună, că reglarea termostatului corespunde perioadei de ocupare, în kWh;

$Q_{H/C;nd;nocc;ztc;m}$ - necesarul de energie pentru încălzire/răcire, calculat presupunând, pentru toate zilele din lună, că reglarea termostatului corespunde perioadei de neocupare, în kWh;

$f_{H/C;nocc;ztc;m}$ - fracția de timp dintr-o lună care corespunde perioadei de neocupare (încălzire/răcire) (de exemplu 10/31- 10 zile neocupate din 31).

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

2.8.5. Temperatură calculată într- o zonă climatizată, ca variabilă de ieșire

Temperatura în zona climatizată este necesară, de exemplu, pentru a evalua pierderile termice ale generatoarelor de căldură sau de frig, ale sistemelor de stocare și de distribuție (tubulatură și conducte) situate în spațiul sau spațiile climatizate.

Pentru modul de încălzire, temperatura medie lunară a zonei $\theta_{int;op;H;ztc;m}$, în °C, este egală cu temperatura de calcul, $\theta_{int;calc;H;ztc;m}$, în °C.

Pentru răcire, temperatura medie lunară a zonei, $\theta_{int;op;C;ztc;m}$, în °C, este dată de formulele următoare:

$$\theta_{int;op;C;ztc;m} = \theta_{e;a;m} + \frac{(Q_{C;nd;ztc;m} + Q_{C;gn;ztc;m})}{(H_{C;ht;ztc;m} \times 0,001 \times \Delta t_m)} \quad (2.71)$$

$$\text{cu: } H_{C;ht;ztc;m} = \frac{Q_{C;ht;ztc;m}}{(\theta_{int,calc,C;ztc;m} - \theta_{e;a;m})} \quad (2.72)$$

unde

$\theta_{e;a;m}$ - temperatura medie lunară a aerului din mediul exterior, obținută pe baza normei corespunzătoare indicată în modulul PEC M1-13, în °C;

$Q_{C;nd;ztc;m}$ - necesarul de energie lunar pentru răcire pentru zona climatizată ztc și luna m , determinat după cum urmează, în kWh;

$Q_{C;gn;ztc;m}$	reprezintă aporturile termice totale pentru modulele de răcire, în kWh;
$Q_{C;ht;ztc;m}$	- transferul termic total prin transmisie și ventilare pentru modulele de răcire, în kWh;
$\theta_{int;calc;C;ztc;m}$	- temperatura setată în zona pentru răcire, determinată, în °C;
Δt_m	- durata lunii m , în h.

NOTA Formulele sunt o expresie a bilanțului termic lunar, în care este luat în considerare efectul intermitenței și al pierderilor termice inutile.

Dacă utilizând această temperatură ca intrare, nu poate fi făcută nicio distincție între modul cald și modul rece, temperatura pentru modul cald și modul rece trebuie ponderată lunar, respectiv cu necesarul de încălzire și de răcire.

2.8.6. Indicator de supraîncălzire

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Posibilitatea de supraîncălzire este evaluată la nivelul unei zone termice. Deoarece o zonă termică poate să conțină spații cu proprietăți și cu sarcini termice diferite, indicatorul de supraîncălzire poate subestima riscul de supraîncălzire.

Indicatorul de supraîncălzire al zonei termice ztc este egal cu supratemperatura cumulată anuală, care se calculează cu relațiile:

$$I_{OH;ztc;an} = \sum_{m=1}^{12} T_{OH;ztc;m} \quad (2.73)$$

$$T_{OH;ztc;m} = \frac{1\,000 \times (Q_{OH;gn;ztc;m} - Q_{OH;ht;ztc;m})}{H_{OH;tr;ztc;m} + H_{OH;ve;ztc;m}} \quad (2.74)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată, ztc :

$I_{OH;ztc;an}$ - indicatorul de supraîncălzire anual, în K·h;

$T_{OH;ztc;m}$ - supratemperatura cumulată lunară, în K·h;

$Q_{OH;gn;ztc;m}$ sunt aporturile termice totale pentru calculul la supraîncălzire, pentru luna m , determinate, calculate în continuare, în kWh;

$Q_{OH;ht;ztc;m}$ reprezintă transferul termic total prin transmisie și ventilare pentru calculul la supraîncălzire, pentru luna m , determinate conform celor de mai jos, în kWh;

$H_{OH;tr;ztc;m}$ - coeficientul global de transfer termic prin transmisie pentru calculul la supraîncălzire, pentru luna m , determinat conform celor de mai jos, în W/K;

$H_{OH;ve;ztc;m}$ - coeficientul de transfer termic prin ventilare pentru calculul de la supraîncălzire, pentru luna m , determinat conform decrît mai jos, în W/K.

Calcululele respectă aceeași metodologie și aceleași formule pentru calculul de răcire, dar cu diferențele următoare:

— în absența unui punct setat de răcire, calculul trebuie efectuate cu punct setat de răcire $\theta_{int;set;C;ztc} = 26^\circ\text{C}$;

- condițiile la limită sunt diferite, antrenând valori numerice diferite pentru toate variabilele din aval corespunzătoare, de unde utilizarea indicelui OH mai curând decât indicele C.
- valoarea coeficientului de transfer termic global prin transmisie, $H_{OH;tr;ztc;m}$, este luată egală cu valoarea sa pentru răcire, $H_{C;tr;ztc;m}$;
- coeficientul global de transfer termic prin ventilare, $H_{OH;ve;ztc;m}$, este determinat luând în considerare dispoziții pentru ventilare intensivă (ziua și/sau la noaptea) (de exemplu deschiderea sigură a ferestrelor) pentru a evacua căldura în exces.
- valorile aporturilor interne și solare sunt definite egale cu valorile lor pentru răcire.

2.9. Necesari de energie pentru umidificare și dezumidificare

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

2.9.1. Umidificare

Necesarul lunar de energie latentă pentru umidificare este dat de:

$$Q_{HU;nd;ztc;m} = f_{HU;m} \cdot h_{we} \cdot (1 - \eta_{HU;rvd;ztc}) \cdot \rho_a \cdot q_{V;mech;ztc;m} \cdot (\Delta x \cdot t)_{a;sup;ztc;an} \quad (2.75)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{HU;nd;ztc;m}$ - necesarul de umidificare, în kWh;

$f_{HU;m}$ - fracția lunară a necesarului de energie pentru umidificare, obținută pentru fiecare lună m :

$$f_{HU;m} = Q_{H;nd;m} / Q_{H;nd;an}$$

unde $Q_{H;nd;m/an}$ - necesarul de energie lunar/anual pentru încălzire, în kWh

h_{we} - la căldură latentă de vaporizare a apei, în J/kg;

$\eta_{HU;rvd;ztc}$ - eficiența recuperării de căldură latentă în zona termică de deservire a sistemului ztc . Pentru roată desicantă se recomandă $\eta_{HU;rvd;ztc} = 0,55$

ρ_a - densitatea aerului, în kg/m³;

$q_{V;mech;ztc;m}$ - debitul mediu lunar de aer de introducere mecanică care intră în zonă, conform reglementării tehnice pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare, în m³/s;

$(\Delta x \cdot t)_{a;sup;ztc;an}$ - cantitatea cumulată anuală de umiditate ce trebuie furnizată pe kg de aer uscat produs, în kg h/kg.

Tabel 2.21. Cantitate cumulată anuală de umiditate ce trebuie furnizată pe kg de aer uscat introdus (metodă lunară)

Categorie de spațiu	Cantitate cumulată anuală de umiditate ce trebuie furnizată pe kg de aer uscat introdus $\Delta x \cdot t_{a;sup}$ (kg h/kg)
Rezidențe individuale, colective	0,17
Birouri	4,2
Cladiri pentru educație	4,2
Spitale	4,2

Hoteluri, restaurante	0,17
Bucătării	0
Teatre, auditorii	0,17
Servere	0
Sali de sport condiționate	0,17
Idem necondiționate	0
Magazine en gros sau en detail	0,17
Garaje	0

2.9.2. Dezumidificare

Necesarul de energie latentă lunar, pentru dezumidificare este :

$$Q_{\text{DHU};\text{nd};\text{ztc};m} = f_{\text{DHU};\text{C}} \cdot Q_{\text{C};\text{nd};\text{ztc};m} \quad (2.76)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{\text{DHU};\text{nd};\text{ztc};m}$ - necesarul de energie pentru dezumidificare, în kWh;

$Q_{\text{C};\text{nd};\text{ztc};m}$ - necesarul de energie pentru răcire (sensibilă), în kWh;

$f_{\text{DHU};\text{C};\text{ss}}$ - fracția necesarului de energie sensibilă care trebuie adăugată pentru dezumidificare, pe tip de sistem de răcire ss , (obținută pe baza normei de sistem corespunzătoare indicată în modulul PEC M7-1).

2.10. Necesarul anual de energie pentru încălzire, răcire și latent

Necesarul anual de energie pentru încălzire, $Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};\text{an}}$, în kWh, pentru zona climatizată ztc , este calculat cu relația următoare:

$$Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};\text{an}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};m} \quad (2.77)$$

unde

$Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};m}$ - necesarul de căldură lunar pentru încălzire pentru zona climatizată ztc și luna m , în kWh.

Pentru calculul necesarului de energie lunar pentru încălzire, se face distincție între lunile cu și fără o perioadă lungă de neocupare. Pentru fiecare zonă climatizată ztc și pentru fiecare lună m , necesarul de energie lunar pentru încălzire, $Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};m}$, în kWh, este calculat pentru unul din cele două cazuri următoare:

b) în cazul unei perioade lungi de neocupare, $Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};m}$ este calculat conform capitolului de calcul al corecțiilor pentru perioadade neocupare.

Pentru fiecare zonă, necesarul de energie anual pentru răcire, $Q_{\text{C};\text{nd};\text{ztc};\text{an}}$, în kWh, este calculat cu relația următoare:

$$Q_{\text{C};\text{nd};\text{ztc};\text{an}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{C};\text{nd};\text{ztc};m} \quad (2.78)$$

unde

$Q_{C;nd;ztc;m}$ - necesarul termic lunar pentru răcire pentru zona climatizată ztc și luna m , determinat ca mai jos , în kWh.

Necesarul de energie latent anual pentru umidificare (dezumidificare) este calculat ca sumă a necesarului lunar:

$$Q_{HU/DHU;nd;ztc;an} = \sum_m Q_{HU/DHU;nd;ztc;m} \tag{2.79}$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată, ztc :

$Q_{HU/DHU;nd;ztc;an}$ - necesarul anual de umidificare (dezumidificare), în kWh;

$Q_{HU/DHU;nd;ztc;m}$ - necesarul lunar de umidificare (dezumidificare), în kWh.

2.11. Calcul simplificat al duratei perioadelor de încălzire/răcire

În lipsa unor date naționale, bazate pe anul climatic mediu, se recomandă utilizarea metodei bazate pe temperatura de echilibru.

O soluție simplă este de a reprezenta grafic variația temperaturii medii lunare (pe ordonată), pentru diferite luni ale perioadei calde sau reci și de tranziție (pe abscisă). Se calculează „temperatura de echilibru” θ_{emz} care reprezintă valoarea temperaturii exterioare la care aporturile de căldură de la sursele interioare și exterioare (soare) sunt egale cu pierderile prin transfer (prin transmisie Q_T și prin ventilare Q_V), calculate pentru temperatura interioară de calcul pentru încălzire, respectiv pentru răcire. In figurile urmatoare este un exemplu de reprezentare pentru stabilirea perioadei de răcire; similar pentru stabilirea perioadei de încălzire.

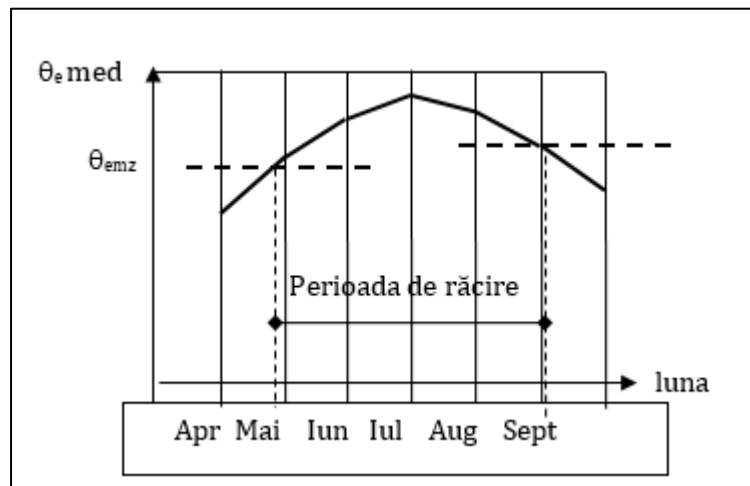


Figura 2.20. Stabilirea grafică a perioadei anuale de răcire

Se calculează temperatura exterioară medie zilnică θ_{emz} care satisface relația:

$$\theta_{emz} = \theta_i - \frac{\eta_1 Q_{surse,z}}{H_T t_z} \tag{2.80}$$

în care: θ_i – temperatura interioară de calcul pentru climatizare, $Q_{surse,z}$ – energia de la soare și surse interioare, calculată pentru o zi medie din luna respectivă (de început sau sfârșit de sezon de răcire), H_T – coeficientul total de pierderi/aporturi de căldură al încăperii, η_1 – factor de utilizare a

aporturilor pierderilor termice (pentru încălzire) calculat pentru $\lambda = 1$, respectiv factorul de utilizarea transferului de căldură, pentru răcire, t_z – durata unei zile (24 ore).

Pe grafic, trasează valorile calculate care se intersectează cu drepte care unesc temperaturile medii lunare; abscisa punctului de intersecție marchează începutul sau sfârșitul perioadelor de încălzire, respectiv răcire. Reprezentarea se face la scară, pentru a citi pe abscisă numărul de zile.

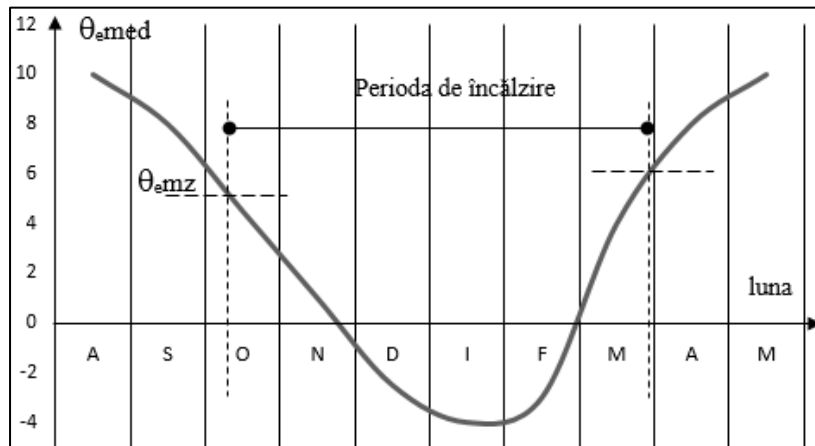


Figura 2.21. Stabilirea grafică a perioadei anuale de încălzire

Durata sezonului de încălzire și de răcire va fi considerată și ca timp de funcționare a dispozitivelor sezoniere, ca de exemplu pompele pentru sistemul de încălzire, ventilatoarele pentru sistemul de răcire etc.

2.12. Calculul temperaturii interioare în regim liber

Calculul temperaturii interioare a unei încăperi (zone termice) se realizează folosind o metodă de calcul orar

2.12.1. Prezentarea metodei

Metoda de calcul orar, în comparație cu metoda de calcul lunar, permite un calcul mult mai detaliat și mai apropiat de fenomenele fizice; rezultatele obținute vor fi de asemenea mai corecte. În această parte a metodologiei este detaliată numai o aplicație a metodei de calcul orar.

Scopul acestui calcul este determinarea temperaturii care se realizează în interiorul unei clădiri/zone, în perioada de vară, în absența sistemului de climatizare (răcire) – denumit regim liber. Acest calcul permite studiul supraîncălzirii încăperilor în absența climatizării. Modificând diferite scenarii de utilizare a elementelor de umbrire, a ventilării (inclusiv ventilarea nocturnă), de densitate de ocupare a spațiului – cu oameni, lumină și/sau aparatură electronică, se poate stabili necesitatea utilizării sau nu, a unei instalații de climatizare (răcire) pentru asigurarea confortului termic al ocupanților în perioada de vară, în perioada climatică ce se alege pentru verificare, obținând astfel o economie importantă de energie.

2.12.2. Modelul de calcul

Metoda de calcul se bazează pe analogia electrică pentru modelarea proceselor de transfer termic care au loc între interiorul și exteriorul unei clădiri. Structura fiecărui element al clădirii este împărțită în straturi, în care au loc fenomenele termice de transfer și de acumulare a căldurii. La limita straturilor sunt fixate noduri în care se scriu ecuații de bilanț termic, analoge formulilor lui Kirchhoff pentru rețele electrice.

Ipotezele principale luate în considerare la elaborarea modelului de calcul sunt:

- încăperea este un spațiu închis, delimitat de elementele de construcție,
- temperatura aerului este uniformă în întreg volumul util al încăperii,
- suprafețele elementelor de construcție sunt considerate izoterme,
- proprietățile termofizice ale materialelor elementelor de construcție sunt constante în timp,
- conducția căldurii prin fiecare element de construcție este unidimensională (cu excepția transferului către sol, unde se aplică metoda fluxului termic echivalent),
- distribuția spațială a părții radiative a fluxului de căldură datorat surselor interioare este uniformă,
- este neglijată contribuția punților termice și a elementelor vitate la fenomenul de stocare a căldurii,
- punțile termice (liniare și punctuale) sunt cuplate direct cu temperatura aerului interior și exterior,
- volumele de aer sunt considerate ca lame de aer delimitate de suprafețe izoterme și paralele,
- densitatea fluxului termic datorat radiației de lungime scurtă de undă, absorbită de un element vitrat este tratată ca un termen sursă,
- coeficienții de schimb de căldură prin convecție și prin radiație (lungime de undă mare) pentru fiecare suprafață interioară, sunt considerați în mod separat,
- dimensiunile fiecărui element de construcție sunt considerate pe partea interioară, pentru fiecare element de delimitare a încăperii,
- valorile coeficienților de schimb de căldură sunt considerate separat, pentru convecție și respectiv radiație de lungime mare de undă: astfel, coeficientul de schimb de căldură prin convecție la interior $h_{ci} = 2,5\text{W/m}^2\text{K}$; coeficientul de schimb de căldură prin radiație la interior: $h_{ri} = 5,5\text{W/m}^2\text{K}$; iar la exterior: $h_{ce} = 8\text{W/m}^2\text{K}$ și $h_{re} = 5,5\text{W/m}^2\text{K}$

Etapele principale ale aplicării metodei sunt următoarele:

- definirea condițiilor climatice,
- stabilirea încăperii/zonei pentru care se studiază temperatura interioară,
- stabilirea elementelor de construcție care delimitează încăperea studiată (suprafețe, orientări, condiții la limită)
- calculul parametrilor termofizici (în regim permanent și în regim dinamic) și al parametrilor optici (pentru elementele de construcție opace și transparente)
- definirea scenariului de ventilare și a scenariului de umbrire a suprafețelor,
- calculul degajărilor de căldură de la surse interioare (inclusiv scenariu),
- stabilirea schemei analogice de calcul,
- scrierea ecuațiilor de bilanț termic pentru fiecare nod de temperatură, tratat prin analogie cu un nod al unei rețele electrice care conține rezistențe, capacități și generatoare de curent (prin analogie: rezistențe și capacități termice și fluxuri de căldură care intră/ies în noduri, de la aporturi interioare și solare, transfer termic etc),
- scrierea ecuației de bilanț termic la nivelul încăperii,

- tratarea sistemului de ecuații și punerea lui sub formă matricială, ușor de rezolvat cu un solver de ecuații liniare,
- determinarea temperaturii operative interioare, a temperaturii aerului interior și a temperaturii medii de radiație pentru încăperea simulată.

În continuare sunt prezentate pentru exemplificare, bilanțuri termice la moment de timp t :

- ecuația de bilanț termic global la nivelul încăperii relația 2.81
- ecuația de bilanț termic într-un nod de la suprafața interioară a unui perete exterior masiv (figura 2.22, 1a) – relația 2.82
- ecuația de bilanț termic într-un nod de la suprafața exterioară a unui perete exterior masiv (figura 2.22, 1b) – relația 2.83
- ecuația de bilanț termic într-un nod dintre straturi (figura 2.22, 1c) – relația 2.84.

Pentru a modela transferul în regim dinamic, în noduri se introduc fluxurile spre sau dinspre elementele capacitive. Modelul analogic pentru un perete, așa cum a fost dezvoltat în SR EN ISO 52016-1, cu 5 noduri capacitive este reprezentat în figura 2.23.

Extinzând acest model la toate elementele de anvelopă și scriind ecuația de bilanț termic al încăperii în regim nestaționar (2), se obține sistemul de ecuații exprimat sintetic prin ecuația matricială (9).

Urmărind schemele din figuri, fluxurile termice se exprimă în funcție de legile transferului de căldură conductiv, convectiv sau radiativ. Elementele componente ale anvelopei unei clădiri sunt considerate în funcție de rezistența și inerția termică, de transparență și de poziție.

Din punct de vedere al inerției termice și al transparenței, elementele anvelopei se clasifică în: elemente exterioare opace ușoare, sau grele și elemente transparente (ferestre, luminatoare, uși vitrate).

2.12.2.1. Ecuația de bilanț termic pentru încăperezonă termică (din SR EN ISO 52017-1)

Ecuația de bilanț termic (căldură sensibilă) ia în considerare toate fluxurile de căldură care intră sau ies din încăperezonă într-un interval de timp elementar dt . Aceste fluxuri conduc la variația temperaturii aerului interior, $\theta_{int;a}$.

$$\sum_{j=1}^N (A \cdot q_{c;i})_j + \Phi_V + \Phi_{int;c} + \Phi_{HC;ld;c} + \Phi_{sa} + \Phi_{va} + \Phi_{tb} = c_a \cdot \rho_{int;a} \cdot V_{int;a} \cdot \frac{d\theta_{int;a}}{dt} \quad (2.81)$$

unde:

- N - numărul de suprafețe interioare care delimitează volumul de aer interior;
- A_j - aria elementului de clădire j , în m^2 ;
- $q_{c;i}$ - densitatea fluxului de căldură convectiv la fața interioară, în W/m^2 ;
- Φ_V fluxul termic transferat prin ventilare, în W ;
- $\Phi_{int;c}$ fracția convectivă a fluxului termic de la sursele interioare de căldură, în W ;
- $\Phi_{HC;ld;c}$ fluxul termic convectiv din sarcina termică sensibilă de încălzire/răcire a spațiului, în W ;
- Φ_{sa} fluxul termic preluat de aer din aperturile solare, în W ;

Φ_{va}	fluxul termic care intră în încăperea prin lamele de aer ale elementelor delimitatoare, în W;
Φ_{tb}	fluxul termic transferat prin punțile termice, în W;
c_a	capacitatea calorică masică a aerului, în J/(kg·K);
$\rho_{int;a}$	masa volumică (densitatea) aerului uscat interior, în kg/m ³ ;
$V_{int;a}$	volumul interior util, în m ³ ;
$\theta_{int;a}$	temperatura aerului interior, în °C;
t	timpul, în s.

Se remarcă faptul că bilanțul se referă la aerul interior din încăperea și din acest motiv se consideră doar fluxurile convective. Membrul drept al ecuației poate fi considerat egal cu zero datorită capacității termice foarte mici a aerului din zonă.

Acest bilanț termic pentru zona ztc și la momentul de timp t, scris cu luarea în considerare a capacității termice interioare a zonei de calcul și integrat prin metoda diferențelor finite pentru intervalul de timp Δt , devine :

$$\left[\frac{C_{int;ztc}}{\Delta t} + \sum_{eli=1}^{eln} (A_{eli} \cdot h_{ci;eli}) + \sum_{vei=1}^{ven} H_{ve;vei;t} + H_{tr;tb;ztc} \right] \cdot \theta_{int;a;ztc;t} - \sum_{eli=1}^{eln} (A_{eli} \cdot h_{ci;eli} \cdot \theta_{pln;eli;t})$$

$$= \frac{C_{int;ztc}}{\Delta t} \cdot \theta_{int;a;ztc;t-1} + \sum_{vei=1}^{ven} (H_{ve;vei;t} \cdot \theta_{sup;vei;t}) + H_{tr;tb;ztc} \cdot \theta_{e;a;t}$$

$$+ f_{int,c} \cdot \Phi_{int;ztc;t} + f_{sol,c} \cdot \Phi_{sol;ztc;t} + f_{H/C,c} \cdot \Phi_{HC;ztc;t} \quad (2.82)$$

$C_{int;ztc}$	capacitatea termică interioară a zonei, în J/K;
Δt	durata pasului de timp t, în s;
$\theta_{int;a;ztc;t}$	temperatura aerului interior la timpul t, în °C;
$\theta_{int;a;ztc;t-1}$	temperatura aerului interior din zonă la timpul precedent (t- Δt), în °C;
A_{eli}	suprafața elementului de clădire eli, în m ² ;
$h_{ci;eli}$	coeficientul de transfer termic prin convecție, la suprafața interioară a elementului de clădire eli, determinat pe tip de element de clădire, în W/(m ² ·K);
$\theta_{pln;eli;t}$	temperatura pe suprafața interioară a elementului de clădire eli, în °C;
$H_{ve;k;t}$	coeficientul de transfer termic global prin ventilare, pentru elementul de flux de ventilare k, în W/K;
$\theta_{sup;k;t}$	temperatura de introducere a fluxului de ventilare k, ce intră în zonă, în °C;
$\theta_{e;a;t}$	temperatura aerului exterior,
$H_{tr;tb;ztc}$	transmitanța globală a punților termice, în W/K;
$f_{int,c;ztc}$	fracția convectivă a aporturilor interne, valoare informativă $f_{int,c;ztc}=0,40$ (se poate diferenția pe tipuri de surse)
$f_{sol,c;ztc}$	fracția convectivă a radiației solare, valoare informativă $f_{sol,c;ztc}=0,1$;
$f_{H/C,c;ztc}$	fracția convectivă a sistemului de încălzire/răcire, valoare informativă $f_{H/C,c;ztc}=0,40$; pentru calculul necesarului de energie propriu al sistemului, se pot aplica valori specifice ;
$\Phi_{int;ztc;t}$	aportul de căldură intern total pentru zona ztc, în W;
$\Phi_{HC;ztc;t}$	sarcina de încălzire(dacă este pozitivă) sau sarcina de răcire (dacă este negativă) în zona de calcul ztc, la timpul t, în funcție de tipul de aplicație de calcul, în W ;

$\Phi_{sol;ztc;t}$ aportul solar direct transmis în zonă, totalizat pentru toate ferestrele w_i , conform, în W .

2.12.2.2. Ecuații de bilanț termic în nodul de la suprafața interioară a unui element exterior de clădire

Temperatura pe fața interioară a unui element de clădire j este obținută din ecuația de bilanț în care fluxurile către suprafața interioară sunt considerate pozitive, cu excepția fluxului $q_{c,j}$.

$$q_{lr,j} + q_{sol,j} + q_{c,j} + q_{cd,j} + q_{i;r} + q_{HC;ld;r} = 0 \tag{2.83}$$

unde:

q_{lr} densitatea fluxului termic radiativ de lungime mare de undă schimbat cu celelalte suprafețe interioare în W/m^2 ;

q_{sol} densitatea fluxului termic datorat radiației solare de lungime mică de undă, în W/m^2 ;

q_c densitatea fluxului termic prin convecție, în W/m^2 ;

q_{cd} densitatea fluxului termic prin conducție, în W/m^2 ;

$q_{i;r}$ densitatea fluxului termic radiativ de la aporturile interioare, în W/m^2 ;

$q_{HC;ld;r}$ densitatea fluxului termic radiativ al sarcinii sensibile de încălzire/răcire a spațiului, în W/m^2 .

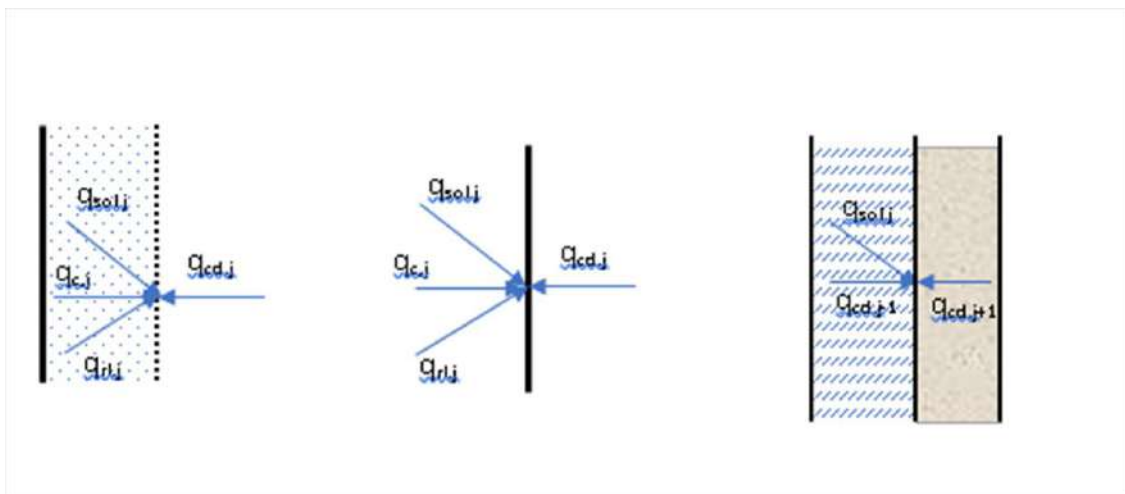


Figura 2.22. Scheme de calcul pentru nodurile de calcul plasate pe suprafața unui element al clădirii sau între straturi (din SR EN ISO 52017-1); a) la suprafața unei lame de aer; 1-lamă de aer b) la fața exterioară c) între straturi

Relațiile de calcul pentru fluxurile termice luate în considerare sunt detaliate în paragraful 6.4.5, din SR EN ISO 52017-1

Dacă în ecuația de bilanț (2.83) de mai sus se introduce fluxul capacitiv și se integrează folosind metoda diferențelor finite, pentru $p_i = p_{ln}$ (nod la suprafața interioară - spre zona de calcul ztc), se obține relația:

$$\begin{aligned}
 & - \left(h_{pli-1;eli} \cdot \theta_{pli-1;eli;t} \right) + \left[\frac{\kappa_{pli;eli}}{\Delta t} + h_{ci;eli} + h_{ri;eli} \cdot \sum_{elk=1}^{eln} \left(\frac{A_{elk}}{A_{tot}} \right) + h_{pli-1;eli} \right] \cdot \theta_{pli;eli;t} \\
 & - h_{ci;eli} \cdot \theta_{int;a;zt;t} - \sum_{elk=1}^{eln} \left(\frac{A_{elk}}{A_{tot}} \cdot h_{ri;eli} \cdot \theta_{pli;elk;t} \right) \\
 & = \frac{\kappa_{pli;eli}}{\Delta t} \cdot \theta_{pli;eli;t-1} + \frac{1}{A_{tot}} \cdot \left[(1 - f_{int,c}) \cdot \Phi_{int;zt;t} + (1 - f_{sol,c}) \cdot \Phi_{sol;zt;t} + (1 - f_{H/C,c}) \cdot \Phi_{HC;zt;t} \right] \quad (2.84)
 \end{aligned}$$

unde, pentru fiecare element eli și la timpul t:

- A_{elk} suprafața unui element de clădire elk, în zona ztc, în m²;
- A_{tot} suma suprafețelor A_{elk} a tuturor elementelor de clădire elk = 1, ..., eln, în m²;
- $\theta_{pli;eli;t}$ temperatura în nodul pli, în °C;
- $\theta_{pli-1;eli;t}$ temperatura în nodul pli-1, în °C;
- $\theta_{int;a;zt;t}$ temperatura aerului interior în zonă, în °C;
- $h_{pli-1;eli}$ - conductanța între nodul pli și nodul pli-1, determinată pe tip de element de clădire, în W/(m²·K);
- $\kappa_{pli;eli}$ capacitatea termică pe suprafață a nodului pli, în J/(m²·K);
- $h_{ci;eli}$ coeficientul de transfer termic superficial convectiv interior, determinat pe tip de element de clădire, în W/(m²·K);
- $h_{ri;eli}$ coeficientul de transfer termic superficial prin radiație la fața interioară, determinat pe tip de element de clădire, în W/(m²·K);
- $\theta_{pli;eli;t-1}$ temperatura în nodul pli la pasul de timp precedent (t-Δt), în °C

Conform convenției internaționale, numerotarea straturilor (noduri) în elementele de clădire, se face de la exterior (număr de nod pli = 1) către interior (număr de nod pli = pln).

Relațiile de calcul detaliate pentru coeficienții de transfer și capacitatea termică din formula (2.84) sunt date în standardul SR EN ISO 52016-1, paragraf 6.5.

2.12.2.3. Bilanț termic în noduri dintre straturi și la exterior

- într-un nod interior

În nodul pli și nodul pli+1 ecuația de bilanț este:

$$q_{cd,j-1} + q_{cd,j+1} + q_{sol,j}=0 \quad (2.85)$$

unde

$q_{cd,j-1}$ densitatea fluxului termic conductiv de la suprafața j-1, în W/m²;

$q_{cd,j+1}$ densitatea fluxului termic conductiv de la suprafața j+1, în W/m²;

$q_{sol,j}$ densitatea fluxului termic de la suprafață, datorată radiației solare absorbită de suprafața j, în W/m². (numai dacă una dintre suprafețe a fost transparentă ; altfel, qsr, j=0)

Pentru pli = 2, ..., pln-1 (fiecare nod dintre straturi), procedura este asemănătoare.

Introducerea fluxului capacitiv și integrarea temporală conduce la relația de bilanț la momentul de timp t, care se scrie:

$$-h_{pli-1;eli} \cdot \theta_{pli-1;eli;t} + \left[\frac{\kappa_{pli;eli}}{\Delta t} + h_{pli;eli} + h_{pli-1;eli} \right] \cdot \theta_{pli;eli;t} - h_{pli;eli} \cdot \theta_{pli+1;eli;t} = \frac{\kappa_{pli;eli}}{\Delta t} \cdot \theta_{pli;eli;t-1} \quad (2.86)$$

unde, pentru fiecare element de clădire eli la timpul t:

$\theta_{pli+1;eli}$ - temperatura în nodul pli+1, în °C;

$h_{pli;eli}$ - conductanța între nodul pli+1 și nodul pli, determinată pentru fiecare tip de element de clădire, în W/(m²·K);

- în nodul exterior

Bilanțul termic la un moment t în nodul exterior, la suprafața unei lame de aer, (pli=1) – figura 2.22a, se scrie :

$$q_{c,j} + q_{lr,j} + q_{cd,j} + q_{sol,j} = 0 \quad (2.87)$$

unde :

q_c densitatea fluxului termic total emis către lama de aer, în W/m²;

q_{lr} densitatea fluxului termic prin radiație de lungime mare de undă prin lama de aer, în W/m²;

q_{cd} densitatea fluxului termic prin conducție, în W/m²;

q_{sol} - densitatea fluxului termic absorbit de element din radiația solară, în W/m².

Nota : Densitățile fluxurilor conductiv, convectiv și radiativ sunt cele cunoscute și sunt tratate pe larg în standardul SR EN ISO 52017-1, § 6.4.

Pentru calcul dinamic, ca și în cazurile precedente, se poate scrie ecuația în care se ia în considerare fluxul capacitiv din nodul exterior.

În modelul dezvoltat în standardul SR EN ISO 52016-1, fiecare element de clădire este împărțit (discretizat) într-un număr de straturi paralele, separate prin noduri interioare. Pentru elementele masive ale unei clădiri, în contact cu aerul exterior, numărul de noduri este de 5 (nod pli = 1...5), respectiv un nod de suprafață exterior, trei noduri la interiorul elementului de clădire și un nod de suprafață interior (cu fața către zonă) – figura 2.23.

Pentru elementele în contact cu solul, numărul de noduri este de asemenea 5, utilizate pentru o combinație de straturi (model detaliat în modulul PEC M2-5.2): Pentru pardoselile pe pământ, coeficienții de transfer termic la suprafața exterioară sunt înlocuiți prin conductanța termică a stratului virtual de sol.

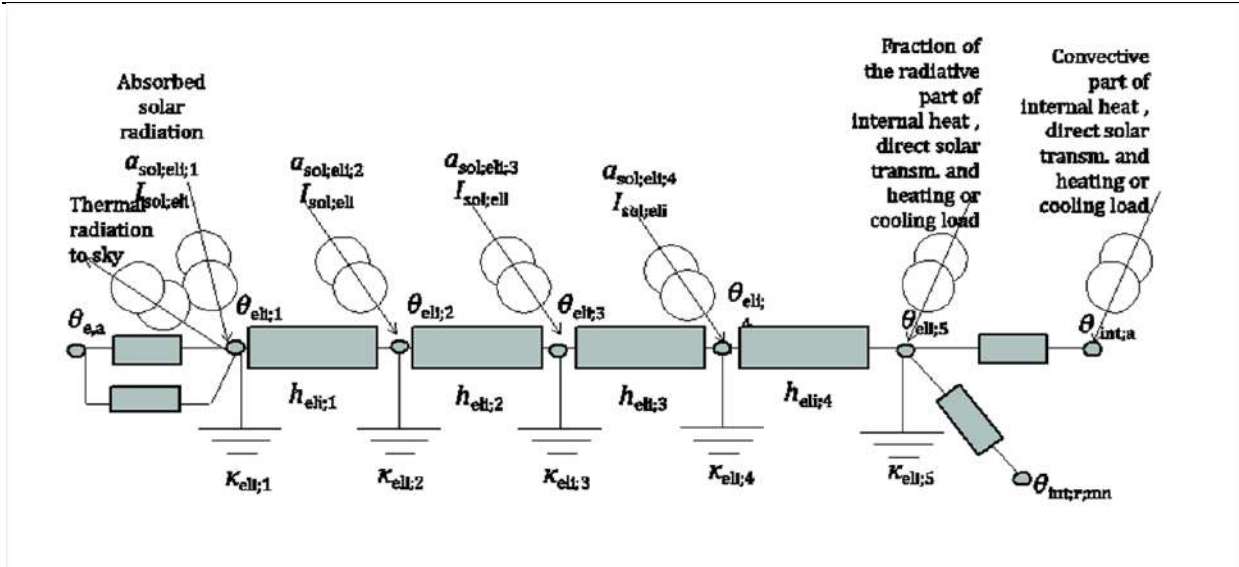


Figura 2.23 – Rețea electrică analogică de calcul pentru transferul de căldură printr-un perete exterior.

Această reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/30188/26.03.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Pentru ferestre și uși, numărul de noduri este de 2, respectiv nodul de suprafață exterior și nodul de suprafață interior (către zonă). Pentru simplificare, efectul radiației solare absorbite este luat în considerare ca radiație solară transmisă direct.

Pereții interiori ai elementelor de clădire alăturate din alte clădiri sau alte zone climatizate sunt modelate ca elemente de clădire opace sau pot fi neglijați.

Temperatura aerului interior în zona ztc la timpul t, $\theta_{int,a;ztc;t}$, se determină rezolvând sistemul de ecuații format din ecuațiile prezentate pentru acest pas de timp. Pentru cazul tratat la acest capitol, fluxurile generate de sistemele interioare de încălzire/răcire sunt nule (regim termic liber). De asemenea, din rezolvarea sistemului pentru acest pas de timp, rezultă temperatura superficială interioară pe fața fiecărui unui element de clădire eli din zona ztc la timpul t, care este temperatura în nodul interior $\theta_{int,a}$.

În ecuația matricială (8) se dă expresia generală a sistemului de formule care rezultă :

$$\begin{pmatrix} \Pi_{1,1} & \Pi_{1,2} & \Pi_{1,N} & \Pi_{1,N+1} \\ \Pi_{2,1} & \Pi_{2,2} & \Pi_{2,N} & \Pi_{2,N+1} \\ \Pi_{N,1} & \Pi_{N,2} & \Pi_{N,N} & \Pi_{N,N+1} \\ \Pi_{N+1,1} & \Pi_{N+1,2} & \Pi_{N+1,N} & \Pi_{N+1,N+1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \theta_{is,1} \\ \theta_{is,2} \\ \theta_{is,N} \\ \theta_a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Gamma_1 \\ \Gamma_2 \\ \Gamma_N \\ \Gamma_{N+1} \end{pmatrix} \tag{2.88}$$

unde

N – număr de elemente de clădire care delimitează zona, pentru care se va determina temperatura la fața interioară ;

- Π coeficienți relativi la temperaturile necunoscute (de 1 la N pentru suprafețele interioare, N + 1 pentru aerul interior);
 Γ coeficienți relativi la termenii necunoscuți (de 1 la N pentru suprafețele interioare, N + 1 pentru aerul interior);
 θ temperaturile necunoscute (de 1 la N pentru suprafețele interioare, N + 1 pentru aerul interior);

Termenii «Π» și «Γ» se obțin din ecuațiile scrise pentru fiecare element de clădire și pentru bilanțul energetic al zonei (număr total de ecuații N+1).

Standardul SR EN ISO 52016-1 detaliază la § 6.5, formulele scrise pentru o zonă termică ztc la timpul t, cu introducerea fluxului capacitiv și integrarea temporală prin metoda diferențelor finite pentru pasul de timp Δt. (de forma ecuațiilor 4 și 6). În fiecare nod se introduc după caz, fluxuri termice de la exterior (radiație solară, cu elementul umbrit sau nu, radiația către cer etc.) sau la interior (aporturi interioare). Aceste formule, care cuprind toate ecuațiile din noduri (interioare și exterioare de suprafață și interioare dintre straturi), se scriu sub forma ecuației matriciale:

$$[\text{Matrice A}] \times [\text{Vector X de temperatură în noduri}] = [\text{Vector de stare B}] \quad (2.89)$$

unde :

- [Matrice A] reprezintă coeficienții (cunoscuți) din partea stângă a formulelor de bilanț energetic;
 [Vector B] reprezintă termenii (cunoscuți) din partea dreaptă a formulelor de bilanț energetic;
 [Vector X de temperatură în noduri] - un vektor de stare; temperaturile (necunoscute) de calculat (pli=1...pln, eli=1...eln): (θ1;1;ztc;t, ...θ1;eli;ztc;t, ...θpli;1;ztc;t, ..., θpli,eli;ztc;t, ..., θpln,eli;ztc;t, ..., θpli,eln;ztc;t, ..., θpln,eln;ztc;t, θint;a;ztc;t) – include temperatura interioară a aerului, θint;a;ztc;t ; eli – indicativ al elementului de clădire ; pli – indicativ al nodului din elementul de clădire (de exemplu, 5 noduri pentru fiecare element la pereții exteriori ; pentru 2 pereți exteriori vor fi 2x5=10 noduri)

Ecuațiile din sistemul (9) sunt ecuații diferențiale ordinare care trebuie integrate temporal, pentru un pas de timp orar. Pentru fiecare pas se introduc datele reale referitoare la aporturile interioare și exterioare, la scenariile de ocupare, de umbrire și de ventilare. Datele climatice folosite, referitoare la temperatură și radiație solară sunt de asemenea valori orare, considerate constante pe perioada pasului de timp. Pentru aplicația considerată, nu se introduc fluxuri de căldură generate de sisteme de încălzire/răcire.

Perioada de calcul reală trebuie precedată de o perioadă de inițializare care este suficient de lungă, pentru a face neglijabilă influența temperaturilor existente în fiecare nod la începutul calculului, când demarează perioada de calcul reală. Pentru această aplicație, perioada de inițializare se recomandă să fie de minim două săptămâni, care preced perioada reală.

Din calcul rezultă valorile necunoscute ale temperaturilor la un moment t, în toate nodurile sistemului și temperatura aerului interior; acestea sunt stocate și calculul se reia pentru pasul de timp următor, pentru temperatura aerului interior și pentru fiecare nod (E10).

$$\theta_{int;a;ztc;(t+1)-1} = \theta_{int;a;ztc;t} \quad \theta_{pli;eli;(t+1)-1} = \theta_{pli;eli;t} \quad (2.90)$$

Pentru calculul tratat la acest paragraf, la fiecare pas de timp se determină temperatura operativă în regim liber, $\theta_{\text{int;op};0; ztc;t}$, după cum urmează.

Temperatură operativă

Temperatura operativă în zona ztc la timpul t este dată cu expresia simplificată de medie aritmetică a temperaturii aerului și a temperaturii medii de radiație, astfel:

$$\theta_{\text{int;op};ztc;t} = \frac{\theta_{\text{int;a};ztc;t} + \theta_{\text{int;r;mn};ztc;t}}{2} \quad (2.91)$$

unde, pentru o zonă termică ztc la timpul t:

$\theta_{\text{int;op};ztc;t}$ - temperatura operativă interioară, în °C;

$\theta_{\text{int;a};ztc;t}$ - temperatura aerului interior, în °C;

$\theta_{\text{int;r;mn};ztc;t}$ - temperatura medie de radiație, determinată ca în formula de mai jos, în °C.

Temperatura medie de radiație este media ponderată a temperaturilor suprafețelor interioare ale elementelor de clădire $eli = 1 \dots eln$ în zona ztc și este dată de:

$$\theta_{\text{int;r;mn};ztc;t} = \frac{\sum_{eli=1}^{eln} (A_{eli} \cdot \theta_{pli=pln;eli;t})}{\sum_{eli=1}^{eln} A_{eli}} \quad (2.92)$$

$\theta_{\text{int;r;mn};ztc;t}$ - temperatura medie de radiație calculată, în °C;

A_{eli} - suprafața elementului de clădire eli, în m²;

$\theta_{pli=pln;eli;t}$ - temperatura în nodul pli = pln al elementului de clădire eli (temperatură pe suprafața elementului), care rezultată din integrarea sistemului de ecuații (98), în °C.

Scopul anunțat al calculului a fost să se verifice dacă în încăperi, se poate asigura temperatura interioară necesară de confort (aici temperatura operativă), fără participarea sistemelor de încălzire/răcire și dacă da, în ce condiții de climă și/sau de utilizare. Se pot considera diferite scenarii de umbrire, limitare a aporturilor interioare, ventilare nocturnă etc., care se vor transcrie prin modificarea fluxurilor luate în considerare în nodurile exterioare/interioare, ceea ce va conduce la modificări ale temperaturii interioare. În urma calculului se poate decide dacă pentru situațiile analizate, poate fi evitată dotarea clădirii cu un sistem de răcire.

CAPITOLUL 3. EVALUAREA CONSUMURILOR DE ENERGIE PENTRU SISTEME DE INSTALAȚII FĂRĂ SURSE REGENERABILE

3.1. Instalații de încălzire

Determinarea consumului de energie se bazează pe ecuația de bilanț în care intervine energia introdusă în sistem precum și pierderile energetice care apar pe parcursul acestui sistem (figura 3.1).

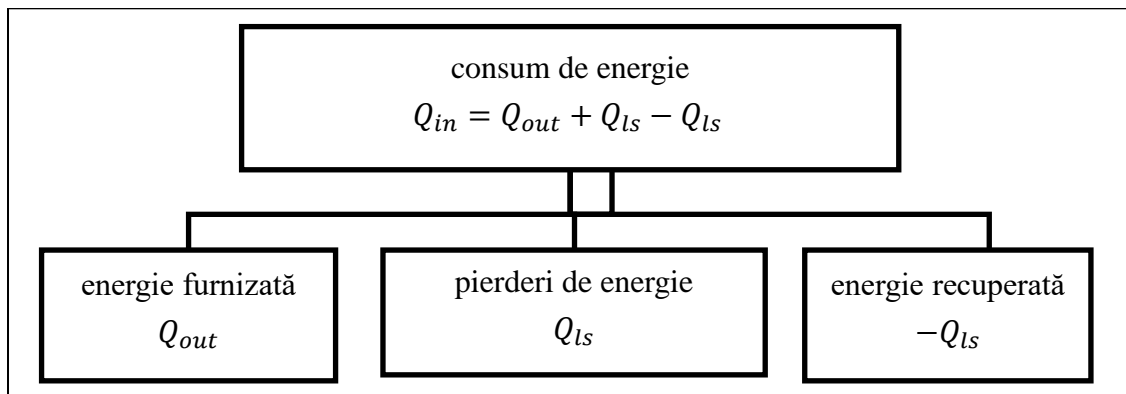


Figura 3.1. Schema de calcul a consumului de energie pentru încălzire

Această schemă de calcul se particularizează în funcție de instalația studiată (încălzire, apă caldă de consum)-X precum și de fiecare subsistem, după caz, Y.

Detaliind schema prezentată în figura 3.1, pierderile energetice sunt datorate sistemelor de emisie, de distribuție a agentului termic precum și sistemului de generare a energiei termice, după caz (figura 3.2).

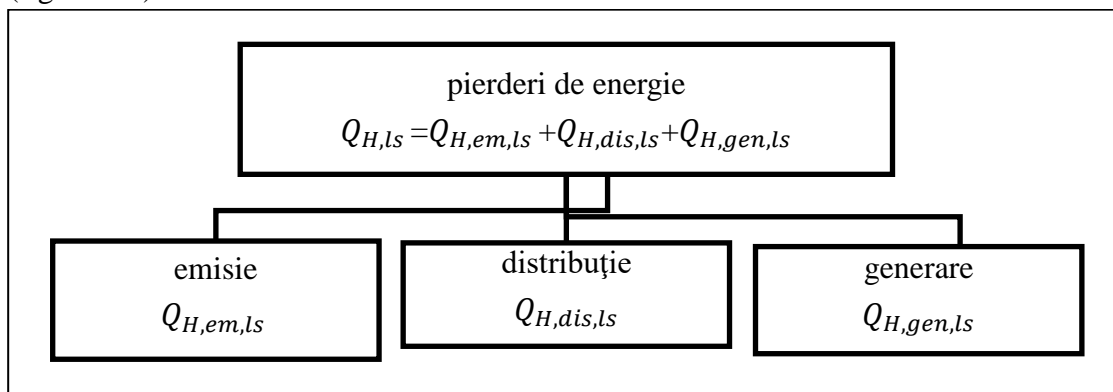


Figura 3.2. Schema de calcul a pierderilor energetice într-un sistem de încălzire

3.1.1. Determinarea pierderilor energetice pentru emisie, $Q_{H,em,ls}$

Metoda de calcul propusă pentru stabilirea consumului suplimentar de energie corespunzător sistemelor de emisie utilizează o formă indirectă de calcul, prin evaluarea modificării temperaturii interioare ca urmare a pierderilor termice ale sistemelor de emisie pentru încălzire/răcire.

Caracteristicile sistemului de emisie încălzire/răcire, incluzând automatizarea și controlul ce trebuie luate în considerare sunt:

- distribuția neuniformă a temperaturii în încăpere,
- caracteristicile corpurilor de încălzire,
- caracteristicile sistemelor înglobate în elementele de construcție,
- precizia controlului temperaturii interioare,
- funcționarea sistemului de automatizare și control,
- controlul sistemului de emisie

Consumul de energie al sistemului de emisie se calculează atât pentru energia termică cât și pentru energia electrică, pentru a stabili corect energia finală și energia primară consumată de clădire.

Calculul se poate face în două variante:

- a) utilizând caracteristici anuale ale funcționării sistemului de emisie și efectuând calculele cu valori medii anuale;
- b) divizând anul într-un număr de perioade de calcul (luni, săptămâni, zile, ore) și efectuând calculele pentru fiecare perioadă în parte, cu valori corespunzătoare intervalului, însumând în final rezultatele pentru a obține consumul anual.

Valorile de calcul utilizate în această metodologie, sunt furnizate de producători ca urmare a certificării produselor conform standardelor europene în vigoare sau pot fi valori recomandate („prin lipsă”) din standarde și reglementări europene sau naționale pentru produsele necertificate.

Întrucât, la nivel național nu există date disponibile, se vor utiliza ca date de intrare valorile specificate în SR EN 15316-2. Astfel, consumul de energie al sistemului de emisie se determina printr-o metodă implicită de evaluare a consumurilor de căldură și eficienței energetice, prin modificarea temperaturii interioare de calcul, luând în considerare pierderile termice și eficiența sistemului de emisie și utilizând conceptul de temperatură interioară echivalentă. Pierderile termice ale sistemului de emisie pentru frig se consideră pierderi termice cu semn negativ.

Factorii de care trebuie ținut cont la determinarea temperaturii interioare echivalente $\theta_{int,inc}$, luând în considerare performanța sistemului de emisie (figura 3.3).

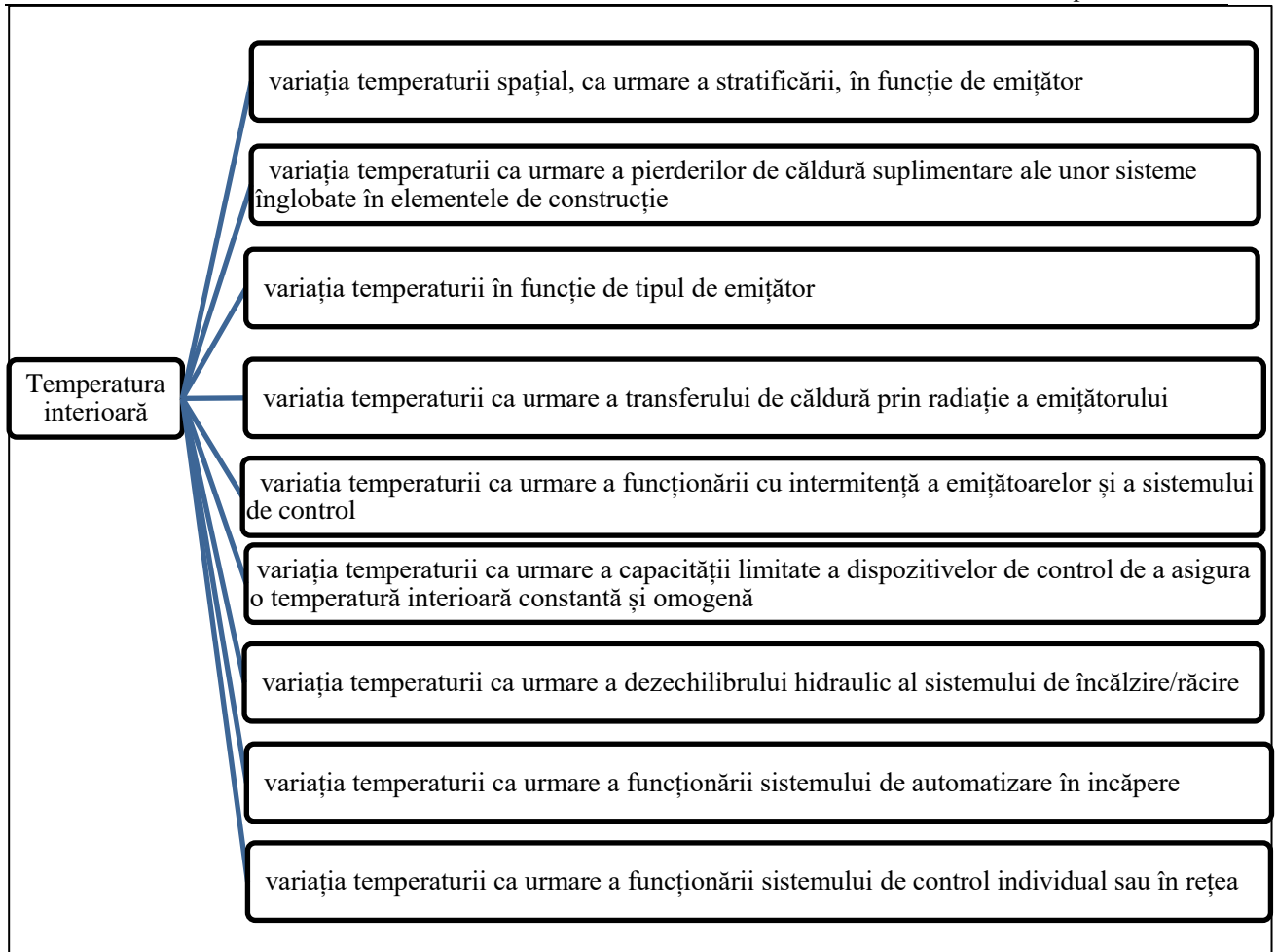


Figura 3.3. Parametri de influență a temperaturii interioare

Pierderile energetice datorate sistemului de emisie al căldurii de determina cu relația:

$$Q_{H,em,ls} = Q_{H,em,out} * \frac{\Delta\theta_{H,int,inc}}{(\theta_{H,int,inc} - \theta_{H,e,comb})} \quad (\text{kWh}) \quad (3.1)$$

unde

$\Delta\theta_{int,inc}$ - variația de temperatură ca urmare a pierderilor termice, (°C)

$\theta_{int,inc}$ - temperatura interioară pentru încălzire, (°C)

$\theta_{e,comb}$ - temperatura exterioara medie pe intervalul de calcul de încălzire, (°C)

$Q_{H,em,out}$ - emisia de căldură a sistemului de încălzire, (kWh)

Pentru determinarea temperaturii interioare echivalente se utilizează schema din figura 3.4.

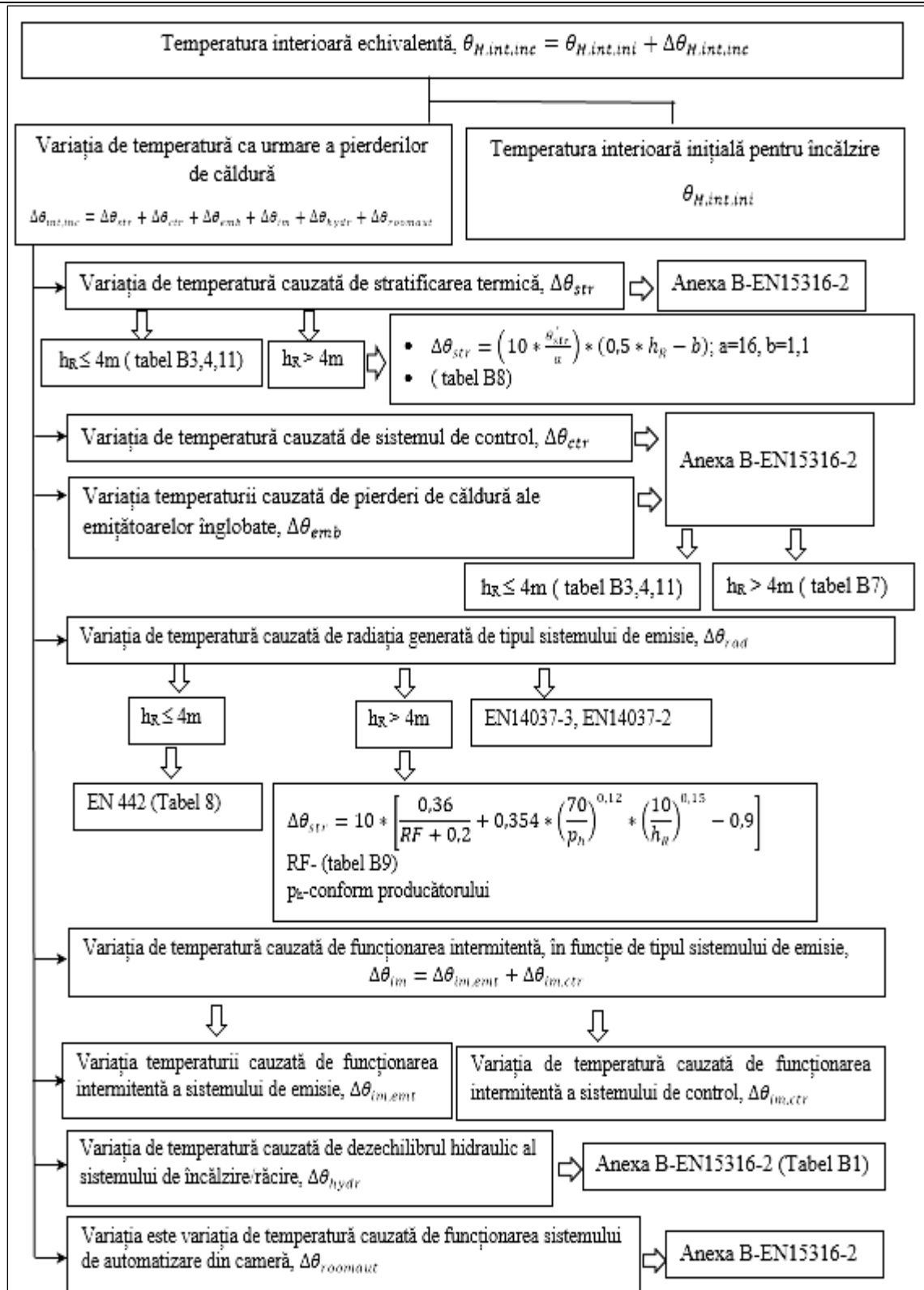


Figura 3.4. Determinarea temperaturii interioare echivalente

Pe baza valorilor calculate privind pierderile termice ale sistemului de emisie se poate stabili factorul de eficiență anual, ε_{em} , pentru funcționarea sistemului de emisie de încălzire/răcire:

$$\varepsilon_{H,em} = \frac{(Q_{H,em,aut,an} + Q_{H,em,ls,an})}{Q_{H,em,aut,an}} \quad (-) \quad (3.2)$$

unde necesarul anual de energie la intrarea în sistemul de emisie, $Q_{em,in,an}$ se determină:

$$Q_{H,em,in,an} = Q_{H,em,aut,an} + Q_{H,em,ls,an} \quad (\text{kWh}) \quad (3.3)$$

3.1.2. Determinarea consumului de energie auxiliară, $W_{em,ls,aux}$

Consumul de energie auxiliară este necesar pentru a intensifica emisia căldurii în încăperile încălzite, care nu au fost luate în calcul anterior. Aceste consumuri se referă în special la utilizarea ventilatoarelor, integrate sau nu corpurilor emise de căldură. Energia auxiliară total consumată, $W_{em,ls,aux}$ se calculează utilizând relațiile din figura 3.5.

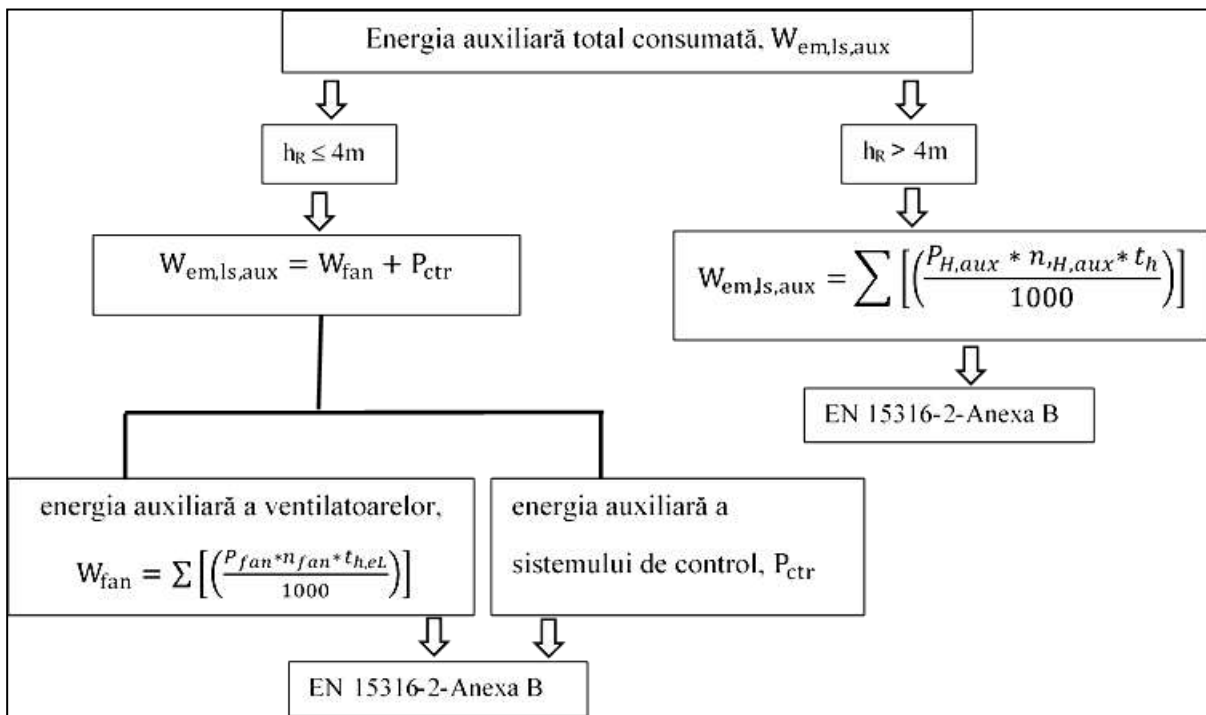


Figura 3.5. Determinarea energiei auxiliare

Durata de funcționare a ventilatoarelor, incluzând sistemul de control, se consideră egală cu durata de funcționare a sistemului de încălzire.

Calculul orar al pierderilor termice al sistemelor de emisie pentru încălzire/răcire are același principiu și respectă aceleași etape de calcul și aceleași ecuații ca și metoda prezentată anterior, utilizând ca interval de timp ora. Detalii suplimentare privind calculul orar al pierderilor termice se găsesc în standardul SR EN 15316-2:2017.

3.1.3. Determinarea consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de distribuție a apei, ca agent termic pentru încălzire/răcire, $Q_{HC,dis,ls}$

Această metodă de calcul se referă la pierderile termice suplimentare pentru încălzire și răcire și la calculul consumului de energie al sistemelor de distribuție a apei calde/reci, necesar evaluării consumului total de energie al clădirii.

Prin sistem de distribuție se înțelege ansamblul circuitelor de alimentare cu apă caldă sau răcită pentru încălzire/răcire a clădirilor, împreună cu pompele care asigură circulația fluidului și dispozitivele și sistemele de automatizare și control aferente. Din aceste circuite fac parte distribuția orizontală, coloanele și racordurile la emițătorii de căldură.

Metoda de calcul este utilizată pentru următoarele aplicații:

- calculul pierderilor termice suplimentare ale sistemelor de distribuție pentru încălzire/răcire;
- calculul consumului auxiliar de energie electrică pentru acționarea pompelor;

Detalii suplimentare privind funcționarea sistemelor de control se găsesc în standardul SR EN 15232-1 Performanța energetică a clădirilor. Partea1. Impactul automatizării, reglării și managementului tehnic al clădirii.

Pierderea/aportul de căldură a unui sistem de distribuție a agentului termic pentru încălzire/răcire, se obține în funcție de temperatura ambiantă a zonei j, lungimea conductei de distribuție în zona j, lungimea echivalentă a conductei (pentru vane, flanșe, armături, etc), în zona j, intervalul de calcul și timpul total de încălzire/răcire cu schema din figura 3.6.

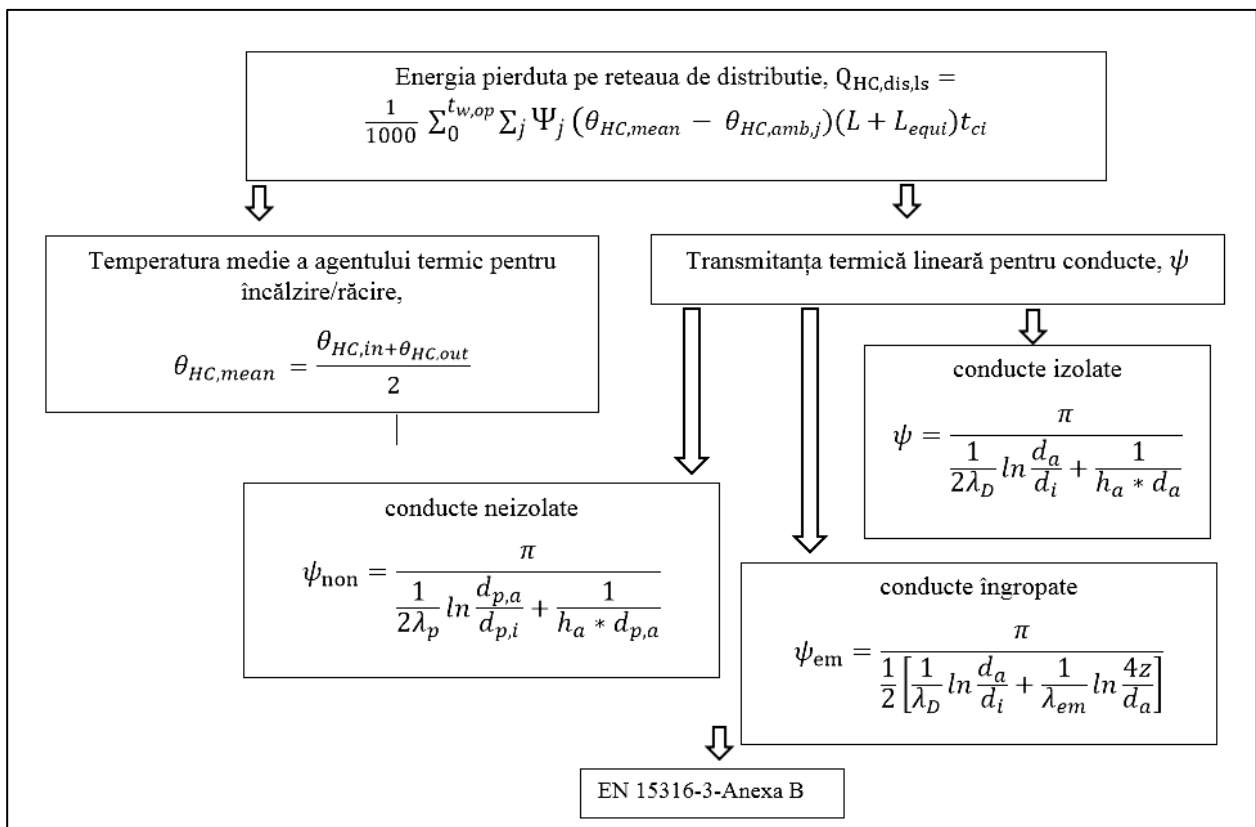


Figura 3.6. Determinarea energiei pierdute pe rețeaua de distribuție

Pierderile termice recuperabile ale sistemului de distribuție pentru încălzire/răcire, $Q_{HC,dis,rbl}$, se calculează numai pentru lungimea conductelor care traversează spații climatizate (încălzite sau răcite). Aceste pierderi se calculează aplicând din schema următoare (figura 3.7), în care lungimea

L , este lungimea conductelor de distribuție din spațiile climatizate, $L_{condispace}$ (lungimea conductelor de distribuție din spațiile climatizate):

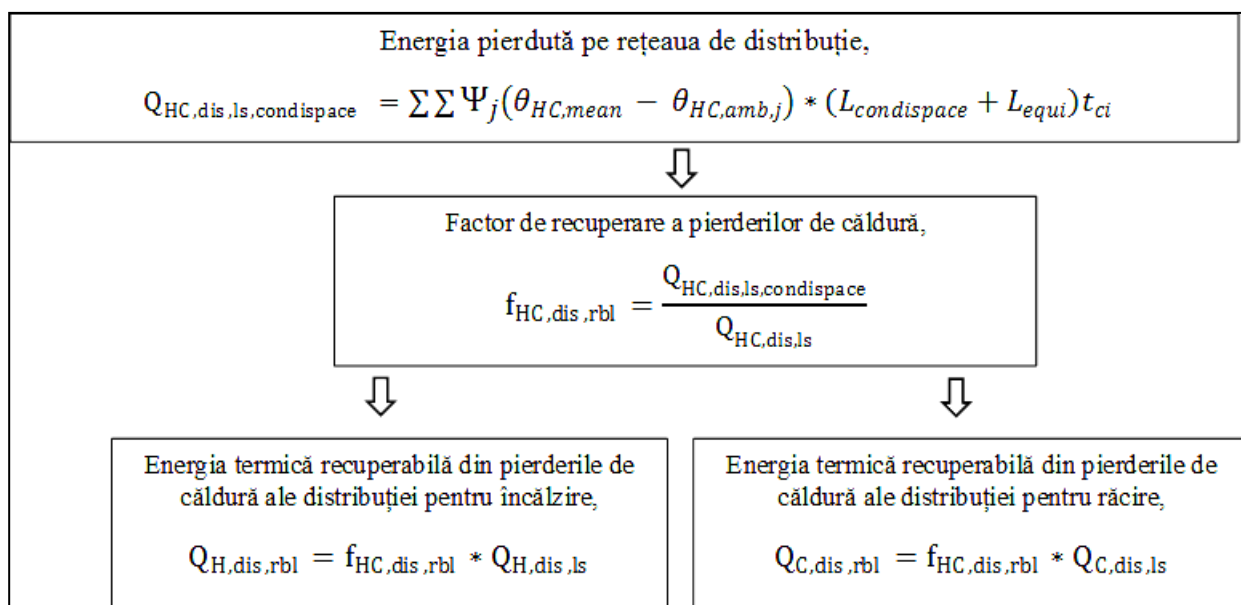


Figura 3.7. Determinarea pierderilor termice recuperabile pe rețeaua de distribuție

Calculul consumului de energie auxiliară a sistemului de distribuție se bazează pe puterea proiectată a pompelor de circulație, pe pierderile de sarcină în sistem, pe debitele de fluid proiectate, pe factorul de utilizare a energiei corespunzător funcționării pompelor și pe timpul de funcționare. Consumul auxiliar de energie reprezintă consumul electric al pompelor de circulație care asigură debitele de fluid în rețeaua de distribuție.

Puterea proiectată a pompelor de circulație, $P_{HC,hydr,des}$, este dată de relația următoare:

$$P_{HC,hydr,des} = \frac{\Delta p_{HC,des} * V'_{HC,des}}{3600} \quad (\text{kW}) \quad (3.4)$$

unde:

$\Delta p_{HC,des}$ - pierderea de sarcină pe circuitul de distribuție cel mai dezavantajat, (înălțimea de pompare furnizată de pompă, la proiectare), (kPa);

$V'_{HC,des}$ - debitul de agent termic la proiectare, (m³/h).

Pierderea de sarcină a unui sistem de conducte în circuit închis, $\Delta p_{HC,des}$, se calculează cu relația:

$$\Delta p_{HC,des} = (1 + f_{comp}) * R_{HC,max} * L_{max} + \Delta p_{HC,add} \quad (\text{kPa}) \quad (3.5)$$

unde:

f_{comp} - factorul de rezistență al componentelor în sistemul de distribuție, (-), conform SR EN 15316-3:2017.

- pentru rețele de distribuție obișnuite, $f_{comp} = 0,3$
- pentru rețele de distribuție cu multe schimbări de direcție, $f_{comp} = 0,4$

$R_{HC,max}$ - pierderea de sarcină lineară pe circuitul cel mai dezavantajat, (kPa/m), conform SR EN 15316-3:2017, tabel B8;

L_{max} - lungimea maximă a circuitului de distribuție cel mai dezavantajat, (m);

$\Delta p_{HC,add}$ - - pierderea de sarcină indusă de rezistențe hidraulice adiționale locale, (kPa), conform SR EN 15316-3:2017, tabel B9;

Necesarul de energie al pompei de circulație, $W_{HC,dis,hydr,an}$, este dat de relația 3.6:

$$W_{HC,dis,hydr,an} = P_{HC,hydr,des} \cdot \beta_{HC,dis} \cdot t_{HC,op,an} \cdot f_{HC,corr} \quad (kWh) \quad (3.6)$$

unde:

$\beta_{HC,dis}$ - - factor de funcționare la sarcina parțială a sistemului de distribuție, cu valori între (0...1);

$t_{HC,op,an}$ - - timpul de funcționare a sistemului de distribuție, (h);

$f_{HC,corr}$ - factorul de corecție pentru condiții speciale de proiectare a sistemului de distribuție conform figura 3.8.

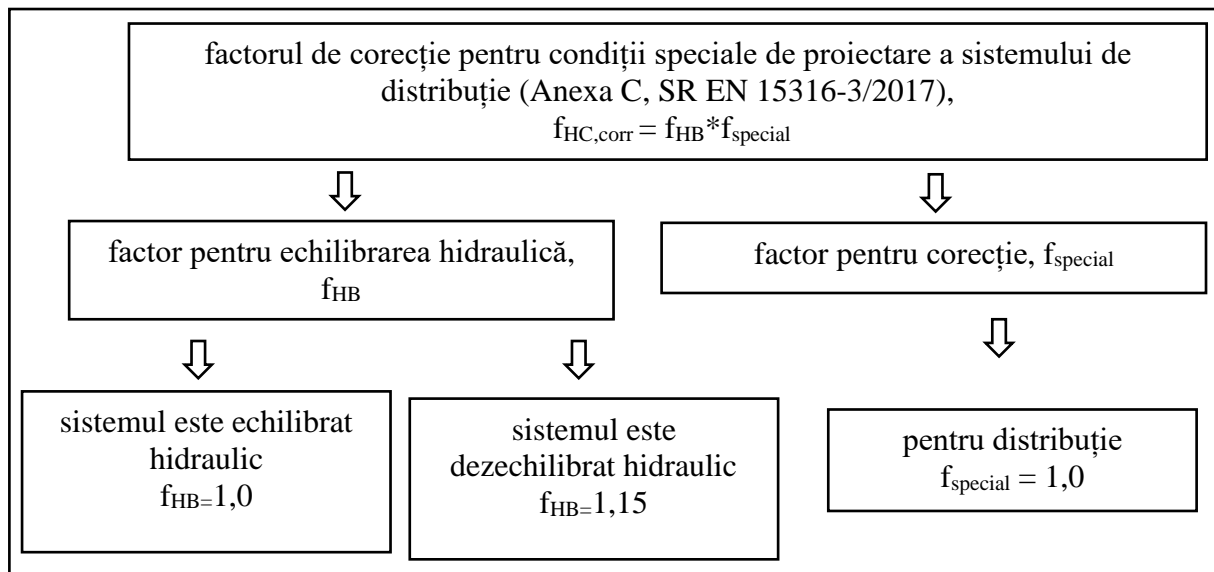


Figura 3.8. Determinarea pierderilor termice (recuperabile) pe rețeaua de distribuție

Consumul de energie auxiliară, $W_{HC,dis,hydr,an}$, este determinat conform relației 3.7:

$$W_{HC,dis,an} = W_{HC,dis,hydr,an} \cdot \epsilon_{HC,dis} \quad (kWh) \quad (3.7)$$

unde:

$\epsilon_{HC,dis}$ - - factorul de utilizare a energiei al pompelor de distribuție, (-)

Factorul de utilizare a energiei al pompelor de distribuție, $\epsilon_{HC,dis}$, se calculează astfel (relația 3.8):

$$\epsilon_{HC,dis} = \frac{f_{HC,e} \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{HC,dis} - 1) \cdot EEI}{0,25} \quad (-) \quad (3.8)$$

unde:

$f_{HC,e}$ - factor de eficiență, (-);

C_{P1}, C_{P2} - constante în funcție de sistemul de control al pompei, pentru încălzire, (-), conform Anexa B, SR EN 15316-3:2017, tabel B5, 6;

EEI- indexul eficienței energetice (cu valoarea 0,25 pentru pompele de circulație și pentru pompele de pe rețeaua de distribuție 0,23) (-)

Factorul de eficiență, $f_{HC,e}$, este dat în general, de raportul următor (relația 3.9):

$$f_{HC,e} = \frac{P_{HC,ref}}{P_{HC,hydr,des}} \quad (-) \quad (3.9)$$

unde:

$P_{HC,ref}$ - puterea de referință a pompei, (kW)

Pentru pompe de circulație cu puterea hidraulică proiectată ($P_{HC,hydr,des}$) cuprinsă între 0,001 și 2,5 kW, puterea de referință este, conform EU – Regulation Nr. 622/2012, calculată cu relația 3.10:

$$P_{HC,ref} = [1,7 * P_{HC,hydr,des} + 17 * (1 - e^{-0,3 * P_{HC,hydr,des}})] * 10^{-3} \quad (-) \quad (3.10)$$

În cazul instalațiilor existente se poate considera valoarea puterii de referință a pompei ca fiind ce înscrisă pe etichetă ($P_{HC,ref} = P_{el,pmp}$).

În cazul pompelor neautomatizate, cu mai mult de o treaptă de viteză, puterea de referință a pompei va fi egală cu valoarea înscrisă pe etichetă corespunzătoare treptei de viteză cu care aceasta funcționează. Astfel, în acest caz, factorul de eficiență se determină raportând puterea pompei înscrisă pe etichetă și corespunzătoare treptei de viteză de funcționare la puterea hidraulică proiectată a pompei.

În situația funcționării cu intermitență a pompelor de circulație se înregistrează trei moduri de consum auxiliară (modul regulat - $WHC_{dis,hydr,an}$, modul redus - $WHC_{dis,serb}$, perioade de impuls - $WHC_{dis,boost}$) consumul de energie auxiliară finală fiind suma celor trei.

În situația în care nu se cunoaște eficiența reală a funcționării reduse, se consideră puterea utilizată ca fiind constantă 30% din puterea electrică proiectată, consumul de energie auxiliară în acest mod calculându-se prin luarea în considerare a unei eficiențe medii a pompei de 30%, astfel:

$$W_{HC,dis,serb} = 0,3 * P_{HC,dis,serb} * t_{ci} \quad (-) \quad (3.11)$$

t_{ci} - timpul de funcționare în modul redus (h)

Pentru modul de funcționare în impuls, puterea pompei se consideră puterea electrică de proiectare. Consumul de energie auxiliară ia în considerare eficiența medie a pompei dar și timpul de funcționare alocat acestui mod (t_{ci}), acesta determinându-se cu relația 3.12.

$$W_{HC,dis,boost} = 3,3 * P_{HC,hydr,des} * t_{ci} \quad (-) \quad (3.12)$$

3.1.4. Energii auxiliare recuperabile și recuperate

Energia auxiliară recuperabilă în sistemul de distribuție al instalațiilor de încălzire, se calculează în funcție de factorul de recuperare al energiei auxiliare ($f_{rbl,dis}$), astfel:

$$Q_{H,dis,rbl} = f_{rbl,dis} * W_{H,dis} \quad (kWh) \quad (3.13)$$

Energia auxiliară recuperată de sistemul de distribuție pentru încălzire, $Q_{H,dis,rvd}$, ca flux termic către fluid, este dată de ecuația:

$$Q_{H,dis,rvd} = (1 - f_{rbl,dis}) * W_{H,dis} \quad (kWh) \quad (3.14)$$

Valoarea factorului de recuperare $f_{rbl,dis}$, este conform din Anexa B, SR EN 15316-3, tabel B11, astfel:

- pentru pompe cu izolație termică: $f_{rbl,dis} = 0,10$
- pentru pompe fără izolație termică: $f_{rbl,dis} = 0,25$.

3.1.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de preparare a agentului termic pentru încălzire, prin arderea combustibilului fosil și a biomasei (SR EN 15316-4-1)

Metoda de calcul prezentată în acest subcapitol stabilește modul de evaluare a performanței energetice a sub-sistemului de preparare a agentului termic apă caldă utilizat pentru alimentarea cu căldură a instalațiilor de încălzire și de preparare a apei calde de consum. Generatoarele de căldură (cazanele) utilizează arderea combustibililor fosili convenționali dar și combustibili regenerabili. Cazanele pot furniza agent termic numai pentru încălzire sau unor sisteme combinate de încălzire, apă caldă de consum, ventilare și climatizare. Generatoarele de căldură folosite numai pentru prepararea apei calde de consum sunt studiate cu o metodă de calcul particulară.

Prin aplicarea acestei metode se obțin următoarele informații:

- pierderile termice ale sistemului de preparare a agentului termic pentru încălzire;
- pierderile termice recuperabile pentru spațiul încălzit de la sistemul de preparare a agentului termic;
- energia auxiliară consumată de sistemul de preparare a agentului termic.

Valorile rezultate reprezintă date de intrare pentru calculul consumului total de energie al clădirii.

Prin sub-sistemul de preparare (generare) a agentului termic se înțelege ansamblul de echipamente format din: cazane, sistemul de combustie, sistemul de evacuare a gazelor de ardere și dispozitivele de automatizare și control aferente.

Metoda ia în calcul pierderile termice și recuperarea acestora pentru următoarele componente:

- pierderile termice la evacuarea gazelor de ardere;
- pierderile termice prin mantaua cazanelor sau a rezervoarelor de stocare, pe întreaga perioadă de funcționare (activ sau stand-by);
- energia auxiliară.

Calcululele sunt independente de intervalul de timp.

În ceea ce privește datele de intrare utilizate pentru calculul eficienței energetice a sistemului de generare, teoretic există trei surse:

- valori convenționale specificate în standarde și reglementări;
- valori furnizate de producători, care trebuie să respecte cerințe europene de agrementare a produselor;
- valori obținute prin măsurări asupra instalațiilor existente.

Această metodologie privind calculul performanței energetice a clădirilor se bazează pe ipoteza utilizării clădirii în condiții normale și normate, conform destinației acesteia. În consecință, datele de intrare vor fi cele indicate în reglementările naționale/europene. Pentru calculul performanței energetice a sistemelor de generare a căldurii se vor utiliza indicațiile din standardul SR EN 15316-4-1:2018, în special cele din Anexa B a standardului.

3.1.5.1. Eficiența energetică a generatorului la sarcină integrală și la sarcină parțială în funcție de puterea nominală furnizată

Eficiența energetică a unui cazan la sarcină nominală se calculează după schema următoare:

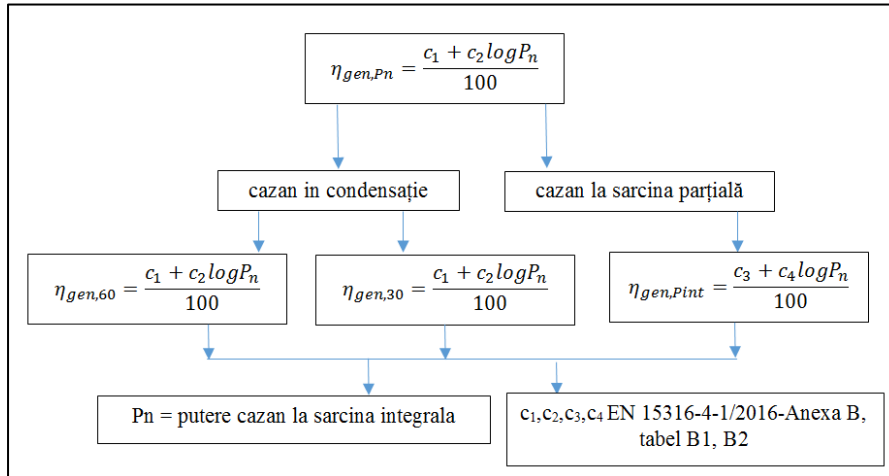


Figura 3.9. Determinarea eficienței energetice a unui cazan

Factorul pierderilor termice în stand-by se calculează în funcție de puterea nominală și coeficienții $c_{5,6}$ din SR EN 15316-4-1:2018 Anexa B, tabel B3, cu relația:

$$f_{gen,ls,P0} = \frac{[c_5 * (P_n)^{c_6}]}{100} \tag{3.15}$$

Factorul pierderilor termice în stand-by reprezintă suma pierderilor prin manta și prin coș:

$$f_{gen,ls,P0} = f_{gen,env} + f_{ch,off} \tag{3.16}$$

unde:

$f_{gen,env}$ - factorul pierderilor termice prin manta

$f_{ch,off}$ - factorul pierderilor termice prin coș la funcționarea în stand-by.

Dacă nu există indicații ale producătorilor sau măsurări, parte din pierderile termice ale generatorului în stand-by sunt atribuite pierderilor prin manta, $f_{gen,env}$, valorile lui fiind date în SR EN 15316-4-1:2018, Anexa B, tabel B7.

Valorile convenționale, corespunzătoare pierderilor prin coș având arzătorul în stan-by, $f_{ch,off}$, se regăsesc în SR EN 15316-4-1:2018, Anexa B, tabel B11.

3.1.5.2. Pierderile termice în stand-by, $P_{gen,ls,P0}$, în funcție de puterea nominală furnizată

Factorul pierderilor termice în stand-by reprezintă suma pierderilor prin manta și prin coș:

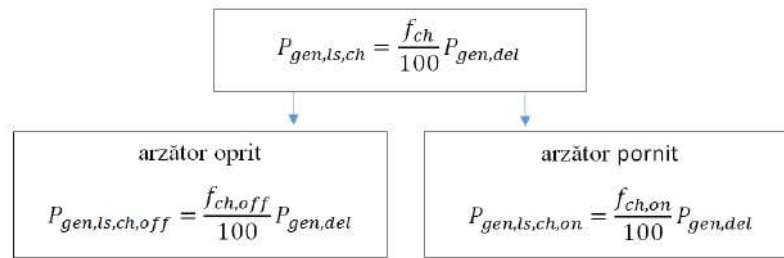


Figura 3.10. Determinarea pierderilor termice ale unui cazan

unde

$f_{ch,off}$ se determina din tabel A11 si B11 din SR EN 15316-4-1:2018

$P_{gen,del}$ se determina conform EN 15316-4-1:2018.

Pierderile termice totale sunt

$$P_{gen,ls,ch,P0} = \frac{f_{gen,env} + f_{ch,off}}{100} P_{gen,del} \quad (3.17)$$

3.1.5.3. Energia auxiliară consumată

Energia electrică consumată de echipamentele auxiliare pentru a asigura furnizarea agentului termic la nivelul sursei de căldură, se calculează cu relația următoare:

$$P_{aux,Px} = \frac{c_7 + c_8}{100} P_{n,n} \quad [\text{kW}] \quad (3.18)$$

unde: c_7 , c_8 , n – sunt coeficienți prezentați în SR EN 15316-4-1:2018, Anexa B, tabel B6.

3.1.5.4. Factorul de utilizare a energiei la nivelul cazanelor

Pentru a demonstra eficiența energetică a surselor de căldură se calculează un factor de utilizare, $\varepsilon_{H,gen}$, în funcție de energia furnizată de cazan $Q_{H,gen,out}$ și de energia introdusă în cazan prin arderea combustibilului $E_{H,gen,in}$, cu relația generală următoare:

$$\varepsilon_{H,gen} = \frac{Q_{H,gen,out}}{E_{H,gen,in}} \quad (3.19)$$

Energia termică obținută prin arderea combustibilului rezultă din bilanțul energetic al cazanului care se calculează în funcție de căldura furnizată de cazan $Q_{H,gen,out}$, de pierderile termice recuperate $Q_{H,gen,ls}$, de pierderi termice ale generatorului $Q_{H,gen,ren}$ și de pierderile termice auxiliare recuperate $Q_{H,gen,aux,rvd}$, cu relația următoare:

$$E_{H,gen,in} = Q_{H,gen,out} - Q_{H,gen,aux,rvd} + Q_{gH,en,ls} - Q_{H,gen,ren} \quad (3.20)$$

Pentru cazane ce produc căldură din surse regenerabile, $Q_{H,gen,ren}$ este zero.

3.1.5.5. Energia auxiliară consumată de sub-sistemul de generare

Energia auxiliară total consumată este suma consumurilor electrice ale echipamentelor auxiliare de automatizare și control care aparțin sub-sistemului de generare:

$$W_{H,gen} = \sum_i W_{H,gen,i} + \sum_i W_{XY,gen,i} \quad [\text{kWh}] \quad (3.21)$$

unde, H se referă la încălzire și indexul XY se referă la: climatizare C, ventilare V, apă caldă de consum DHW.

3.1.5.6. Pierderi termice ale sub-sistemului de generare

Pierderile termice însumează pierderile tuturor componentelor sub-sistemului:

$$Q_{gen,ls} = Q_{H,gen,ls} + \sum_i Q_{XY,gen,ls} + Q_{W,S,ls} \quad [\text{kWh}] \quad (3.22)$$

unde:

$Q_{H,gen,ls}$ sunt pierderi termice aferente încălzirii

$\sum Q_{XY,gen,ls}$ sunt pierderi termice aferente altor consumatori

$Q_{W,S,ls}$ sunt pierderi termice ale sistemului de stocare, dacă există.

Pentru fiecare cazan, factorul de sarcină specifică pentru încălzire, $\beta_{H,gen}$, se calculează cu relația:

$$\beta_H = \frac{Q_{H,gen,out}}{P_n * t_H} \quad (3.23)$$

unde timpul de încălzire pentru fiecare pe perioada de încălzire este:

$$t_H = \frac{Q_{H,gen,out}}{P_n} \quad [\text{h}] \quad (3.24)$$

Dacă $0 \leq \beta_{H,gen} \leq \beta_{Pint}$, P_{int} fiind puterea la sarcină intermediară, pierderile termice ale cazanului aferente încălzirii, $P_{H,gen,ls,Px}$, se calculează cu relația:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen}}{\beta_{Pint}} (P_{H,gen,ls,Pn} - P_{H,gen,ls,Pint}) + P_{H,gen,ls,Pint} \quad [\text{kW}] \quad (3.25)$$

În caz contrar, dacă $\beta_{Pint} < \beta_{H,gen} \leq 1$, pierderile termice ale cazanului $P_{H,gen,ls,Px}$, se calculează cu relația următoare:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen} - \beta_{Pint}}{\beta_{Pn} - \beta_{Pint}} (P_{H,gen,ls,Pn} - P_{H,gen,ls,Pint}) + P_{H,gen,ls,Pint} \quad [\text{kW}] \quad (3.26)$$

Pierderile termice ale cazanului, $Q_{H,gen,ls}$, pe perioada de timp de funcționare pentru încălzire, $t_{H,use}$, se calculează cu relația:

$$Q_{H,gen,ls} = P_{H,gen,ls,Px} * t_{H,use} \quad [\text{kWh}] \quad (3.27)$$

3.1.5.7. Pierderi termice recuperabile și recuperate

Pierderile termice totale, recuperabile de la sub-sistemul de generare de căldură, $Q_{gen,ls,rbl}$, se calculează cu ecuația următoare:

$$Q_{gen,ls,rbl} = Q_{H,gen,ls,rbl} + Q_{XY,gen,ls,rbl} + Q_{H,gen,aux,rbl} \quad [\text{kWh}] \quad (3.28)$$

unde indexul XY se referă la: climatizare C, ventilare V, apă caldă de consum DHW și aux, consumuri auxiliare.

Pierderile termice recuperabile din cele aferente mantalei cazanului, $\sum Q_{H,gen,ls,env,rbl}$, se calculează, în funcție de factorul de reducere a temperaturii, f_{brm} și partea de pierderi termice atribuită mantalei cazanului, $f_{gen,env}$:

$$Q_{H,gen,ls,env,rbl} = P_{H,gen,ls,P0,corr} * (1 - f_{brm}) * f_{gen,env} * t_{H,use} \quad [\text{kWh}] \quad (3.29)$$

Valorile factorilor $f_{gen,env}$ și f_{brm} , se găsesc în SR EN 15316-4-1:2018, Anexa B, tabel B7 respectiv B8.

Valoarea convențională pentru partea de energie auxiliară transmisă sub-sistemului de distribuție de la sistemul de generare, ca energie recuperată, $f_{aux,rvd}$, este specificată în Anexa B.1.3, cu valoarea $f_{aux,rvd} = 0,75$.

Partea de energie auxiliară transmisă spațiului încălzit $f_{aux,rbl}$, se calculează cu relația:

$$f_{aux,rbl} = 1 - f_{aux,rvd} \quad (3.30)$$

Energia auxiliară recuperată transmisă agentului termic, $Q_{H,gen,aux,rvd}$, se calculează:

$$Q_{H,gen,aux,rvd} = W_{H,gen} * f_{aux,rvd} \quad (3.31)$$

Energia auxiliară recuperabilă transmisă spațiului încălzit, $Q_{H,gen,aux,rbl}$, se calculează astfel:

$$Q_{H,gen,aux,rbl} = W_{H,gen} * (1 - f_{brm}) * f_{aux,rbl} \quad (3.32)$$

Recuperarea totală de energie auxiliară de la sub-sistemul de generare se calculează ca sumă între recuperările pentru alimentarea sistemului de încălzire și alimentarea altor tipuri de consumatori de căldură, dacă există și sunt alimentați de la aceeași sursă:

$$Q_{gen,aux,rvd} = \sum Q_{H,gen,aux,rvd} + \sum Q_{XY,gen,aux,rvd} \quad (3.33)$$

3.1.5.8. Energia auxiliară

Puterea medie a energiei auxiliare pentru fiecare cazan, $P_{H,aux,Px}$, se calculează printr-o interpolare liniară, corespunzător factorului de sarcină specifică, $\beta_{H,gen}$, calculat conform relației prezentate anterior, astfel:

Dacă $0 \leq \beta_{H,gen} \leq \beta_{Pint}$, P_{int} fiind puterea la sarcină intermediară, puterea auxiliară necesară cazanului a cazanului, $P_{H,gen,ls,Px}$, se calculează cu relația următoare:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen}}{\beta_{Pint}} (P_{aux,Pint} - P_{aux,P0}) + P_{aux,P0} \quad [kW] \quad (3.34)$$

In caz contrar, dacă $\beta_{Pint} < \beta_{H,gen} \leq 1$, pierderile termice ale cazanului $P_{H,gen,ls,Px}$, se calculează cu relația următoare:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen} - \beta_{Pint}}{1 - \beta_{Pint}} (P_{aux,Pn} - P_{aux,Pint}) + P_{aux,Pint} \quad [kW] \quad (3.35)$$

unde:

$$\beta_{Pint} = \frac{P_{int}}{P_n} \quad (3.36)$$

Energia auxiliară totală, $W_{H,gen}$, pe perioada de timp de funcționare pentru încălzire, $t_{H,use}$, se calculează cu relația:

$$W_{H,gen} = P_{H,aux,Px} * t_{H,use} \quad [kW] \quad (3.37)$$

3.1.5.9. Timpul de funcționare și factorul de sarcină specifică, β

Dacă la sistemul de generare sunt racordate mai multe tipuri de consumatori (încălzire, climatizare, ventilare, DHW) care funcționează cu priorități diferite, se poate calcula timpul de încălzire pentru fiecare pe perioada de încălzire, astfel:

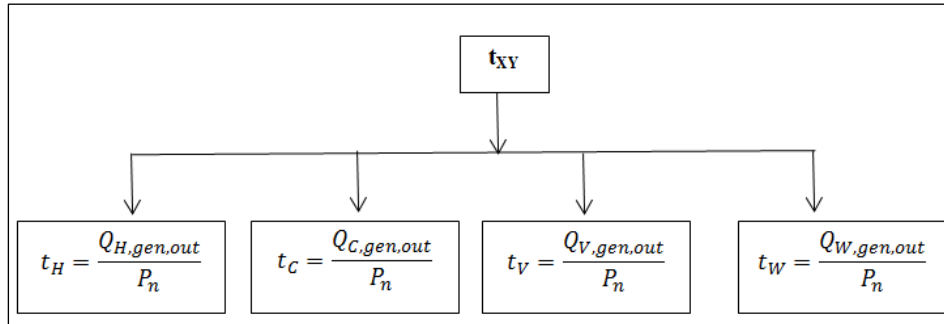


Figura 3.11. Determinarea timpului pe utilități

Dacă sunt consumatori în paralel care funcționează cu aceeași prioritate, timpul de funcționare al cazanului se calculează cu relațiile următoare:

$$t_{H,op} = t_{H,use} * \beta_H - t_{C,use} * \beta_C - t_{V,use} * \beta_V - t_{W,use} * \beta_W \quad (3.38)$$

unde:

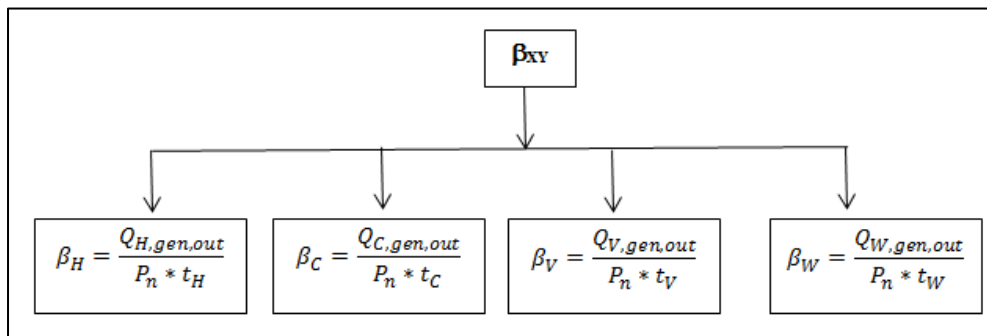


Figura 3.12. Determinarea factorului de sarcină specifică

Energia termică furnizată de cazan este suma necesarului de energie a sistemelor de distribuție pentru diferiți consumatori, racordate la cazan:

$$Q_{gen,out} = f_{ctr,ls} * \sum_i Q_{H,dis,in,i} + \sum_j Q_{XY,dis,in,j} \quad [\text{kWh}] \quad (3.39)$$

Valorile factorului de control, $f_{ctr,ls}$, sunt date în SR EN 15316-4-1:2018, Anexa B, tabel B16.

3.2. Instalații de ventilare hibridă, mecanică și climatizare; cuplarea cu celelalte instalații

3.2.1. Domeniu de aplicare

Acest paragraf tratează:

- Necesarul de energie al sistemelor de ventilare simplă
- Consumul de energie aferent ventilării mecanice simple și climatizării numai aer; diferențele esențiale dintre cele două sisteme fiind precizate mai jos
- Calculul consumului de energie în sistemele de climatizare aer – apă
- Calculul energetic al sistemelor de stocare a energiei pentru răcire
- Calculul energetic al sistemelor de generare a frigului.

Diferențierea dintre ventilarea mecanică simplă și climatizarea numai aer (figura 3.13) rezultă din următoarele considerente:

- debitul de aer din sistemele de ventilare mecanică simplă este debitul de aer proaspăt necesar, determinat din condiții igienice (sistemul funcționează numai cu aer proaspăt; din acest motiv nu există recirculare); acest debit se stabilește pe baza reglementării tehnice pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare; pentru diminuarea sarcinii termice necesară tratării aerului, se recomandă recuperarea prin recuperatoare a căldurii/frigului din aerul extras din încăperi sau preîncălzire/ prerăcire sau folosind alte diferite soluții (conduțe în sol, fațade transparente ventilate etc.); aerul de ventilare este introdus în încăperi la temperatura necesară aerului interior și nu contribuie la acoperirea sarcinii termice a încăperii;
- debitul de aer din sistemele de climatizare numai aer se determină din condițiile de acoperire a sarcinii de răcire/încălzire a încăperilor/zonelor climatizate; acest debit poate fi mai mare sau egal cu cel necesar de ventilare (în cazul în care din calcul, debitul de climatizare rezultă mai mic decât cel de ventilare, se adoptă debitul de ventilare din condiții igienice); pentru diminuarea sarcinii termice se recomandă recuperarea căldurii/frigului din aerul extras, inclusiv prin recirculare.

Tratarea aerului din sistemele de ventilare/climatizare numai aer se realizează în centrala de tratare a aerului, CTA. În figura 3.13 se prezintă schema sistemului tratat. Notațiile utilizate pentru tipurile de aer sunt cele din Reglementarea tehnică pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare și din normele PEC.

Complexitatea și diversitatea sistemelor depinde de modul de tratare a aerului, de procesele și de aparatura aleasă, inclusiv cea de automatizare. În această parte a Metodologiei sunt detaliate problemele referitoare la consumul de energie în aceste sisteme și aparate, la posibilitățile de recuperare a căldurii, la pierderile de aer și de căldură din sistem; nu sunt urmărite variantele de tratare a aerului, nu sunt calculate temperaturile și debitele de aer necesare, probleme care se rezolvă la proiectare. În funcție de sistemele alese, nu toate calculele prezentate în continuare vor fi necesare, sau pot fi necesare și calcule suplimentare pentru anumite sisteme, mai ales cele care utilizează surse regenerabile de energie. De asemenea, se face observația dependenței puterii și energiei consumate de sisteme, de modul de reglare/control.

Metoda dezvoltată în continuare, prezintă calculul pentru :

- consumul de căldură pentru încălzire, (inclusiv pentru umidificare și reîncălzire după umidificare adiabatică) și pentru răcire al CTA de ventilare/climatizare;
- energia recuperată la nivelul CTA, prin recircularea aerului sau folosind recuperatoare de căldură;
- puterea consumată de generatoarele de ventilare (energia electrică necesară ventilatoarelor) ;
- puterea de intrare (necesară) pentru generarea umidității;
- pierderile termice pentru încălzire sau răcire recuperabile de la sistemul de ventilare/climatizare pentru încălzire sau răcire ;
- pierderile de aer în sistem ;
- energia auxiliară pentru ventilare (energie electrică pentru antrenare a dispozitivelor de recuperare de căldură rotative sau a pompelor, a dispozitivelor de reglare, a acționărilor, etc.) ;

- energia electrică necesară pentru umidificare (pentru tipuri specificate de umidificatoare) ;
- energia auxiliară de umidificare.

Metodele de calcul se aplică pentru intervale de timp de calcul orar. Pentru utilizarea acestora, se aplică indicii și acronimele din figura următoare.

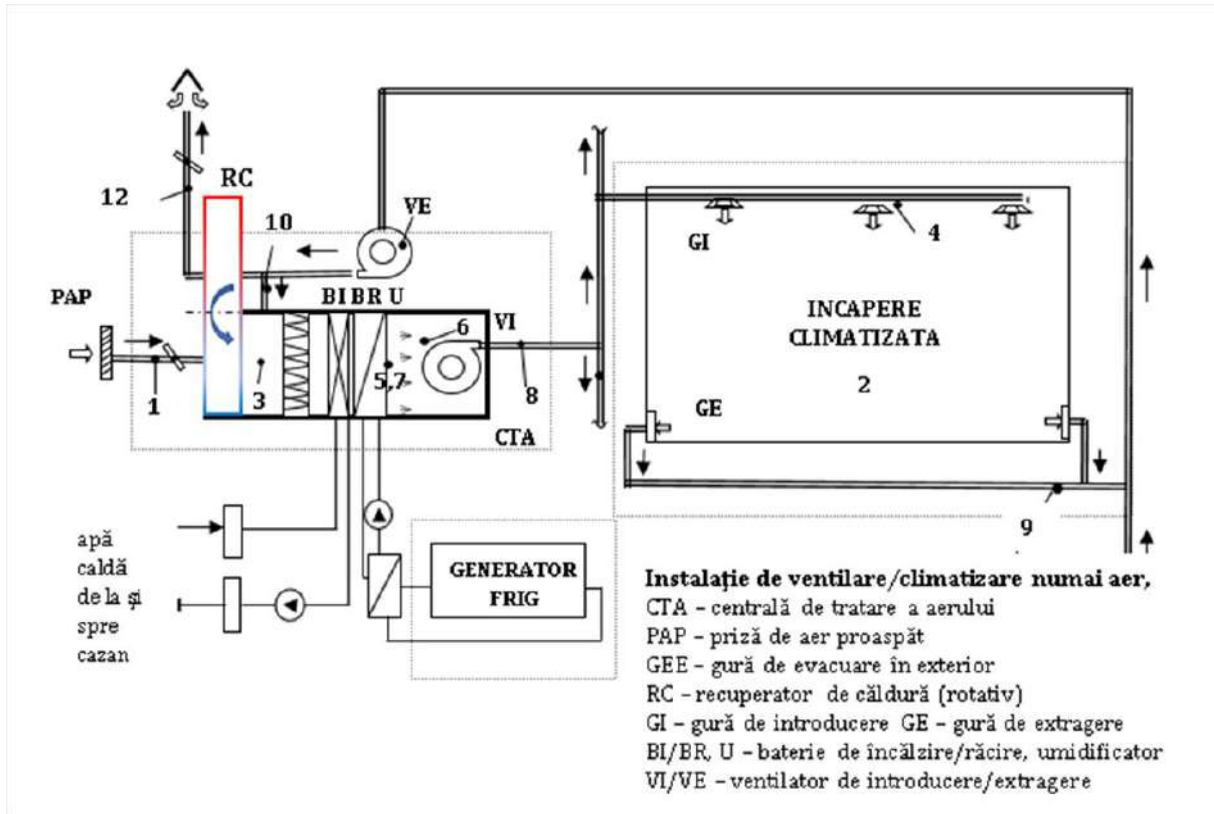


Figura 3.13. Schema instalației de ventilare mecanică/climatizare numai aer

Pentru tipurile de aer se folosesc acronimele din Tabelul 1.2, aceleași cu cele din Reglementarea tehnică pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor de ventilație și climatizare, identificabile pe schemă după cum urmează:

1 – ODA; 2- IDA; 4 , 8 – SUP; 9 – ETA; 12 – EHA; 10 – RCA

3.2.2. Calculul energetic al generării (al CTA)

Încălzire

- Energia necesară pentru bateria de încălzire, fără recuperare de căldură, în intervalul de calcul considerat t_{ci} , (ore) este egală cu :

$$Q_{H;ahu;in;req} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v;SUP;ahu} \cdot (\vartheta_{SUP;H;req} + \Delta\vartheta_{SUP;HU} - \vartheta_e) \cdot t_{ci} \quad (3.40)$$

unde:

$Q_{H;ahu;int;req}$ - energia necesară pentru bateria de încălzire, fără recuperare de căldură, în kWh

$q_{v;SUP;ahu}$ - debitul volumic de aer tratat al CTA , în m³/h

ρ_a - densitatea aerului, în kg/m³

c_a - căldura specifică a aerului, în kJ/kg grd

$\vartheta_{SUP; H; req}$	- temperatura necesară a aerului tratat (încălzit) care iese din CTA, în °C
$\Delta\vartheta_{SUP; HU}$	- creștere suplimentară de temperatură a aerului necesară în cazul umidificării adiabactice, în °C
ϑ_e	- temperatura aerului exterior corespunzătoare pasului de timp t_{ci}

Pentru o perioadă de timp oarecare (o săptămână, o lună etc.) valorile orare calculate cu relația (3.40) se vor însuma.

Recuperare de căldură

- Energia transferată prin recuperarea de căldură, sensibilă și latentă, în intervalul de calcul t_{ci} se calculează cu :

$$Q_{hr} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{V; SUP; ahu} \cdot f_{ODA} \cdot \left[\left(\vartheta_{SUP; hr} - \vartheta_{ODA; preh} \right) + \frac{r_w}{c_{p; a}} \left(x_{SUP; hr} - x_{ODA; preh} \right) \right] \cdot t_{ci} \quad (3.41)$$

unde, în plus față de relația precedentă:

- f_{ODA} - fracția de aer exterior din aerul tratat (dacă nu există recirculare $f_{oda}=1$) ;
- $\vartheta_{ODA; preh}$ - temperatura aerului exterior preîncălzit în recuperatorul de căldură, în °C
- $\vartheta_{SUP; hr}$ - temperatura aerului tratat la ieșire din recuperatorul de căldură, în °C
- $x_{SUP; hr}$ - conținutul de umiditate al aerului tratat la ieșire din recuperatorul de căldură, în kg/kg
- $x_{ODA; preh}$ - conținutul de umiditate al aerului exterior preîncălzit în recuperatorul de căldură, în kg/kg

Recirculare

- Energia transferată prin recirculare, dacă este cazul, în intervalul de calcul t_{ci} , este egală cu :

$$Q_{RCA} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{V; ETA; ahu} \cdot (1 - f_{ODA}) \cdot (\vartheta_{ETA; hr; in} - \vartheta_e) \cdot t_{ci} \quad (3.42)$$

unde:

- $q_{V; ETA; ahu}$ - debitul volumic de aer tratat al centralei de evacuare a aerului , în m³/h
 - $\vartheta_{ETA; hr; in}$ - temperatura aerului extras la intrare în recuperatorul de căldură (sau în recirculare)
- Dacă ventilarea este echilibrată, $q_{V; ETA; ahu} = q_{V; SUP; ahu}$.

Notă. Indicii care caracterizează starea aerului: temperatură, conținut de umiditate, pot fi diferiți de cei menționați, în funcției de schema de tratare complexă a aerului adoptată la proiectare (cu sau fără recirculare, cu recuperare a căldurii în CTA sau prin alte sisteme: cu pompă de căldură, cu schimbătoare cu agent intermediar etc.).

Răcire și dezumidificare

- Energia extrasă de bateria de răcire în intervalul de calcul t_{ci} :

$$Q_{C; ahu; out; req} = q_{V; SUP; ahu} \cdot \left[\rho_a c_a \left(\vartheta_{SUP; RCA} - \vartheta_{SUP; C; req} \right) + \rho_a r_w \left(x_{SUP; RCA} - x_{SUP; C; req} \right) \right] \cdot t_{ci} \quad (3.43)$$

- Energia extrasă pentru dezumidificare, în intervalul de calcul t_{ci} :

$$Q_{DHU; ahu; out; req} = q_{V; SUP; ahu} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \rho_a c_a \left[\min \left(\vartheta_{SUP; RCA}; \vartheta_{SUP; ahu; req} \right) - \vartheta_{SUP; C; req} \right] \\ + \rho_a r_w \left(x_{SUP; RCA} - \Delta x_C - x_{SUP; C; req} \right) \end{array} \right\} \cdot t_{ci} \quad (3.44)$$

Notă. Semnificația termenilor este aceeași ca în relațiile precedente, dar indicii sunt diferiți, conform celor din figura 3.13.

Umidificare

- Energia furnizată pentru umidificare în intervalul de calcul considerat, este egală cu :

— Dacă umidificatorul funcționează cu abur

$$E_{HU;gen;in;cr} = q_{V;SUP;ahu} \cdot \rho_a r_w \cdot (x_{SUP;HU} - x_{SUP;c}) \cdot t_{ci} \quad (3.45)$$

— dacă nu :

$$E_{HU;gen;in;cr} = 0 \quad (3.46)$$

Pierderi termice la generare

- Pierderile termice în centralele de tratare a aerului, în intervalul de timp t_{ci} , se calculează după cum urmează :

— Dacă încăperea în care este montată CTA este condiționată , cu temperatura aerului $\vartheta_{IDA;zt}$,

$$Q_{V;ls;gen} = [(A \cdot U)_{ahu;SUP} (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{IDA;zt}) + (A \cdot U)_{ahu;ETA} (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{IDA;zt}) + q_{V;lea;ahu;SUP} \rho_a c_a (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{IDA;zt})] \cdot t_{ci} \quad (3.47)$$

— dacă încăperea nu este condiționată, se înlocuiește temperatura aerului $\vartheta_{IDA;zt}$ cu temperatura din spațiul necondiționat $\vartheta_{sur;nc}$:

$$Q_{V;ls;gen} = [(A \cdot U)_{ahu;SUP} (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{sur;nc}) + (A \cdot U)_{ahu;ETA} (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{sur;nc}) + q_{V;lea;ahu;SUP} \rho_a c_a (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{sur;nc}) + q_{V;lea;ahu;ETA} \rho_a c_a (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{sur;nc})] \cdot t_{ci} \quad (3.48)$$

unde :

$A_{ahu;SUP}$	m^2	- suprafața CTA de introducere;
$U_{ahu;SUP}$	$kW/m^2 K$	- transmitanța CTA de introducere; valoare prin lipsă $U_{ahu;SUP} = 1 W/m^2 K$
$A_{ahu;ETA}$	m^2	- suprafața CTA extragere;
$U_{ahu;ETA}$	$kW/m^2 K$	- transmitanța CTA extras ;valoare prin lipsă $U_{ahu;ETA} = 1 W/m^2 K$
$\vartheta_{sur;nc}$	$^{\circ}C$	-temperatura spațiului necondiționat din jurul centralei
t_{ci}	h	- intervalul de timp de calcul

Valorile debitelor de aer de introducere și respectiv de extragere din sistem, $q_{V;SUP;ahu;nom}$ și $q_{V;ETA;ahu;nom}$ trebuie cunoscute din proiect sau stabilite prin inspecția instalațiilor.

Pierderi termice recuperabile la generare

- Pierderile termice recuperabile $Q_{V;ls;gen;rbl}$ din CTACTA sunt:

— dacă CTA este amplasată în zona condiționată

$$Q_{V;ls;gen;rbl} = Q_{V;ls;gen} \quad (3.49)$$

— dacă zona de amplasare nu este condiționată :

$$Q_{V;ls;gen;rbl} = 0 \quad (3.50)$$

Ventilatoare

- Creșterea de temperatură a aerului în ventilator, $\Delta\vartheta_{fan}$

Temperatura aerului la trecere prin ventilator este majorată astfel :

— pentru sistemele de ventilare a clădirilor de locuit, dublu flux echilibrate,

$$\Delta\vartheta_{fan;SUP/ETA} = 0 \quad (3.51)$$

— pentru alte sisteme,

$$\Delta\vartheta_{fan;SUP/ETA} = \frac{\Delta p_{fan;SUP/ETA} \cdot f_{fan;rd}}{\rho_a \cdot c_a \cdot \eta_{fan;SUP/ETA} \times 3,6 \times 10^6} \quad (3.52)$$

unde

- $\Delta p_{fan;SUP/ETA}$ - diferența de presiune a ventilatorului de introducere/extragere, în Pa
- $\eta_{fan;SUP/ETA}$ - randamentul ventilatorului de introducere/extragere ;
- $f_{fan;rd}$ - este gradul de recuperare a puterii ventilatorului, în funcție de poziția motorului : pentru motor în curentul de aer $f_{fan;rd} = 1$; pentru motor în afara curentului, $f_{fan;rd} = 0,6$.

- Temperatura aerului folosit pentru recirculare sau care intră în recuperatorul de căldură:

— Dacă ventilatorul de extragere este montat în amonte de recuperator sau de racordul de recirculare :

$$\vartheta_{ETA;hr;in} = \vartheta_{ETA;dis;out} + \Delta\vartheta_{fan;ETA} \quad (3.53)$$

— dacă ventilatorul este montat în aval de recuperator:

$$\vartheta_{ETA;hr;in} = \vartheta_{ETA;dis;out} \quad (3.54)$$

- Consumul de energie al ventilatorului pentru un interval de calcul t_{ci} , se calculează cu relația:

$$E_{V;gen;in;el} = (P_{el;fan;SUP} + P_{el;fan;ETA}) \cdot t_{ci} = \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{\eta_{fan;SUP}} \cdot \Delta p_{fan;SUP} + \frac{q_{V;ETA;ahu}}{\eta_{fan;ETA}} \cdot \Delta p_{fan;ETA} \right) \cdot \frac{t_{ci}}{3,6 \cdot 10^6} \quad (3.55)$$

- Randamentul ventilatorului de introducere/extragere, în intervalul de calcul t_{ci} :

$$\eta_{fan;SUP/ETA} = \eta_{fan;SUP/ETA;nom} \cdot f_{\eta}(q_V) \quad (3.56)$$

unde:

- $\eta_{fan;SUP/ETA;nom}$ - randamentul nominal al ventilatorului de introducere/extragere, din datele de fabricație
- $f_{\eta}(q_V)$ - funcția de dependență a randamentului ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, din datele de fabricație.

- Diferențele de presiune ale ventilatoarelor de introducere și de extragere sunt :

— Dacă sistemul deservește o zonă

➤ dacă nu există control al funcționării

$$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{fan;SUP;nom} \cdot f_{\Delta p}(q_V) \quad (3.57)$$

$$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{fan;ETA;nom} \cdot f_{\Delta p}(q_V) \quad (3.58)$$

➤ dacă există control direct al funcționării:

$$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{SUP,des} \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{q_{V;SUP;ahu;nom}} \right)^2 \quad (3.59)$$

$$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{ETA;des} \left(\frac{q_{V;ETA;ahu}}{q_{V;ETA;ahu;nom}} \right)^2 \quad (3.60)$$

— Dacă sistemul deservește mai multe zone:

➤ dacă nu există control al funcționării:

$$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{fan;SUP;nom} \cdot f_{\Delta p}(q_V) \quad (3.61)$$

$$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{fan;ETA;nom} \cdot f_{\Delta p}(q_V) \quad (3.62)$$

➤ dacă există un control al funcționării la presiune constantă:

$$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{SUP;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;SUP;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{q_{V;SUP;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;SUP;ctrl} \right] \quad (3.63)$$

$$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{ETA;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;ETA;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;ETA;ahu}}{q_{V;ETA;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;ETA;ctrl} \right] \quad (3.64)$$

➤ dacă există control al funcționării la presiune minimă:

$$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{SUP;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;SUP;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{q_{V;SUP;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;SUP;ctrl} \cdot f_{V;\max}^2 \right] \quad (3.65)$$

$$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{ETA;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;ETA;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;ETA;ahu}}{q_{V;ETA;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;ETA;ctrl} \cdot f_{V;\max}^2 \right] \quad (3.66)$$

unde

- $\Delta p_{SUP/ETA;des}$ - diferența de presiune de proiectare a ventilatorului de introducere /extragere, în Pa ;
- $\Delta p_{fan;SUP/ETA;nom}$ - diferența de presiune nominală a ventilatorului, din datele de fabricație, în Pa ;
- $f_{\Delta p}(q_V)$ - funcție de dependență a diferenței de presiune a ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, provenind din datele de fabricație;
- $f_{\Delta p;SUP/ETA;ctrl}$ - partea controlată a diferenței de presiune totală de introducere/extragere, de proiectare.

Preîncălzire și prerăcire prin sol

- Energia transferată la preîncălzire prin sol, dacă această soluție este utilizată, în intervalul de calcul t_{ci} considerat, este egală cu :

$$Q_{gnd} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot (\vartheta_{ODA,preh} - \vartheta_e) \cdot t_{ci} \quad (3.67)$$

Energia auxiliarelor

- Energia auxiliară necesară sistemului de ventilare este egală cu:

$$W_{V;aux} = W_{V;aux;hr} + W_{V;preh} + W_{V;aux;ctrl} \quad (3.68)$$

- Energia auxiliară cerută de sistemul de recuperare de căldură în intervalul de calcul t_{ci} este egală cu :

— Dacă recuperatorul de căldură este de tip rotativ , indiferent de modul de reglare:

$$W_{V;aux;hr} = P_{hr;rot;max} \cdot t_{ci} \frac{n_{rot}}{n_{rot;max}} \quad (3.69)$$

— dacă recuperatorul de căldură este de tipul cu pompe de circulație,

$$W_{V;aux;hr} = q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot P_{el;hr;pu;max} \cdot t_{ci} \cdot \left[\max \left(f_{pl;hr;min}; \frac{Q_{hr}}{t_{ci} \cdot \Phi_{hr;max}} \right) \right]^{2.5} \quad (3.70)$$

— pentru alte tipuri de recuperator:

$$W_{V;aux;hr} = 0 \quad (3.71)$$

unde

$n_{rot;max}$ - viteza de rotație maximă, în min^{-1} ;

$P_{hr;rot;max}$ - la puterea maximă de antrenare prin rotor, la viteza de rotație maximă, în kW;

$P_{el;hr;pu;max}$ - puterea absorbită de pompă, relativă la debitul volumic transportat, la viteza maximă, în kWh/m^3 ;

$\Phi_{hr;max}$ - puterea maximă de transfer de căldură a dispozitivului de recuperare de căldură, în

$f_{pl;hr;min}$ - factorul minim de sarcină parțială a recuperării de căldură.

- Frația din consumul de energie al ventilatorului, pentru pierderea de sarcină în dispozitivul de recuperare de căldură, în intervalul de calcul considerat, este egală cu :

$$E_{V;gen;in;el;hr} = \frac{E_{V;gen;in;el} \cdot \Delta p_{SUP+ETA;des;hr}}{\Delta p_{SUP;des} + \Delta p_{ETA;des}} \quad (3.72)$$

unde

$\Delta p_{SUP+ETA;des;hr}$ - diferența de presiune de proiectare între introducere și extragere, pentru dispozitivul de recuperare de căldură, în condiții de proiectare, în Pa.

- Energia furnizată pentru protecția la îngheț, în intervalul de calcul considerat, este egală cu :

— dacă dispozitivul este cu preîncălzire

$$W_{V;preh} = [\rho_a \cdot c_a \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot (\vartheta_{ODA;fp} - \vartheta_e)] \cdot t_{ci} \quad (3.73)$$

— dacă dispozitivul nu are preîncălzire:

$$W_{V;preh} = 0 \quad (3.74)$$

- Consumul de energie auxiliară al elementelor de reglare este :

$$W_{V;aux;ctrl} = \Sigma P_{el;V;ctrl} \cdot f_{op;ctrl} \cdot t_{ci} \quad (3.75)$$

unde

$\Sigma P_{el;V;ctrl}$ - puterea electrică consumată a dispozitivelor de reglare (captori, elemente de acționare, reglatoare) ;

$f_{op;ctrl}$ - factorul de funcționare a dispozitivelor de reglare.

- Consumul de energie al pompei de umidificare, în intervalul de calcul considerat, este egal cu:

— Dacă umidificarea se realizează prin injecție de abur,

$$W_{HU;aux} = 0 \quad (3.76)$$

— dacă se utilizează alt tip de umidificator:

$$W_{HU;aux} = q_{V;SUP;HU;des} \cdot P_{el;HU;des} \cdot f_{pl;HU} \cdot t_{ci} \quad (3.77)$$

unde

$q_{V;SUP;HU;des}$ - debitul volumic de aer de proiectare din sistemul de umidificare, în m^3/h ;

- $p_{el,HU,des}$ - consumul specific de energie al pompei de umidificare, raportat la debitul volumic, se poate considera cel din tabelul 3.1, în Wh/m³.
- Factorul de sarcină parțială se calculează în funcție de reglarea pompei și de tipul de umidificator. Pentru funcționare fără reglare sau cu reglare cu ventil, valoarea se poate calcula ca în figura 3.14.

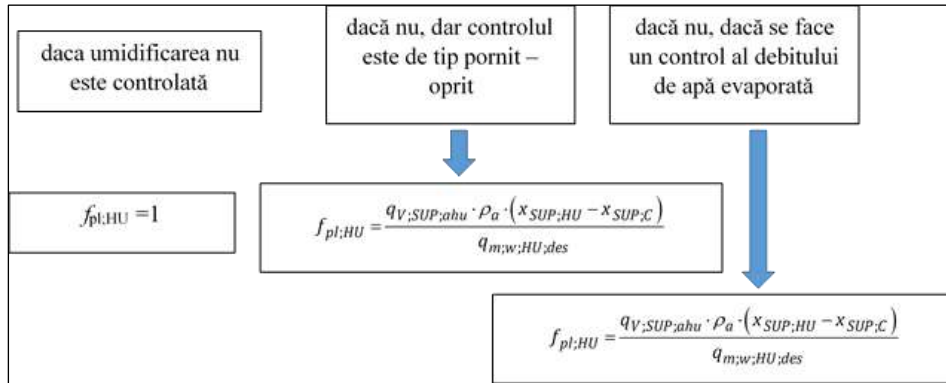


Figura 3.14. Factorul de sarcină parțială

unde

$q_{m;w;HU,des}$ - debitul masic de apă evaporată, de proiectare a umidificatorului, în kg/h .

Tabel 3.1. Consum de energie specific al pompei pentru umidificare pentru diferite tipuri de umidificator și strategii de reglare

Tip de umidificator	Controlul umidificării	Energie specifică $p_{el,HU,des}$ kWh/m ³	$q_{m;w;HU,des}$ kg/h
prin contact	Fără control	0,01	din proiectare sau inspecție
cu pulverizare	Fără control	0,20	
	Control închis/deschis	0,20	
	Control al debitului	0,20	
de presiune ridicată	Control al vitezei	0,04	
hibrid	Control închis/deschis	0,02	

3.2.3. Calcul energetic al distribuției

3.2.3.1. Pierderi de aer în conducte și în centrala de tratare a aerului

- Factorul de scurgeri de aer pentru conducte, $f_{lea;du}$ este dat de :

$$f_{lea,du} = 1 + \frac{q_{v,lea,du}}{q_{v,dis,req}} \tag{3.78}$$

- Debitul de aer care trece prin neetanșeitățile conductei este calculat în funcție de etanșeitățile conductei. Astfel:

$$q_{V,lea,du} = A_{du} \cdot c_{lea,du} \cdot \Delta p_{du}^{e_p} \cdot 3600 \tag{3.79}$$

unde

$q_{V;lea;du}$ - debitul volumic de aer care trece prin neetanșeitățile conductei, în m³/h;

A_{du} - suprafața conductei, în m²;

- Δp_{du} - diferența de presiune între conductă și aerul ambiant, în Pa. Dacă nu există prevederi contrare, această valoare corespunde :
- în rețelele de conducte de aer tratat: mediei între diferența de presiune la ieșire din CTA și presiunea din amonte de gura de aer ;
 - în rețelele de conducte de aer recirculat : mediei între diferența de presiune din aval de gura de aer și presiunea la intrare în CTA;
- $c_{lea,du}$ - factorul de etanșeitate la aer a rețelei de conducte, în $m^3/(s \cdot m^2)$, pentru 1 Pa
- e_p - exponent al diferenței de presiune ; valoare prin lipsă: 0,65.

Factorii de scurgeri din conducte, în funcție de clasa de etanșeitate la aer a conductelor, se stabilesc conform tabelului 3.2.

Tabel 3.2 Factori de scurgeri pentru conducte

Clasa de etanșeitate pentru conducte	$f_{lea;du}$
necunoscută	1,45 a
A	1,18
B	1,06
C	1,02
D - Aplicații speciale (camere curate)	1,0 b
a Conform SR EN 16798-3, 5 x A.	

- Factorul de scurgeri al CTA este calculat cu relația :

$$f_{lea;ahu} = 1 + \frac{q_{v;lea;ahu}}{q_{v;dis;in/out}} \cdot \left(\frac{\Delta p_{SUP/ETA}}{\Delta p_{test}} \right)^{0,65} \quad (3. 80)$$

unde

- $q_{v;lea;ahu}$ - debitul de scurgeri de aer al CTA, în m^3/h ;
- $q_{v;dis;in/out}$ - debitul volumic de aer tratat sau recirculat care intră/iese din sistemul de distribuție, în m^3/h ;
- $\Delta p_{SUP/ETA}$ - diferența de presiune între partea cu aer tratat sau recirculat și mediul în care se află CTA, în Pa ;
- Δp_{test} - presiunea de încercare, în Pa.

Dacă se cunoaște clasa de etanșeitate la aer a CTA, factorii de scurgeri sunt conform tabelului 3.3:

Tabel 3.3 Factori de scurgeri pentru centrale de tratare a aerului

Clasa de etanșeitate a CTA	$f_{lea;ahu}$
L3	1,1
L2	1,04
L1	1,01

- Debitul volumic de introducere/extracție, furnizate de CTA sistemului de conducte:

$$q_{V;SUP;dis;in;req} = \sum_i (f_{lea;du;SUP} \cdot q_{V;SUP;dis;zv;req;i}) \quad (3.81)$$

$$q_{V;ETA;dis;out;req} = - \sum_i (f_{lea;du;ETA} \cdot q_{V;ETA;dis;zv;req;i}) \quad (3.82)$$

unde

- $q_{V;SUP;dis;zv;req;i}$ - debitul volumic de introducere necesar pentru zona ventilată i , în m^3/h ;
- $q_{V;ETA;dis;zv;req;i}$ - debitul volumic extras, necesar pentru zona ventilată i , în m^3/h

Observație: Normele PEC consideră aerul recirculat cu valori negative.

- Debitul volumic de aer tratat care intră într-o zonă ventilată i , este:

$$q_{V;SUP;dis;zv;i} = q_{V;SUP;dis;in} \cdot \frac{q_{V;SUP;dis;zv;req;i}}{q_{V;SUP;dis;in;req}} \quad (3.83)$$

- Debitul volumic de aer, extras dintr-o zonă ventilată i , este :

$$q_{V;ETA;dis;zv;i} = -q_{V;ETA;dis;out} \cdot \frac{q_{V;ETA;dis;zv;req;i}}{q_{V;ETA;dis;out;req}} \quad (3.84)$$

- Debitul volumic de scurgeri de aer tratat care intră în zona i , este :

$$q_{V;lea;SUP;dis;z;i} = (f_{lea;du;z} - 1) \cdot q_{V;SUP;dis;z;i} \quad (3.85)$$

- Debitul volumic de scurgeri de aer recirculat, extras din zona i , este :

$$q_{V;lea;ETA;dis;z;i} = (f_{lea;du;z} - 1) \cdot q_{V;ETA;dis;z;i} \quad (3.86)$$

Observație: în formulele de mai sus, zona z poate fi o zonă ventilată zv sau o zonă termică zt .

- Debitul volumic de scurgeri care pătrunde în spațiul necondiționat este :

$$q_{V;lea;dis;nc} = (f_{lea;du;nc} - 1) \cdot q_{V;SUP;dis;in} \quad (3.87)$$

- Factorul maxim de sarcină parțială a debitului volumic de aer, pentru o zonă este :

$$f_{V;max} = \max_i \left(\frac{q_{V;SUP;dis;zv;i}}{q_{V;SUP;dis;zv;max;des;i}} \right) \quad (3.88)$$

unde

- $q_{V;SUP;dis;zv;max;des;i}$ - debitul volumic maxim de proiectare pentru zona ventilată i , în m^3/h .

Calcul simplificat

Pentru acest calcul, în locul debitelor volumice de aer tratat/ recirculat în și din zonele termice, sunt luate ca date de intrare, factorul de sarcină parțială și diversitatea debitelor pentru intervalul de calcul considerat.

Debitele volumice ce trebuie tratate în CTA necesare în conductele de distribuție sunt :

$$q_{V;SUP;dis;in;req} = f_{pl} \cdot q_{V;SUP;ahu;nom} \quad (3.89)$$

$$q_{V;ETA;dis;out;req} = f_{pl} \cdot q_{V;ETA;ahu;nom} \quad (3.90)$$

unde

- $q_{V;SUP;ETA;ahu;nom}$ - debitul volumic de aer de introducere și de aer recirculat al sistemului, (din proiect) în m^3/h .

Factorul maxim de sarcină parțială a debitelor volumice de aer din zonă este :

$$f_{V;\max} = f_{pl} + \Delta f_v \quad (3.91)$$

unde

- f_{pl} - factorul de sarcină parțială pentru debitul volumic de aer total (pe toate zonele) (dată de intrare) ;
- Δf_v - diversitatea debitului volumic pentru intervalul de calcul considerat (dată de intrare).

3.2.3.2. Pierderi termice ale conductelor de aer

- Pierderi termice pe distribuție

Pierderile termice în rețelele de conducte sunt egale cu :

$$Q_{V;ls;dis} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left[q_{V;SUP;dis;in} \cdot \left(\Delta \vartheta_{SUP;du;nc} + \sum_i \Delta \vartheta_{SUP;du;zt;i} \right) + q_{V;ETA;dis;out} \cdot \Delta \vartheta_{ETA;du} + \sum_j q_{V;SUP;lea;du;zv;j} \cdot \left(\vartheta_{SUP;dis;in} - \vartheta_{IDA;zv;j} \right) + q_{V;lea;dis;nc} \cdot \left(\vartheta_{SUP;dis;in} - \vartheta_{sur;nc} \right) \right] \cdot t_{ci} \quad (3.92)$$

- Pierderile termice recuperabile, din rețeaua de conducte, către o zonă termică i , sunt:

$$Q_{V;ls;dis;rbl;zt;i} = [q_{V;SUP;zt;i} \cdot \dot{n}_a \cdot c_a \cdot \Delta \vartheta_{SUP;du;end} + q_{V;SUP;lea;du;zt;i} \cdot \dot{n}_a \cdot c_a \cdot (\vartheta_{SUP;dis;in} - \vartheta_{IDA;zt;i})] \cdot t_{ci} \quad (3.93)$$

unde

- $q_{V;SUP;zt;i}$ - debitul volumic de aer introdus în zona termică i , în m^3/h ;
- $q_{V;SUP;lea;du;zt;i}$ - debitul volumic de scurgeri de aer care intră în zona termică i , în m^3/h .

Observație: Se consideră că pierderile termice sunt recuperate într-o zonă termică.

3.2.3.3. Exemplu de calcul (la paragrafele 3.2.1., 3.2.2., 3.2.3.)

Calculul energetic al generării (CTA) și Calculul energetic al distribuției pentru instalații de ventilare hibridă, mecanică și climatizare

Se consideră o instalație de ventilare mecanică ca cea prezentată în figura 3.13. Calculul energetic al generării se realizează pentru o CTA cu toate echipamentele componente și se finalizează cu calculul energetic al distribuției aerului în conducte.

În exemplul prezentat se folosesc următoarele date :

Date de descriere calitative :

- Tip de recuperator de căldură: rotativ, higroscopic (*HEAT_REC_TYPE: ROT_HYG*).
- Tip de protecție la îngheț: temperatura de intrare în recuperatorul de căldură crește la trecerea aerului printr-o baterie de preîncălzire (*DEFR_TYPE: PREH*)
- Tip de umidificator: umidificator prin contact (*HUM_TYPE: CONTACT*).
- Tip de agent pentru umidificarea cu abur: electricitate, gaz, solar, alt tip de agent (*GEN_CRHU;gen: -*).

Date de proiectare a sistemului :

- Poziționarea ventilatorului de introducere: în amonte de dispozitivul de recuperare a căldurii sau al recirculării (*SUP_FAN_LOC: UP_HR*)

- Poziționarea ventilatorului de evacuare/extragere: în amonte de dispozitivul de recuperare a căldurii sau al recirculării (*ETA_FAN_LOC: UP_HR*)
- Poziționarea motorului ventilatorului: motorul ventilatorului este poziționat în exteriorul curentului de aer (*FAN_MOT_LOC: OUTS_AIR*)
- Tip de sistem pentru calculul energiei unui ventilator cu debit volumic de aer variabil: Sistemul deservește o singură zonă (sau este reglat în funcție de o zonă pilot), (*SYS_TYPE: SINGLE_ZONE*)
- Amplasare CTA: într-o zonă neclimatizată (*AHU_LOC: NC*).

Date privind reglarea:

- Reglare a debitului volumic: reglare continuă a debitului volumic variabil (*AIR_FLOW_CTRL: VARIABLE*)
- Reglare de temperatură a aerului introdus: Punct de reglare variabil cu compensare de temperatura exterioară (*SUP_TEMP_CTRL: ODA_COMP*)
- Reglarea aerului recirculat/extras: proporție fixă de aer extras, proporție variabilă de aer extras (*RCA_CTRL: ZONE_BASED*)
- Reglarea recuperării de căldură: Reglare prin schimbarea vitezei de rotație (*HEAT_REC_CTRL: SPEED*)
- Reglarea protecției contra înghețului: înghețul este împiedicat, reglând temperatura de ieșire a recuperatorului de căldură (*DEFR_CTRL: INDIRECT*)
- Reglarea ventilatorului: nicio reglare, ventilatorul răspunde la debitul variabil în funcție de caracteristicile sale (*FAN_CTRL: -*).
- Reglarea umidificatorului: Pornit/oprit (*HUM_CTRL: ON_OFF*).

Se folosesc datele de intrare din tabelul 3.4. Desfășurarea calculului și rezultatele sunt date în tabelul 3.5, respectiv tabelul 3.6.

Se precizează că în coloana care indică numărul curent al relațiilor de calcul, sunt menționate atât numerele corespunzătoare din standardul SR EN cât și cele din Metodologia Mc001 prezentă.

Tabel 3.4. Date de calcul

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Date privind condițiile de funcționare			
Interval de timp de calcul	t_{ci}	h	1
Temperatură exterioară în intervalul de calcul	ϑ_e	°C	33,2
Conținut de umiditate a aerului exterior de intervalul de calcul	x_e	kg/kg aer uscat	0,01229
Temperatură a zonei termice în care au loc pierderile conductei sau ale CTA	$\vartheta_{IDA;zt}$	°C	26
Temperatură a spațiului necondiționat din jurul conductei	$\vartheta_{sur;nc}$	°C	28
Conținut de umiditate al spațiului necondiționat din jurul conductei	$x_{sur;nc}$	kg/kg aer uscat	0,01229
Putere de intrare a bateriei de încălzire a CTA	$Q_{H;ahu;in}$	kWh	3,323
Putere de ieșire a bateriei de răcire a CTA	$Q_{C;ahu;out;}$	kWh	1,805
Temperatură de intrare în bateria de răcire a CTA	$\vartheta_{C;ahu;in}$	°C	11,113
Semnal de necesitate de funcționare	$f_{op;V}$	-	1,00
Debit volumic al aerului de introducere necesar în zona de ventilare i	$qV;SUP;dis;zv;req;i$	m ³ /h	2400,00
Debit volumic al aerului extras din zonă de ventilare i	$qV;ETA;dis;zv;req;i$	m ³ /h	-2400,00
Debit volumic al aerului exterior de introducere, necesar în zonă de ventilare i	$qV;ODA;zv;req;i$	m ³ /h	2400,00
Temperatură a aerului de introducere necesară în zona de ventilare	$\vartheta_{SUP;req;zv}$	°C	21,00
Conținut de umiditate minim al aerului de introducere necesar în zona de ventilare	$x_{SUP;zt;min;req}$	kg/kg aer uscat	0,007
Conținut de umiditate maxim al aerului de introducere necesar în zona de ventilare	$x_{SUP;zt;max;req}$	kg/kg aer uscat	0,011

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Temperatură a aerului extras pentru zona de ventilare	θETA;zv	°C	21,00
Conținut de umiditate al aerului extras din zona termică	xETA;zv	kg/kg aer uscat	0,01301
Factor de sarcină parțială al debitul volumic total de aer (pe toate zonele)	fpl	–	0,9
Diferență de sarcină parțială (pe toate zonele)	ΔfV	–	0,9
Factor de funcționare a dispozitivelor de reglare	fop;ctrl	-	1
Date privind produsul			
Date de descriere a produsului			
Tip de recuperator de căldură	HEAT_REC_TYPE		ROT_HYG
			Rezidențial
Tip de protecție la îngheț	DEFR_TYPE		PREH
Tip de umidificator	HUM_TYPE		CONTACT
Tip de agent energetic pentru umidificarea cu abur	GEN_CRHU;gen		-
Date tehnice ale produsului			
Factor de scurgeri pentru conducte	flea;du;SUP	-	1,02
Factor de scurgeri pentru conducte	flea;du;ETA	-	1,02
Factor de scurgeri pentru conducte	flea;du;zv	-	1,02
Factor de scurgeri pentru conducte	flea;du;nc	-	1,02
Factor de scurgeri pentru CTA	flea;ahu;SUP	-	1,04
Factor de scurgeri pentru CTA	flea;ahu;ETA	-	1,04
Debit volumic nominal de aer de introducere al CTA	qV;SUP;ahu;nom	m3/h	5000

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Debit volumic de aer de introducere al CTA în etapa 1..n	qV;SUP;ahu;st1..stn	m ³ /h	3000
Debit volumic nominal de aer extras al CTA	qV;ETA;ahu;nom	m ³ /h	5000
Debit volumic de aer extras al CTA în etapa 1..n	qV;ETA;ahu;st1..stn	m ³ /h	3000
Număr de etape	nst	-	1
Grad de recuperare din puterea ventilatorului	ffan;rd	-	0,6
Eficiență nominală de temperatură a recuperării de căldură, la viteza aerului (de proiectare)	η _{hr} ;nom	-	0,67
Debit maxim de aer de introducere (de proiectare) al sistemului	qV;SUP;hr;nom	m ³ /h	5000
Viteză nominală a aerului pentru recuperarea de căldură	v _{hr} ;nom	m/s	3,5
Constantă pentru dependența de viteză, a eficienței de recuperare a căldurii	C1	s/m	-0,0684
Constantă pentru dependența de viteză a eficienței de recuperare a căldurii	C2	-	1
Factor de corecție al numărului de rotații pentru schimbătorul de căldură rotativ	f _n	-	1,0045
Eficiență nominală de recuperare a umidității, la viteza aerului de proiectare	η _{xr} ;nom	-	0,42
Eficiență nominală de recuperare a umidității, la viteza aerului de proiectare	Δx _{ODA} ;nom	kg / kg aer uscat	0,005
Factor de corecție pentru influența diferenței de umiditate asupra eficienței de recuperare de umiditate a dispozitivelor rotative	f _{Δx} ;x	-	-0,2504
Factor de corecție pentru influența debitului masic asupra eficienței de recuperare de umiditate, a dispozitivelor rotative	f _q ;x	-	0,9003

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Factor de corecție pentru influența vitezei aerului asupra eficienței de recuperare a umidității, a dispozitivelor rotative	$f_{v;x}$	-	1,5320
Factor de corecție pentru influența vitezei de rotație asupra eficienței de recuperare a umidității a dispozitivelor rotative	$f_{n;x}$	-	1,0000
Factor de corecție pentru alte tipuri de recuperare de căldură	$f_{xr;other}$	-	0,4000
Eficiență de recuperare a căldurii, redusă din cauza operației de dezgheț la $\vartheta_e = -15^{\circ}\text{C}$	$\varepsilon_{D;-15}$	-	0,4
Eficiență de recuperare a căldurii, redusă din cauza operației de dezgheț la $\vartheta_e = -7^{\circ}\text{C}$	$\varepsilon_{D;-7}$	-	0,7
Constantă pentru conținutul de umiditate în bateria de răcire	CC;1	-	11,91
Constantă pentru conținutul de umiditate în bateria de răcire	CC;2	-	4110,34
Constantă pentru conținutul de umiditate în bateria de răcire	CC;3	-	235,0
Factor de derivație pentru bateria de răcire	$f_{C;bp}$	-	0,1
Randament al bateriei de răcire	$\eta_{coil;C}$	-	0,8
Eficiență în temperatură a bateriei de încălzire	$\eta_{coil;H}$	-	0,8
Randament nominal al ventilatorului de introducere, din datele de fabricație, furnizate conform EN ISO 5801	$\eta_{fan;SUP;nom}$	—	0,72
Diferență de presiune nominală a ventilatorului de introducere, provenind din datele de fabricație, după EN ISO 5801	$\Delta p_{fan;SUP;nom}$	Pa	600,0

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Randament nominal al ventilatorului de extragere, provenind din datele de fabricație, furnizate conform EN ISO 5801	$\eta_{fan};ETA;nom$	–	0,8
Diferență de presiune nominală a ventilatorului de introducere, provenind din datele de fabricație, după EN ISO 5801	$\Delta p_{fan};ETA;nom$	Pa	600,0
Funcție de dependență a randamentului ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, rezultat din datele producătorului, furnizate conform EN ISO 5801	$f\eta(qV)$	-	0,728
Funcție de dependență a randamentului ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, rezultat din datele producătorului, furnizate conform EN ISO 5801	$f\eta(qV)$	-	0,714
Funcție de dependență a diferenței de presiunea ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, rezultat din datele producătorului, furnizate conform EN ISO 5801	$f\Delta p(qV)$	-	1,240
Funcție de dependență a diferenței de presiunea ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, rezultat din datele producătorului, furnizate conform EN ISO 5801	$f\Delta p(qV)$	-	1,247
Suprafața CTA de introducere	$A_{ahu};SUP$	m ²	35
Transmitanță pentru pierderile de căldură ale CTA de introducere	$U_{ahu};SUP$	kW/m ² K	0,0005
Suprafață a CTA extras	$A_{ahu};ETA$	m ²	35
Coeficient de pierderi termice ale CTA extras	$U_{ahu};ETA$	kW/m ² K	0,0005
Putere maximă de transfer de căldură a dispozitivului de recuperare a căldurii	$\Phi_{hr};max$	kW	0,50

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Viteză maximă de rotație a dispozitivului de recuperare a căldurii, rotativ	nrot;max	min-1	20
Putere de antrenare a rotorului, la viteza maximă de rotație	Phr;rot;max	kW	0,05
Putere absorbită de pompă, relativă la debitul volumic transportat, la viteză maximă	pel;hr;pu;max	kWh/m3	0,00001
Factor minim de sarcină parțială a recuperării de căldură	fpl;hr;min	-	0,00001
Eficiență a umidificatorului cu răcire adiabatică	ηhu;ac	-	0,9
Consum de putere electrică a dispozitivelor de reglare (senzori, dispozitive de acționare, regulatoare)	ΣPel;V;ctrl	kW	0,1
Debit volumic de aer de proiectare al sistemului de umidificare	qV;SUP;HU;des	m3/h	5000
Consum de energie specific al pompei de umidificare, raportat la debitul volumic	pel;HU;des	kWh/m3	2,00E-04
Debit masic de apă evaporată, de proiectare, al umidificatorului	qm;w;HU,des	kg/h	13,5
Date de proiectare ale sistemului			
Date de Proiectare			
Poziționarea ventilatorului de introducere	SUP_FAN_LOC		UP_HR
Poziționarea ventilatorului de evacuare/extragere	ETA_FAN_LOC		UP_HR
Poziționarea motorului ventilatorului	FAN_MOT_LOC		OUTS_AIR
Tip de sistem pentru calculul energiei unui ventilator cu debit volumic de aer variabil	SYS_TYPE		SINGLE_ZONE
Amplasare CTA	AHU_LOC		NC
Coeficient de transfer termic al conductei de introducere către mediul înconjurător necondiționat	Hdu;SUP;nc	kW/K	0,01
Coeficient de transfer termic al conductei de introducere către o zonă termică condiționată specifică i	Hdu;SUP;zt;i	kW/K	0,01

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Coefficient de transfer termic al conductei de extragere către mediul înconjurător necondiționat	Hdu;ETA;nc	kW/K	0,01
Debit volumic maxim de aer de introducere necesar, de proiectare, pentru zona ventilată i	qV;SUP;dis;zv;max;des;i	m ³ /h	2000,00
Debit volumic de aer exterior de introducere de proiectare pentru zona ventilată i	qV;ODA;zv;req;des;i	m ³ /h	2000,00
Număr de zone ventilate	nzv	-	1
Punct de reglare a temperaturii aerului de introducere (pentru reglarea temperaturii de introducere constantă)	θSUP;set	°C	18
Punct de reglare a temperaturii maxime a aerului de introducere pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	θSUP;set;max	°C	23
Punct de reglare a temperaturii minime a aerului de introducere pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	θSUP;set;min	°C	19
Factor de pantă pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	fe	-	-0,4
Compensare de temperatură pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	Δθoff	K	29
Viteza aerului de proiectare, pentru unitatea de recuperare a căldurii	vhr;des	m/s	3,5
Limita 1 de temperatură a aerului exterior pentru calculul unei operații de dezgheț	θe;lim1	°C	-10
Limita 2 de temperatură a aerului exterior pentru calculul unei operații de dezgheț	θe;lim2	°C	-5
Limita de temperatură a aerului evacuat după recuperarea căldurii	θEHA;hr;lim	°C	-5
Diferență de presiune de proiectare, pentru ventilatorul de introducere	ΔpSUP;des	Pa	600
Diferență de presiune de proiectare, pentru ventilatorul de extragere	ΔpETA;des	Pa	600

Denumire	Simbol	UM	Valoare
Pierdere de sarcină în dispozitivul de recuperare a căldurii pe circuitul de aer de introducere și extragere, în condiții de proiectare	$\Delta p_{SUP+ETA;des;hr}$	Pa	500
Parte reglată a diferenței de presiune de introducere de proiectare	$f_{\Delta p;SUP;ctrl}$	-	0,8
Parte reglată a diferenței de presiune de extragere de proiectare	$f_{\Delta p;ETA;ctrl}$	-	0,8
Date privind reglarea			
Reglare a debitului volumic	AIR_FLOW_CTRL		VARIABLE
Reglare de temperatură a aerului introdus	SUP_TEMP_CTRL		ODA_COMP
Reglarea aerului recirculat	RCA_CTRL		ZONE_BASED
Reglarea recuperării de căldură	HEAT_REC_CTRL		SPEED
Reglarea protecției contra înghețului	DEFR_CTRL		INDIRECT
Reglarea ventilatorului	FAN_CTRL		-
Reglarea umidificatorului	HUM_CTRL		ON_OFF
Constante			
Presiunea atmosferică	patm	Pa	101325
Densitatea aerului	ρ_a	kg/m ³	1,204
Căldura specifică a aerului la presiune constantă	ca	kWh/(kg K)	0,00028
Căldura latentă de vaporizare a apei	rw	kWh/kg	0,68
Corecții ale densității			
Altitudine deasupra nivelului mării	h	m	400
Densitatea aerului la altitudinea h deasupra nivelului mării	ρ_a	kg/m ³	1,158

Etape de calcul : A – Calculul energetic al distribuției aerului
B – Calculul energetic al generării (pentru toate echipamentele din CTA)

Tabel 3.5 Desfașurarea calculului

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
A. CALCULUL DISTRIBUȚIEI –					
<i>A.1. Calculul condițiilor de funcționare. Calcul detaliat</i>					
Debitele volumice necesar a fi furnizate de centrala de tratare a aerului, sistemului de conducte de distribuție	$q_{V;SUP;dis;in;req}$	m3/h	2448	(4a)/ (3.81)	$q_{V;SUP;dis;in;req} = \sum_i (f_{lea;du;SUP} \cdot q_{V;SUP;dis;zv;req;i})$
Debitele volumice necesar a fi furnizate de centrala de tratare a aerului, sistemului de conducte de distribuție	$q_{V;ETA;dis;out;req}$	m3/h	2448	(5a)/ (3.82)	$q_{V;ETA;dis;out;req} = - \sum_i (f_{lea;du;ETA} \cdot q_{V;ETA;dis;zv;req;i})$
Debitul volumic de aer de introducere care intră într-o zonă ventilată specifică i deservită de sistem	$q_{V;SUP;dis;zv;i}$	m3/h	2400	(6)/ (3.83)	$q_{V;SUP;dis;zv;i} = q_{V;SUP;dis;in} \cdot \frac{q_{V;SUP;dis;zv;req;i}}{q_{V;SUP;dis;in;req}}$
Debitul volumic de aer extras dintr-o zonă ventilată specifică i deservită de sistem	$q_{V;ETA;dis;zv;i}$	m3/h	2400	(7)/ (3.84)	$q_{V;ETA;dis;zv;i} = -q_{V;ETA;dis;out} \cdot \frac{q_{V;ETA;dis;zv;req;i}}{q_{V;ETA;dis;out;req}}$
Debitul volumic de scurgeri, de aer de introducere, care intră în zona specifică i	$q_{V;lea;SUP;dis;zv;i}$	m3/h	48,0	(8)/ (3.85)	$q_{V;lea;SUP;dis;zv;i} = (f_{lea;du;zv} - 1) \cdot q_{V;SUP;dis;zv;i}$
Debitul volumic de scurgeri de aer extras din zona specifică i	$q_{V;lea;ETA;dis;zv;i}$	m3/h	48,0	(9)/ (3.86)	$q_{V;lea;ETA;dis;zv;i} = (f_{lea;du;zv} - 1) \cdot q_{V;ETA;dis;zv;i}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Debitul volumic de scurgeri care pătrunde în spațiul necondiționat	$q_{V;lea;dis;nc}$	m ³ /h	48,96	(10)/ (3.87)	$q_{V;lea;dis;nc} = (f_{lea;du;nc} - 1) \cdot q_{V;SUP;dis;in}$
Factorul maxim de sarcină parțială a debitului volumic de aer pentru o zonă	$f_{V;max}$	-	1,20	(11a)/ (3.88)	$f_{V;max} = \max_i \left(\frac{q_{V;SUP;dis;zv;i}}{q_{V;SUP;dis;zv;max;des;i}} \right)$
<i>Calcul simplificat</i>					
Debitele volumice ce trebuie furnizate de centrala de tratare a aerului, necesare în conductele de distribuție	$q_{V;SUP;dis;in;req}$	m ³ /h	-	(4b)/ (3.89)	$q_{V;SUP;dis;in;req} = f_{pl} \cdot q_{V;SUP;ahu;nom}$
Debitele volumice ce trebuie furnizate de centrala de tratare a aerului, necesare în conductele de distribuție	$q_{V;ETA;dis;out;req}$	m ³ /h	-	(5b)/ (3.90)	$q_{V;ETA;dis;out;req} = f_{pl} \cdot q_{V;ETA;ahu;nom}$
Factorul maxim de sarcină parțială a debitelor volumice de aer din zonă	$f_{V;max}$	-	-	(11b)/ (3.91)	$f_{V;max} = f_{pl} + \Delta f_{V}$
Variația de temperatură și umiditate a aerului în rețeaua de conducte					
Temperatura aerului de introducere cerută este modificată în conductă	$\vartheta_{SUP;dis;in;req}$	°C	20,9	(12)	$\vartheta_{SUP;dis;in;req} = \vartheta_{SUP;req;zv} + \sum_j \Delta \vartheta_{SUP;du;nc,j} + \sum_k \Delta \vartheta_{SUP;du;end,k}$
Temperatura aerului reală de introducere este modificată în conductă	$\vartheta_{SUP;dis;out}$	°C	33,1	(13)	$\vartheta_{SUP;dis;out} = \vartheta_{SUP;dis;in} - \sum_j \Delta \vartheta_{SUP;du;nc,j} - \sum_{i,k} \Delta \vartheta_{SUP;du;k;zt,i}$
Căderea de temperatură datorată pierderilor termice în conducta de introducere, către spațiul necondiționat	$\Delta \vartheta_{SUP;du;nc}$	°C	-0,088	(14)	$\Delta \vartheta_{SUP;du;nc,j} = (\vartheta_{SUP;du;in,j} - \vartheta_{sur;nc}) \left(1 - e^{-\frac{H_{du;SUP;nc,j}}{(\rho c)_a \cdot q_{V;SUP;dis;in}}} \right)$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Căderea de temperatură datorată pierderilor termice în conducta de introducere, către o zonă condiționată	$\Delta \vartheta_{SUP;du;cn,d}$	°C	-0,062	(15)	$\Delta \vartheta_{SUP;du;k;zt,i} = (\vartheta_{SUP;du;in,k} - \vartheta_{IDA;zt,i}) \left(1 - e^{-\frac{H_{du;SUP;k;zt,i}}{(\rho c)_a \cdot \dot{Q}_{V;SUP;dis,in}}} \right)$
Conținutul de umiditate real al aerului de introducere	$x_{SUP,dis,out}$	kg/kg aer uscat	0,00946	(16)	$x_{SUP,dis,out} = x_{SUP,dis,in}$
Conținutul de umiditate cerut al aerului de introducere	$x_{SUP,dis,in;req}$	kg/kg aer uscat	0,007	(17)	$x_{SUP,dis,in;req} = x_{SUP,dis,out;req}$
Conținutul de umiditate cerut al aerului de introducere	$x_{SUP,dis,in;max;req}$	kg/kg aer uscat	0,011	(17)	$x_{SUP,dis,in;req} = x_{SUP,dis,out;req}$
Temperatura aerului extras	$\vartheta_{ETA,dis,out}$	°C	21,05	(18)	$\vartheta_{ETA,dis,out} = \frac{1}{f_{lea;du}} \cdot \vartheta_{ETA,zv} + \frac{f_{lea;du} - 1}{f_{lea;du}} \cdot \vartheta_{sur;nc} + \Delta \vartheta_{du,ETA}$
Diferența de temperatură datorată pierderilor termice în conducta de extragere către spațiul necondiționat	$\Delta \vartheta_{du;ETA}$	K	-0,088	(19)	$\Delta \vartheta_{du,ETA} = (\vartheta_{ETA,zv} - \vartheta_{sur;nc}) \left(1 - e^{-\frac{H_{du,ETA;nc}}{(\rho c)_a \cdot \dot{Q}_{ETA,dir,out}}} \right)$
Conținutul de umiditate al aerului extras	$x_{ETA,dis,out}$	kg/kg aer uscat	0,01326	(20)	$x_{ETA,dis,out} = x_{ETA,zv} + (f_{lea,du} - 1) \cdot x_{sur;nc}$

A.2. Calculul energetic

Pierderi termice pe distribuție

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Pierderile termice în rețelele de conducte	Q _{ls,V,dis}	kWh	-0,00313	(21)/ (3.92)	$Q_{V;ls;dis} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left[q_{V;SUP;dis;in} \cdot \left(\Delta\vartheta_{SUP;du;nc} + \sum_i \Delta\vartheta_{SUP;du;zt;i} \right) + q_{V;ETA;dis;out} \cdot \Delta\vartheta_{ETA;du} + \sum_j q_{V;SUP;lea;du;zt;j} \cdot (\vartheta_{SUP;dis;in} - \vartheta_{IDA;zt;j}) + q_{V;lea;dis;nc} \cdot (\vartheta_{SUP;dis;in} - \vartheta_{sur;nc}) \right] \cdot t_{ci}$
Pierderi de căldura recuperabile pe distribuție					
Pierderile termice recuperabile provenind din rețeaua de conducte, către o zonă termică specifică i	Q _{ls,V,dis;rbl;zt;i}	kWh	-0,4520	(22)/ (3.93)	$Q_{V;ls;dis;rbl;zt;i} = [q_{V;SUP;zt;i} \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot \Delta\vartheta_{SUP;du;end} + q_{V;SUP;lea;du;zt;i} \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot (\vartheta_{SUP;dis;in} - \vartheta_{IDA;zt;i})] \cdot t_{ci}$
B. CALCUL AL GENERĂRII –					
<i>B.1. Calculul condițiilor de funcționare</i>					
<i>Debite de aer în CTA</i>					
Debitul volumic de aer introdus (nicio reglare debit volumic, funcționare continuă)	q _{V;SUP;dis;in}	m ³ /h	-	(23a)	q _{V;SUP;dis;in} = q _{V;SUP;ahu;nom}
Debitul volumic de aer introdus (reglarea debitului volumic în funcție de timp, funcționare continuă în perioada de ocupare)	q _{V;SUP;dis;in}	m ³ /h	-	(23b)	q _{V;SUP;dis;in} = fop;V · q _{V;SUP;ahu;nom}
Debitul volumic de aer introdus (reglare multi-nivel, debitul volumic variabil)	q _{V;SUP;dis;in}	m ³ /h	-	(23c)	dacă q _{V;SUP;dis;in;req} < q _{V;SUP;ahu;st1} : q _{V;SUP;dis;in} = fop;V × q _{V;SUP;ahu;st1}
	q _{V;SUP;dis;in}				altfel dacă q _{V;SUP;dis;in;req} < q _{V;SUP;ahu;st2} : q _{V;SUP;dis;in} = fop;V × q _{V;SUP;ahu;st2}

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Debitul volumic de aer introdus (reglare debitul volumic variabil continuu)	$q_{V;SUP;dis;in}$	m ³ /h	2448	(23d)	$q_{V;SUP;dis;in} = f_{op;V} \cdot q_{V;SUP;dis;in;req}$
Debitul volumic de aer extras (fără reglare)	$q_{V;ETA;dis;out}$	m ³ /h	-	(24a)	$q_{V;ETA;dis;out} = q_{V;ETA;ahu;nom}$
Debitul volumic de aer extras (reglare ON/OFF)	$q_{V;ETA;dis;out}$	m ³ /h	-	(24b)	$q_{V;ETA;dis;out} = f_{op;V} \cdot q_{V;ETA;ahu;nom}$
Debitul volumic de aer extras (reglare multi-nivel, debit volumic variabil)	$q_{V;ETA;dis;out}$	m ³ /h	-	(24c)	dacă $q_{V;ETA;dis;out;req} < q_{V;ETA;ahu;st1}$: $q_{V;ETA;dis;out} = f_{op;V} \times q_{V;ETA;ahu;st1}$
	$q_{V;ETA;dis;out}$				altfel dacă $q_{V;ETA;dis;out;req} < q_{V;ETA;ahu;st2}$: $q_{V;ETA;dis;out} = f_{op;V} \times q_{V;ETA;ahu;st2}$
Debitul volumic de aer extras (variabil)	$q_{V;ETA;dis;out}$	m ³ /h	2448	(24d)	$q_{V;ETA;dis;out} = f_{op;V} \cdot q_{V;ETA;dis;out;req}$
Debitul de aer transportat de ventilatorul de introducere în CTA	$q_{v;SUP;ahu}$	m ³ /h	2647,76	(25)	$q_{v;SUP;ahu} = f_{lea;ahu;SUP} \cdot f_{lea;hr;SUP} \cdot q_{v;SUP;dis;in}$
Debitul de aer transportat de ventilatorul de extragere în CTA	$q_{v;ETA;ahu}$	m ³ /h	2545,92	(26)	$q_{v;ETA;ahu} = f_{lea;ahu;ETA} \cdot f_{lea;hr;ETA} \cdot q_{v;ETA;dis;out}$
Debitul de scurgeri de aer de introducere	$q_{v;lea;ahu;SUP}$	m ³ /h	97,92	(27)	$q_{v;lea;ahu;SUP} = (f_{lea;ahu;SUP} - 1) \cdot q_{v;SUP;dis;in}$
Debitul de scurgeri de aer de extragere	$q_{v;lea;ahu;ETA}$	m ³ /h	97,92	(28)	$q_{v;lea;ahu;ETA} = (f_{lea;ahu;ETA} - 1) \cdot q_{v;ETA;dis;out}$
<i>Reglarea temperaturii aerului introdus</i>					

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Temperatura aerului introdus (temperatură de introducere constantă)	$\vartheta_{SUP;ahu;req}$	°C	-	(29a)	$\vartheta_{SUP;ahu;req} = \vartheta_{SUP;set} - \Delta\vartheta_{fan;SUP}$
Temperatura aerului introdus (punct de reglare variabil cu compensare a temperaturii exterioare)	$\vartheta_{SUP;ahu;req}$	°C	18,834	(29b)	$\vartheta_{SUP;ahu;req} = \min[\vartheta_{SUP;set;max};; \max(\vartheta_{SUP;set;min}; \vartheta_{e} \cdot \vartheta_e + \Delta\vartheta_{off})] - \Delta\vartheta_{fan;SUP}$
Temperatura aerului introdus (punct de reglare variabil și compensare care depinde de sarcină)	$\vartheta_{SUP;ahu;req}$	°C	-	(29c)	$\vartheta_{SUP;ahu;req} = \vartheta_{SUP,dis,in;req} - \Delta\vartheta_{fan;SUP}$
<i>Creșterea de temperatură în ventilator</i>					
Creșterea temperaturii aerului în ventilator, pentru sisteme conform EN 13141	$\Delta\vartheta_{fan;SUP}$	K	-	(30a)/	$\Delta\vartheta_{fan;SUP}/ETA = 0$
	$\Delta\vartheta_{fan;ETA}$		-	(3.51)	$\Delta\vartheta_{fan;SUP}/ETA = 0$
Creșterea temperaturii aerului în ventilator, alte sisteme	$\Delta\vartheta_{fan;SUP}$	K	0,17	(30b)/ (3.52)	$\Delta\vartheta_{fan;SUP/ETA} = \frac{\Delta p_{fan;SUP/ETA} \cdot f_{fan;rd}}{\rho_a \cdot c_a \cdot \eta_{fan;SUP/ETA} \times 3,6 \times 10^6}$
	$\Delta\vartheta_{fan;ETA}$		0,16		$\Delta\vartheta_{fan;SUP/ETA} = \frac{\Delta p_{fan;SUP/ETA} \cdot f_{fan;rd}}{\rho_a \cdot c_a \cdot \eta_{fan;SUP/ETA} \times 3,6 \times 10^6}$
Temperatura aerului după ventilatorul de extragere (dacă ETA_FAN_LOC = UP_HR)	$\vartheta_{ETA;hr;in}$	°C	21,21	(31a)/ (3.53)	$\vartheta_{ETA;hr;in} = \vartheta_{ETA;dis;out} + \Delta\vartheta_{fan;ETA}$
Temperatura aerului după ventilatorul de extragere (dacă nu)	$\vartheta_{ETA;hr;in}$	°C	-	(31b)/ (3.54)	$\vartheta_{ETA;hr;in} = \vartheta_{ETA;dis;out}$
<i>Preîncălzire și prerăcire a aerului prin sol</i>					

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Temperatura aerului după preîncălzirea din sol, dacă SUP_FAN_LOC = UP_HR, dacă GND_PREH_CTRL = NONE sau SUP_TEMP_CTRL = NO_CTRL	$\vartheta_{ODA;preh}$	°C	33,366	(32a)	$\vartheta_{ODA;preh} = \vartheta_e + \Delta\vartheta_{gnd} + \Delta\vartheta_{ODA;du} + \Delta\vartheta_{fan;SUP}$
Temperatura aerului după preîncălzirea din sol, dacă SUP_FAN_LOC = UP_HR, dacă nu, și dacă $\vartheta_{SUP;ahu;req} > \vartheta_e$	$\vartheta_{ODA;preh}$	°C	-	(32b)	$\vartheta_{ODA;preh} = \min(\vartheta_{SUP;ahu;req}; \vartheta_e + \Delta\vartheta_{gnd} + \Delta\vartheta_{ODA;du} + \Delta\vartheta_{fan;SUP})$
Temperatura aerului după preîncălzirea din sol, dacă SUP_FAN_LOC = UP_HR, dacă nu	$\vartheta_{ODA;preh}$	°C	-	(32c)	$\vartheta_{ODA;preh} = \max(\vartheta_{SUP;ahu;req}; \vartheta_e + \Delta\vartheta_{gnd} + \Delta\vartheta_{ODA;du} + \Delta\vartheta_{fan;SUP})$
Temperatura aerului după preîncălzirea din sol (dacă nu, dacă GND_PREH_CTRL = NONE sau SUP_TEMP_CTRL = NO_CTRL)	$\vartheta_{ODA;preh}$	°C	-	(32d)	$\vartheta_{ODA;preh} = \vartheta_e + \Delta\vartheta_{gnd} + \Delta\vartheta_{ODA;du}$
Temperatura aerului după preîncălzirea din sol, dacă nu, dacă $\vartheta_{SUP;ahu;req} > \vartheta_e$	$\vartheta_{ODA;preh}$	°C	-	(32e)	$\vartheta_{ODA;preh} = \min(\vartheta_{SUP;ahu;req}; \vartheta_e + \Delta\vartheta_{gnd} + \Delta\vartheta_{ODA;du})$
Temperatura aerului după preîncălzirea din sol, dacă nu, dacă nu	$\vartheta_{ODA;preh}$	°C	-	(32f)	$\vartheta_{ODA;preh} = \max(\vartheta_{SUP;ahu;req}; \vartheta_e + \Delta\vartheta_{gnd} + \Delta\vartheta_{ODA;du})$
Continutul de umiditate al aerului după preîncălzirea din sol	$x_{ODA;preh}$	kg/kg aer uscat	0,01229	(33)	$x_{ODA;preh} = x_e + \Delta x_{gnd} + \Delta x_{ODA;du}$
<i>Recirculare</i>					
Temperatura aerului introdus cerută după recuperarea de căldură (dacă RCA_CTRL = FIX)	$\vartheta_{SUP;hr;req}$	°C	-	(34a)	$\vartheta_{SUP;hr;req} = \frac{\vartheta_{SUP;ahu;req} - (1 - f_{ODA;min}) \cdot \vartheta_{ETA;hr;in}}{f_{ODA;min}}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Temperatura aerului introdus cerută după recuperarea de căldură (altfeldacă SUP_AIR_TEMP_CTRL = NO_CTRL)	$\vartheta_{SUP;hr;req}$	°C	-	(34b)	$\vartheta_{SUP;hr;req} = [1 - (1 - \eta_{hr}) \cdot f_{ODA;min}] \cdot \vartheta_{ETA;hr;in} + f_{ODA;min} \cdot (1 - \eta_{hr}) \cdot \vartheta_{ODA;preh}$
Temperatura aerului introdus cerută după recuperarea de căldură (altfeldacă $\vartheta_{ODA;preh} < \vartheta_{ETA;hr;in}$ and $\vartheta_{ODA;preh} < \vartheta_{SUP;ahu;req}$)	$\vartheta_{SUP;hr;req}$	°C	-	(34c)	$\vartheta_{SUP;hr;req} = \min\{\vartheta_{SUP;ahu;req}; [1 - (1 - \eta_{hr}) \cdot f_{ODA;min}] \cdot \vartheta_{ETA;hr;in} + f_{ODA;min} \cdot (1 - \eta_{hr}) \cdot \vartheta_{ODA;preh}\}$
Temperatura aerului introdus cerută după recuperarea de căldură (altfeldacă $\vartheta_{ODA;preh} > \vartheta_{ETA;hr;in}$ and $\vartheta_{ODA;preh} > \vartheta_{SUP;ahu;req}$)	$\vartheta_{SUP;hr;req}$	°C	24,405	(34d)	$\vartheta_{SUP;hr;req} = \max\{\vartheta_{SUP;ahu;req}; [1 - (1 - \eta_{hr}) \cdot f_{ODA;min}] \cdot \vartheta_{ETA;hr;in} + f_{ODA;min} \cdot (1 - \eta_{hr}) \cdot \vartheta_{ODA;preh}\}$
Temperatura aerului introdus cerută după recuperarea de căldură (altfel)	$\vartheta_{SUP;hr;req}$	°C	-	(34e)	$\vartheta_{SUP;hr;req} = \vartheta_{ODA;preh}$
Fracția minimă de aer exterior (dacă RCA_CTRL = VARIABLE)	$f_{ODA;min}$	-	1	(35a)	$f_{ODA;min} = \min\left[f_{ODA;hr}; \max_i\left(\frac{q_{V;ODA;zv;req;i}}{q_{V;SUP;dis;zv;i}}\right)\right]$
Fracția minimă de aer exterior (altfeldacă RCA_CTRL = FIX)	$f_{ODA;min}$	-	-	(35b)	$f_{ODA;min} = \min\left[f_{ODA;hr}; \left(\frac{\sum q_{V;ODA;zv;req;des;i}}{q_{V;SUP;ahu;nom}}\right)\right]$
Fracția minimă de aer exterior (altfel)	$f_{ODA;min}$	-	-	(35c)	$f_{ODA;min} = f_{ODA;hr}$
Temperatura aerului introdus după recirculare (Dacă HEAT_REC_CTRL =	$\vartheta_{SUP;RCA}$	°C	-	(36a)	$\vartheta_{SUP;RCA} = (1 - f_{ODA;min}) \cdot \vartheta_{ETA;hr;in} + f_{ODA;min} \cdot \vartheta_{SUP;hr}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
NO_CTRL or SUP_AIR_TEMP_CTRL = NO_CTRL)					
Temperatura aerului introdus după recirculare (altfel)	$\vartheta_{SUP;RCA}$	°C	24,405	(36b)	$\vartheta_{SUP;RCA} = \vartheta_{SUP;hr;req}$
Conținutul de umiditate al aerului introdus după recirculare	$x_{SUP;RCA}$	kg/kg	0,01215	(37)	$x_{SUP;RCA} = (1 - f_{ODA}) \cdot x_{ETA;hr;in} + f_{ODA} \cdot x_{SUP;hr}$
Fracția de aer exterior pt intervalul de calcul considerat	f_{ODA}	-	-	(38a)	dacă $\vartheta_{SUP;hr} = \vartheta_{ETA;hr;in}$ $f_{ODA} = 1$
Fracția de aer exterior pt intervalul de calcul considerat	f_{ODA}	-	1	(38b)	altfel $f_{ODA} = \max \left[f_{ODA;min} ; \min \left(f_{ODA;hr} ; \frac{\vartheta_{SUP;RCA} - \vartheta_{ETA;hr;in}}{\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{ETA;hr;in}} \right) \right]$
<i>Recuperare de căldură</i>					
Temperatura aerului de introducere după recuperarea de căldură (fără reglarea recuperării de căldură)	$\vartheta_{SUP;hr}$	°C	-	(39a)	$\vartheta_{SUP;hr} = \vartheta_{ODA;preh} + \eta_{hr} (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{ODA;preh})$
Temperatura aerului de introducere după recuperarea de căldură (altfel dacă $\vartheta_{ODA;preh} < \vartheta_{ETA;hr;in}$ and $\vartheta_{ODA;preh} < \vartheta_{SUP;ahu;req}$)	$\vartheta_{SUP;hr}$	°C	-	(39b)	$\vartheta_{SUP;hr} = \min[\vartheta_{SUP;hr;lim} ; \vartheta_{ODA;preh} + \eta_{hr} (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{ODA;preh})]$
Temperatura aerului de introducere după recuperarea de căldură (altfel dacă $\vartheta_{ODA;preh} > \vartheta_{ETA;hr;in}$ and $\vartheta_{ODA;preh} > \vartheta_{SUP;ahu;fp}$)	$\vartheta_{SUP;hr}$	°C	24,405	(39c)	$\vartheta_{SUP;hr} = \max[\vartheta_{SUP;hr;req} ; \vartheta_{ODA;preh} + \eta_{hr} (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{ODA;preh})]$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Temperatura aerului de introducere după recuperarea de căldură (altfel)	$\vartheta_{SUP};hr$	°C	-	(39d)	$\vartheta_{SUP};hr = \vartheta_{ODA};fp$
Eficiența recuperării căldurii (ca temperatură)	η_{hr}	-	0,737	(40)	$\eta_{hr} = \eta_{hr};nom \cdot f_q \cdot f_v \cdot f_n$
Factorul de corecție al raportului de debit masic diferit de 1	f_q	-	0,984	(41)	$f_q = \left(\frac{q_{V;ETA;ahu} - q_{V;SUP;ahu}}{q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA;min}} + 1 \right)^{0.4}$
Factor de corecție a vitezei aerului	f_v	-	1,113	(42)	$f_v = C1 (v_{hr};eff - v_{hr};nom) + C2$
Viteza aerului	$v_{hr};eff$	m/s	1,85	(43)	$v_{hr;eff} = \frac{v_{hr;des} \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA;min}}{q_{V;SUP;hr;nom}}$
Conținutul de umiditate al aerului de introducere după recuperarea de căldură	$x_{SUP};hr$	kg/kg aer uscat	0,01215	(44)	$x_{SUP};hr = x_{ODA};preh + \eta_{xr} (x_{ETA};hr;in - x_{ODA};preh)$
Eficiența recuperării de umiditate a schimbătoarelor de căldură rotative	η_{xr}	-	-0,145	(45a)	$\eta_{xr} = \eta_{xr};nom \cdot f_{\Delta x};x \cdot f_q;x \cdot f_v;x \cdot f_n;x$
Eficiența recuperării de umiditate a schimbătoarelor de căldură, dacă HEAT_REC_TYPE = OTHER	η_{xr}	-	-	(45b)	$\eta_{xr} = \eta_{xr};nom \cdot f_{xr};other$
Eficiența recuperării de umiditate a schimbătoarelor de căldură, dacă nu	η_{xr}	-	-	(45c)	$\eta_{xr} = 0$
Protecție la îngheț					

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Efectul de protecție la îngheț la recuperatorul de căldură, dacă DEFR_CTRL = DIRECT	η_{hr}	-	-	(46)	dacă $\vartheta_e < \vartheta_{e,lim1}$: $\eta_{hr} = \varepsilon D; -15$
	η_{hr}		-		altfel dacă $\vartheta_e < \vartheta_{e,lim2}$: $\eta_{hr} = \varepsilon D; -7$
	η_{hr}		-		altfel $\eta_{hr} = \eta_{hr}$
	$\vartheta_{ODA;fp}$	°C	-	(47a)	$\vartheta_{ODA;fp} = \vartheta_{ODA;preh}$
	$\vartheta_{SUP;hr;lim}$	°C	-	(48a)	$\vartheta_{SUP;hr;lim} = \vartheta_{SUP;hr;req}$
Efectul de protecție la îngheț pentru aerul exterior, dacă DEFR_CTRL = INDIRECT, dacă DEFR_TYPE = PREH	$\vartheta_{ODA;fp}$	°C	33,366	(47b)	$\vartheta_{ODA;fp} = \vartheta_{SUP;hr;req} - \frac{\Delta \vartheta_{ETA;hr} \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA;min}}{q_{V;ETA;ahu} - q_{V;SUP;ahu} \cdot (1 - f_{ODA;min})}$
Efectul de protecție la îngheț pentru aerul exterior, dacă DEFR_CTRL = INDIRECT, dacă DEFR_TYPE = PREH	$\vartheta_{SUP;hr;lim}$	°C	24,405	(48b)	$\vartheta_{SUP;hr;lim} = \vartheta_{SUP;hr;req}$
Efectul de protecție la îngheț pentru aerul exterior, dacă DEFR_CTRL = INDIRECT, altfel	$\vartheta_{ODA;fp}$	°C	-	(47c)	$\vartheta_{ODA;fp} = \vartheta_{ODA;preh}$
Efectul de protecție la îngheț pentru aerul exterior, dacă DEFR_CTRL = INDIRECT, altfel	$\vartheta_{SUP;hr;lim}$	°C	-	(48c)	$\vartheta_{SUP;hr;lim} = \vartheta_{ODA;preh} + \frac{\Delta \vartheta_{ETA;hr} \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA;min}}{q_{V;ETA;ahu} - q_{V;SUP;ahu} \cdot (1 - f_{ODA;min})}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Diferența maximă de temperatură la recuperatorul de căldură	$\Delta\theta_{ETA;hr}$	K	26,21	(49)	$\Delta\theta_{ETA;hr} = \max(0; \theta_{ETA;hr;in} - \theta_{EHA;hr;lim})$
<i>Răcire adiabatică</i>					
Temperatura aerului recirculat introdus	$\theta_{SUP;RCA}$	°C	18,834	(50)	$\theta_{SUP;RCA} = \min(\theta_{SUP;ahu;req}; \theta_{SUP;hr})$
Temperatura aerului extras care intră în recuperatorul de căldură	$\theta_{ETA;hr;in}$	°C	21,005	(51)	$\theta_{ETA;hr;in} = \max \left[\frac{\theta_{SUP;dis;in;req} - \theta_{ODA;preh}}{\eta_{hr}} + \theta_{ODA;preh}; \theta_{ETA;dis;out} - \eta_{hu,ac} (\theta_{ETA;dis;out} - \theta_{wb;ETA;dis;out}) \right]$
Conținutul de umiditate al aerului extras care intră în recuperatorul de căldură	$x_{ETA;hr;in}$	kg/kg aer uscat	0,01326	(52)	$x_{ETA;hr;in} = x_{ETA;dis;out} + \frac{(x_{wb;ETA;dis;out} - x_{ETA;dis;out})(\theta_{ETA;dis;out} - \theta_{ETA;hr;in})}{\theta_{ETA;dis;out} - \theta_{wb;ETA;dis;out}}$
<i>Răcire și dezumidificare</i>					
Temperatura necesară a aerului de introducere, după bateria de răcire, în intervalul de calcul considerat Dacă SUP_AIR_TEMP_CTRL = NO_CTRL	$\theta_{SUP;C;req}$	°C	-	(53a)	$\theta_{SUP;C;req} = \theta_{SUP;RCA}$
Temperatura necesară a aerului de introducere, după bateria de răcire, în intervalul de calcul considerat, altfel	$\theta_{SUP;C;req}$	°C	16,098	(53b)	$\theta_{SUP;C;req} = \min(\theta_{SUP;DHU;req}; \theta_{SUP;ahu;req}; \theta_{SUP;RCA})$
Conținutul de umiditate al aerului de introducere, după bateria de răcire, în intervalul de calcul considerat	$x_{SUP;C;req}$	kg/kg aer uscat	0,011	(54)	$x_{SUP;C;req} = \min(x_{SUP;dis;in;req}; x_{SUP;RCA} - \Delta xC)$
Diferența de conținut de umiditate datorată unei dezumidificări necontrolate în bateria de răcire	ΔxC	kg/kg aer uscat	0,00115	(55)	$\Delta xC = \max[0; (x_{SUP;RCA} - xC;coil;req) \cdot (1-fC;bp)]$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Conținutul de umiditate necesar la suprafața bateriei de răcire	$x_{C;coil;req}$	kg/kg aer uscat	0,01087	(56)	$x_{C;coil;req} = e^{C_{C1} - \frac{C_{C2}}{\vartheta_{C;coil;req} + C_{C3}}}$
Temperatura pe suprafața bateriei, necesară pentru răcire	$\vartheta_{C;coil;req}$	°C	15,175	(57)	$\vartheta_{C;coil;req} = \frac{\vartheta_{SUP;C;req} - f_{C;bp} \cdot \vartheta_{SUP;RCA}}{1 - f_{C;bp}}$
Conținutul de umiditate la suprafața bateriei, necesar pentru dezumidificare	$x_{DHU;coil}$	kg/kg aer uscat	0,01087	(58)	$x_{DHU;coil} = \frac{x_{SUP;dis;in;max;req} - f_{C;bp} \cdot x_{SUP;RCA}}{1 - f_{C;bp}}$
Temperatura la suprafața bateriei, necesară pentru dezumidificare	$\vartheta_{DHU;coil}$	°C	15,175	(59)	$\vartheta_{DHU;coil} = \frac{C_{C2}}{C_{C1} - \ln(x_{DHU;coil})} - C_{C3}$
Temperatura aerului de introducere care rezultă în caz de dezumidificare	$\vartheta_{SUP;DHU;req}$	°C	16,098	(60)	Dacă $x_{SUP;zt;max;req} < x_{SUP;RCA}$: $\vartheta_{SUP;DHU;req} = f_{C;bp} \cdot \vartheta_{SUP;RCA} + (1 - f_{C;bp}) \cdot \vartheta_{DHU;coil;req}$ altfel: $\vartheta_{SUP;DHU;req} = \vartheta_{SUP;RCA}$
Temperatura aerului, necesară la intrare în bateria de răcire în intervalul de calcul considerat	$\vartheta_{C;ahu;in;req}$	°C	14,022	(61)	$\vartheta_{C;ahu;in;req} = \frac{\vartheta_{SUP;C;req} - \vartheta_{SUP;RCA} (1 - \eta_{coil;C})}{\eta_{coil;C}}$
Temperatura reală a aerului de introducere după bateria de răcire, în intervalul de calcul considerat	$\vartheta_{SUP;C}$	°C	28,858	(62)	$\vartheta_{SUP;C} = \vartheta_{SUP;RCA} - \frac{Q_{C;ahu;out}}{q_{V;SUP;ahu} \cdot \rho_a \cdot c_a} - \frac{r_w}{c_a} (x_{SUP;C} - x_{SUP;RCA})$
Conținutul de umiditate real al aerului de introducere după bateria de răcire, în intervalul de calcul considerat	$x_{SUP;C}$	kg/kg aer uscat	0,00946	(63)	$x_{C;coil} = \min \left\{ \left[f_{C;bp} \cdot x_{SUP;RCA} + (1 - f_{C;bp}) \cdot e^{C_{C1} - \frac{C_{C2}}{\vartheta_{C;coil} + C_{C3}}} \right]; x_{SUP;RCA} \right\}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Temperatura reală a bateriei de răcire	$\vartheta_{C;coil}$	°C	12,59	(64)	$\vartheta_{C;coil} = \frac{\eta_{coil;c} (\vartheta_{C;ahu;in} - \vartheta_{SUP;RCA})}{1 - f_{C;bp}} + \vartheta_{SUP;RCA}$
<i>Umhidificare</i>					
Conținutul de umiditate al aerului de introducere după umhidificator	$x_{SUP;HU}$	kg/kg aer uscat	0,00946	(65)	$x_{SUP;HU} = \max[x_{SUP;dis;in;min;req}; x_{SUP;C}]$
Variația de temperatură a aerului de introducere în umhidificator, dacă HUM_TYPE = STEAM	$\Delta\vartheta_{SUP;HU}$	K	-	(66a)	$\Delta\vartheta_{SUP;HU} = 0$
Variația de temperatură a aerului de introducere în umhidificator, altfel	$\Delta\vartheta_{SUP;HU}$	K	0	(66b)	$\Delta\vartheta_{SUP;HU} = \max\left[0; \frac{r_w}{c_a} (x_{SUP;HU} - x_{SUP;C})\right]$
<i>Încălzire</i>					
Temperatura necesară a aerului de introducere după bateria de încălzire	$\vartheta_{SUP;H;req}$	°C	-	(67a)	$\vartheta_{SUP;H;req} = \vartheta_{SUP;C;req}$
Temperatura necesară a aerului de introducere după bateria de încălzire	$\vartheta_{SUP;H;req}$	°C	18,834	(67b)	$\vartheta_{SUP;H;req} = \max(\vartheta_{SUP;ahu;req}; \vartheta_{SUP;C;req})$
Temperatura necesară a aerului la intrare în bateria de încălzire	$\vartheta_{H;ahu;in;req}$	°C	19,518	(68)	$\vartheta_{H;ahu;in;req} = \frac{\vartheta_{SUP;H;req} - \vartheta_{SUP;C} (1 - \eta_{coil;H})}{\eta_{coil;H}}$
Temperatura reală a aerului de introducere după bateria de încălzire	$\vartheta_{SUP;H}$	°C	32,742	(69)	$\vartheta_{SUP;H} = \vartheta_{SUP;C} + \frac{Q_{H;ahu;in}}{q_{V;SUP;ahu} \cdot \rho_a \cdot c_a} - \Delta\vartheta_{SUP;HU}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
<i>Ventilator</i>					
Temperatura aerului de introducere, după ventilatorul de introducere, furnizată în sistemul de distribuție	$\vartheta_{SUP;dis;in}$	°C	32,91	(70)	$\vartheta_{SUP;dis;in} = \vartheta_{SUP;H} + \Delta\vartheta_{fan;SUP}$
Conținutul de umiditate al aerului de introducere, furnizat în sistemul de distribuție	$x_{SUP;dis;in}$	kg/kg aer uscat	0,00946	(71)	$x_{SUP;dis;in} = x_{SUP;HU}$
<i>B.2. Calcule energetice Ventilator</i>					
Consumul de energie al ventilatorului pentru intervalul de calcul considerat, este consumul de energie pentru ventilare	$E_{V;gen;in;el}$	kWh	0,43384	(72)/ (3.55)	$E_{V;gen;in;el} = (P_{el;fan;SUP} + P_{el;fan;ETA}) \cdot t_{ci} = \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{\eta_{fan;SUP}} \cdot \Delta p_{fan;SUP} + \frac{q_{V;ETA;ahu}}{\eta_{fan;ETA}} \cdot \Delta p_{fan;ETA} \right) \cdot \frac{t_{ci}}{3.6 \cdot 10^6}$
Randamentul ventilatorului de introducere	$\eta_{fan;SUP}$	-	0,524	(73)/ (3.56)	$\eta_{fan;SUP/ETA} = \eta_{fan;SUP/ETA;nom} \cdot f_{\eta}(qV)$
Randamentul ventilatorului de extragere	$\eta_{fan;ETA}$	-	0,557	(73)/ (3.56)	$\eta_{fan;SUP/ETA} = \eta_{fan;SUP/ETA;nom} \cdot f_{\eta}(qV)$
Diferența de presiune a ventilatorului de introducere (o zonă, fără control)	$\Delta p_{fan;SUP}$	Pa	-	(74a)/ (3.57)	$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{fan;SUP;nom} \cdot f_{\Delta p}(qV)$
Diferența de presiune a ventilatorului de extragere (o zonă, fără control)	$\Delta p_{fan;ETA}$	Pa	-	(75a)/ (3.58)	$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{fan;ETA;nom} \cdot f_{\Delta p}(qV)$
Diferența de presiune a ventilatorului de introducere (o zonă, direct)	$\Delta p_{fan;SUP}$	Pa	168,25	(74b)/ (3.59)	$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{SUP,des} \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{q_{V;SUP;ahu;nom}} \right)^2$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Diferența de presiune a ventilatorului de extragere (o zonă, direct)	$\Delta p_{fan;ETA}$	Pa	155,56	(75b)/ (3.60)	$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{ETA;des} \left(\frac{q_{V;ETA;ahu}}{q_{V;ETA;ahu;nom}} \right)^2$
Diferența de presiune a ventilatorului de introducere (multi zonă, fără reglare)	$\Delta p_{fan;SUP}$	Pa	-	(74c)/ (3.61)	$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{fan;SUP;nom} \cdot f_{\Delta p}(qV)$
Diferența de presiune a ventilatorului de extragere (multi zonă, fără reglare)	$\Delta p_{fan;ETA}$	Pa	-	(75c)/ (3.62)	$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{fan;ETA;nom} \cdot f_{\Delta p}(qV)$
Diferența de presiune a ventilatorului de introducere (multi zonă, pres. const)	$\Delta p_{fan;SUP}$	Pa	-	(74d)/ (3.63)	$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{SUP;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;SUP;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{q_{V;SUP;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;SUP;ctrl} \right]$
Diferența de presiune a ventilatorului de extragere (multi zonă, pres. const)	$\Delta p_{fan;ETA}$	Pa	-	(75d)/ (3.64)	$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{ETA;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;ETA;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;ETA;ahu}}{q_{V;ETA;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;ETA;ctrl} \right]$
Diferența de presiune a ventilatorului de introducere (multi zonă, pres. min)	$\Delta p_{fan;SUP}$	Pa	-	(74e)/ (3.65)	$\Delta p_{fan;SUP} = \Delta p_{SUP;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;SUP;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{q_{V;SUP;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;SUP;ctrl} \cdot f_{V,max}^2 \right]$
Diferența de presiune a ventilatorului de extragere (multi zonă, pres. min)	$\Delta p_{fan;ETA}$	Pa	-	(75e)/ (3.66)	$\Delta p_{fan;ETA} = \Delta p_{ETA;des} \left[\left(1 - f_{\Delta p;ETA;ctrl} \right) \left(\frac{q_{V;ETA;ahu}}{q_{V;ETA;ahu;nom}} \right)^2 + f_{\Delta p;ETA;ctrl} \cdot f_{V,max}^2 \right]$
<i>Preîncălzire și prerăcire prin sol</i>					
Energia transferată la preîncălzire prin sol, dacă este cazul	Q_{gnd}	kWh	0,14171	(76)/ (3.67)	$Q_{gnd} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot (9_{ODA,preh} - 9_e) \cdot t_{ci}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
<i>Recuperator de căldură</i>					
Energia transferată prin recuperarea de căldură	Q _{hr}	kWh	- 7,66803	(77)/ (3.41)	$Q_{hr} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot \left[(g_{SUP;hr} - g_{ODA;preh}) + \frac{r_w}{c_{p,a}} (x_{SUP;hr} - x_{ODA;preh}) \right] \cdot t_{ci}$
Energia necesară furnizată de bateria de încălzire, fără recuperare de căldură	QH;ahu;in;tot; req	kWh	0	(78)	$QH;ahu;in;tot;req = \max[0; \rho_a \cdot c_a \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot (g_{SUP;H;req} + \Delta g_{SUP;HU} - g_e) \cdot t_{ci}]$
<i>Recirculare</i>					
Energia transferată prin recirculare, dacă este cazul, în intervalul de calcul considerat	QRCA	kWh	0	(79)/ (3.42)	$QRCA = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{V;ETA;ahu} \cdot \left[(g_{ETA;hr;in} - g_e) \cdot t_{ci} \right]$
<i>Răcire și dezumidificare</i>					
Energia care trebuie extrasă de bateria de răcire	QC;ahu;out;req	kWh	9,50584	(80)/ (3.43)	$Q_{C;ahu;out;req} = q_{V;SUP;ahu} \cdot \left[\rho_a \cdot c_a (g_{SUP;RCA} - g_{SUP;C;req}) + \rho_a \cdot r_w (x_{SUP;RCA} - x_{SUP;C;req}) \right] \cdot t_{ci}$
Energia care trebuie extrasă pentru dezumidificare	QDHU;ahu;out;req	kWh	- 5,35994	(81)/ (3.44)	$Q_{DHU;ahu;out;req} = q_{V;SUP;ahu} \cdot \left\{ \rho_a \cdot c_a \left[\min(g_{SUP;RCA}; g_{SUP;ahu;req}) - g_{SUP;C;req} \right] + \rho_a \cdot r_w (x_{SUP;RCA} - \Delta x_C - x_{SUP;C;req}) \right\} \cdot t_{ci}$
<i>Umidificare</i>					
Energia furnizată pentru umidificare (abur)	EHU;cr	kWh	-	(82a)/ (3.45)	$E_{HU;cr} = q_{V;SUP;ahu} \cdot \rho_a \cdot r_w \cdot (x_{SUP;HU} - x_{SUP;C}) \cdot t_{ci}$
Energia furnizată pentru umidificare (alt agent)	EHU;cr	kWh	0	(82b)/ (3.46)	$EHU;cr = 0$
Consumul de apă pentru umidificare	mw;HU	kg	0	(83)	$m_{w;HU} = q_{V;SUP;ahu} \cdot \rho_a \cdot (x_{SUP;HU} - x_{SUP;C}) \cdot t_{ci}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Încălzire					
Energia necesară, furnizată de bateria de încălzire	QH;ahu;in;req	kWh	2,34135	(84)/ (3.40)	$QH;ahu;in;req = \rho a \cdot qv;SUP;ahu \cdot (\vartheta_{SUP};H;req + \Delta\vartheta_{SUP};HU - \vartheta_{SUP};C) \cdot t_{ci}$
Pierderi termice la generare					
Pierderile termice în centralele de tratare a aerului (cond)	Qls;V;gen	kWh	-	(85a)/ (3.47)	$Qls;V;gen = [(A \cdot U)ahu;SUP (\vartheta_{SUP};hr - \vartheta_{IDA};zt) + (A \cdot U)ahu;ETA (\vartheta_{ETA};hr;in - \vartheta_{IDA};zt) + qV;lea;ahu;SUP (\rho)c a (\vartheta_{SUP};hr - \vartheta_{IDA};zt)] \cdot t_{ci}$
Pierderile termice în centralele de tratare a aerului (altfel)	Qls;V;gen	kWh	- 0,51038	(85b)/ (3.48)	$Qls;V;gen = [(A \cdot U)ahu;SUP (\vartheta_{SUP};hr - \vartheta_{sur};nc) + (A \cdot U)ahu;ETA (\vartheta_{ETA};hr;in - \vartheta_{sur};nc) + qV;lea;ahu;SUP (\rho)c a (\vartheta_{SUP};hr - \vartheta_{sur};nc) + qV;lea;ahu;ETA (\rho)c a (\vartheta_{ETA};hr;in - \vartheta_{sur};nc)] \cdot t_{ci}$
Pierderi termice recuperabile la generare					
Pierderile termice recuperabile din CTA(cond)	QV;ls;gen;rbl	kWh	-	(86a)/ (3.49)	$QV;ls;gen;rbl = QV;ls;gen$
Pierderile termice recuperabile din CTA(altfel)	QV;ls;gen;rbl	kWh	0	(86b)/ (3.50)	$QV;ls;gen;rbl = 0$
ENERGIA AUXILIARELOR					
Ventilare					
Energia auxiliară cerută de sistemul de ventilare	WV;aux	kWh	0,29171	(87)/ (3.68)	$WV;aux = WV;aux;hr + WV;preh + WV;aux;ctrl$
Recuperare de căldură					
Energia auxiliară cerută de sistemul de recuperare de căldură (ROT_NH or ROT_HYG or ROT_SORP)	WV;aux;hr	kWh	0,05	(88a)/ (3.69)	$W_{V;aux;hr} = P_{hr;max} \cdot t_{ci} \frac{n_{rot}}{n_{rot;max}}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Energia auxiliară cerută de sistemul de recuperare de căldură (PUMP_CIRC)	WV;aux;hr	kWh	-	(88b)/ (3.70)	$W_{V;aux;hr} = q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot P_{el;hr;pu;max} \cdot t_{ci} \cdot \left[\max \left(f_{pl;hr;min}; \frac{Q_{hr}}{t_{ci} \cdot \Phi_{hr;max}} \right) \right]^{2.5}$
Energia auxiliară cerută de sistemul de recuperare de căldură (altfel)	WV;aux;hr	kWh	-	(88c)/ (3.71)	WV;aux;hr = 0
Fracția din consumul de energie al ventilatorului, pentru pierderea de sarcină în dispozitivul de recuperare de căldură	EV;gen;in;el;hr	kWh	0,18077	(89)/ (3.72)	$E_{V;gen;in;el;hr} = \frac{E_{V;gen;in;el} \cdot \Delta p_{SUP+ETA;des;hr}}{\Delta p_{SUP;des} + \Delta p_{ETA;des}}$
Protecție la îngheț					
Energia furnizată pentru protecția la îngheț (Preh)	WV;preh	kWh	0,142	(90a)/ (3.73)	WV;preh = [$\rho_a \cdot c_a \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot (\theta_{ODA,fp} - \theta_e)$] · tci
Energia furnizată pentru protecția la îngheț (altfel)	WV;preh	kWh	-	(90b)/ (3.74)	WV;preh = 0
Reglare					
Consumul de energie auxiliară al componentelor de reglare	WV;aux;ctrl	kWh	0,1	(91)/ (3.75)	WV;aux;ctrl = $\sum P_{el;V;ctrl} \cdot f_{op;ctrl} \cdot t_{ci}$
Umidificare					
Consumul de energie al pompei de umidificare (abur)	WHU	kWh	-	(92a)/ (3.76)	WHU = 0
Consumul de energie al pompei de umidificare (alt agent)	WHU	kWh	0	(92b)/ (3.77)	WHU = $q_{V;SUP;HU;des} \cdot p_{el;HU;des} \cdot f_{pl;HU} \cdot t_{ci}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-5-1/(am*)	Formula
Factorul de sarcină parțială al pompei de umidificare (fără reglare)	f _{pl;HU}	-	-	(93a)	f _{pl;HU} = 1
Factorul de sarcină parțială al pompei de umidificare (on-off)	f _{pl;HU}	-	0	(93b)	$f_{pl;HU} = \frac{q_{V;SUP;ahu} \cdot \rho_a \cdot (x_{SUP;HU} - x_{SUP;C})}{q_{m;w;HU;des}}$
Factorul de sarcină parțială al pompei de umidificare (speed)	f _{pl;HU}	-	-	(93c)	$f_{pl;HU} = \left[\frac{q_{V;SUP;ahu} \cdot \rho_a \cdot (x_{SUP;HU} - x_{SUP;C})}{q_{m;w;HU;des}} \right]^{2.5}$

Notă pentru semnificația (*am) - numerotarea relațiilor din paranteză corespunde formulelor din actuala metodologie

După realizarea calculelor, conform etapelor indicate, vor rezulta următoarele date de ieșire :

Tabel 3.6

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Destinație (ca modul)
Date privind fluxurile energetice				
Putere de intrare la generatorul de ventilare	EV;gen;in;el	kWh	0,434	M1-9, M5-4
Putere de intrare la generatorul de umidificare	EHU;cr	kWh	0,00	M1-9, M5-4
Agent energetic de generare a umidificării (alegere)	GEN_CRHU;gen	-	-	M1-9, M5-4
Energie auxiliara pentru ventilare	WV;aux	kWh	0,292	M1-9, M5-4
Energie auxiliara pentru umidificare	WHU;aux	kWh	0	M1-9, M5-4
Pierderi termice recuperabile ale conductelor	QV;ls;dis;rbl;zt;i	kWh	-0,452	M2-2

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Destinație (ca modul)
Pierderi termice recuperabile ale CTA	QV;ls;gen;rb1	kWh	0,000	M2-2
Căldura ce trebuie furnizată CTA pt încălzire	QH;ahu;in;req	kWh	2,341	M3-1
Căldura ce trebuie extrasă în CTA pt răcirea aerului	QC;ahu;out;req	kWh	9,506	M4-1
Căldura transferată prin recuperatorul de căldură	Qhr	kWh	-7,668	M5-4
Căldura cerută aerului de introducere, fără recuperare de căldură	QH;ahu;in;tot;req	kWh	0,000	M5-4
Energia electrică absorbită pt a acoperi pierderea de sarcină legată de recuperarea de căldură	EV;gen;in;el;hr	kWh	0,181	M5-4
	□			
Date privind condițiile de funcționare				
Temperatura apei cerută la intrare în bateria de încălzire	9H;ahu;in;req	°C	19,52	M3-1
Temperatura apei cerută la intrare în bateria de răcire	9C;ahu;in;req	°C	14,02	M4-1
Temperatura necesara a aerului introdus	9SUP;C;req	°C	16,10	M4-1
Debit volumic de aer introdus furnizat într-o zonă ventilată	qV;SUP;dis;zv;i	m3/h	2.400	M5-5
Debit de aer extras dintr-o zonă ventilată	qV;ETA;dis;zv;i	m3/h	-2.400	M5-5
Debit volumic de scurgeri din conducta ce intră în zona ventilată i	qV;lea;SUP;dis;zv;i	m3/s	48	M5-5
Debit volumic extras din zona ventilată i, prin neetanșeități ale conductei	qV;lea;ETA;dis;zv;i	m3/s	48	M5-5
Fracția de aer exterior în aerul introdus	fODA	-	1,000	M5-5
Temperatura aerului introdus	9SUP;dis;out	°C	33,06	M5-5
Conținut de umiditate al aerului introdus	xSUP;dis;out	kg/kg aer uscat	0,0095	M6-2, M7-2

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Destinație (ca modul)
Date privind consumurile de energie				
Energia transferată la preîncălzire/răcire prin sol	Qgnd	kWh	0,142	
Energia transferată prin recirculare	QRCA	kWh	0,000	
Pierderile de energie prin conducte	Qls;V;dis	kWh	-0,003	
Pierderile de energie ale CTA	Qls;V;gen	kWh	-0,510	
Energia cerută a fi extrasă pentru dezumidificare	QDHU;ahu;out;req	kWh	-5,360	
Cantitate de apă pentru umidificare	mw;HU	kg	0,000	

Obs : Acest exemplu este aplicabil și în cazul sistemelor de climatizare "numai aer" (conform Fig. 3.13), CTA fiind echipată cu diverse echipamente. (am*) In paranteză este făcută referință la numerotarea formulelor din această metodologie)

3.2.4. Consumuri energetice pentru stocarea căldurii/frigului

3.2.4.1. Generalități, metode de calcul

Metodele de calcul prezentate se referă la performanța energetică a sistemelor de stocare a energiei de răcire și cuprind:

- metodă detaliată de calcul orar, care poate fi adaptată pentru orice alt pas de timp, în funcție de scenariile utilizate pentru determinarea consumului de energie și energia de răcire furnizată,
- metodă simplificată de calcul lunar sau anual.

Metodele se referă la calculul consumului de energie pentru următoarele soluții de stocare a energiei:

- stocarea fără schimbare de fază (mediu de stocare, de obicei apa)
- stocarea folosind puterea latentă a apei/gheții : gheața se formează la exteriorul conductelor prin care circulă fluidul frigorific
- stocarea folosind puterea latentă a unui alt material (decât apa) cu schimbare de fază.

Sistemul de stocare pentru răcire este format din : a) circuitul primar dintre generatorul de frig și unitatea de stocare, b) unitatea de stocare și c) sistemul de distribuție (conducte și pompa de circulație). O schemă simplificată este dată în figura următoare 3.15:

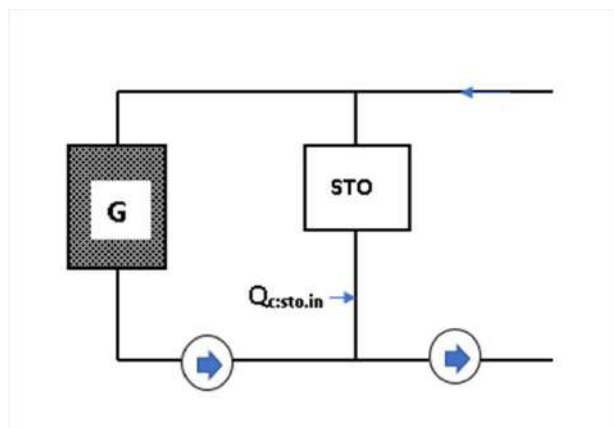


Figura 3.15

Schemă a sistemului de stocare a energiei de răcire
 G – generator de frig
 STO – rezervor de stocare
 QC;sto,in – conducta prin care circulă apa rece stocată

3.2.4.2. Date de intrare

- Datele de intrare ale echipamentelor trebuie furnizate de fabricanți; în absența lor, se pot utiliza valorile indicate în tabelul 3.7, conform SR CEN/TR 16798 -16 sau valori determinate la nivel național.

Tabel 3.7. Valori pentru diferite tipuri de sisteme de stocare

Caracteristici	Simbol	Unitate de măsură	Stocare apă sau Stocare gheață	Cu materiale PCM
Volumul de lichid utilizat pentru transferul de căldură	$V_{C;sto;tot}$	l	în funcție de concepția sistemului	
Coeficientul de pierderi termice	$H_{C;sto;tot;ls}$	W/K	0,01 W.K ⁻¹ .L ⁻¹	

Caracteristici	Simbol	Unitate de măsură	Stocare apă sau Stocare gheață	Cu materiale PCM
Temperatura de tranziție lichid-solid	$\vartheta_{sto,tr}$	°C	0	0
Densitatea în faza lichidă	$\rho_{sto;lqd}$	kg/m ³	1 000	560
Capacitatea termică latentă	Q_{lat}	kWh/kg	93	27,1
Capacitatea termică sensibilă în fază solidă	$C_{p,sens,sld}$	kWh/K.kg	0,54	0,392
Capacitatea termică sensibilă în fază lichidă	$C_{p,sens,lqd}$	kWh/K.kg	1,16	0,616
Conductanța pentru procesul de cristalizare	$K_{v,cr} \quad \lambda$ (apă)	kW/K.m ³	0,55	1,15
Conductanța pentru topitură	$K_{v,fu} \quad \lambda$ (apă)	kW/K.m ³	2,1	1,85
Densitatea în fază solidă	ρ_{sld}	kg/m ³	900	560
Grosimea maximă (gheață)	$d_{sto,C,max}$	m	0,035	-

- Date privind sistemele de stocare a frigului: stocare apă rece, stocare gheață sau stocare folosind un material cu schimbare de fază (PCM).
- Date privind concepția procesului și locul de amplasare a sistemului de stocare: într-un spațiu răcit, într-un spațiu nerăcit sau la exterior.
- Date privind sistemul de reglare a stocării frigului: stocare continuă, stocare programată în timp, stocare dependentă de temperatura exterioară, stocare bazată pe previziunea necesarului de frig.

3.2.4.3. Metoda de calcul orar; procedură de calcul, mărimi de ieșire

- Calculul condițiilor de funcționare
- Cantitatea de căldură necesară pentru a fi extrasă din sistemul de distribuție a frigului se determină din proiect. Sistemul de reglare determină modul de funcționare pentru stocarea energiei, furnizarea energiei de răcire sau o combinație între acestea.

Temperatura necesară a fluidului la intrarea în sistemul de stocare este:

$$\text{Dacă } Q_{C;sto;in} < 0 \text{ atunci } \vartheta_{C;sto;in;req} = \vartheta_{C;sto} - \Delta\vartheta_{C;sto;gen;flw}$$

$$\text{Dacă nu : } \vartheta_{C;sto;in;req} = \vartheta_{C;dis;in;req} \quad (3.94)$$

unde:

$\vartheta_{C;sto}$ [°C] temperatura de stocare

$\Delta\vartheta_{C;sto;gen;flw}$ [K] Diferența de temperatură între circuitul primar și temperatura de tranziție (de fază)

$\vartheta_{C;dis;in;req}$ [°C] Temperatura necesară pentru răcire

Calculul energetic – etape de calcul

- Etapa 0 – Inițializarea

În condiții initiale, toate temperaturile în interiorul unității (unităților) de stocare termică sunt egale cu temperatura setată.

• Etapa 1 – Determinarea energiei stocate

Energia stocată este suma dintre energia sensibilă stocată (în fază lichidă și solidă) și energia latentă, pentru tipul de *mediu de stocare* considerat (apă sau PCM).

Energia sensibilă stocată (fază lichidă) este:

$$Q_{C;sto;sens;lqd} = (m_{C;sto;lqd} \times C_{p;sens;lqd} + \rho_{sto,med} \times V_{sto,med} \times C_{p;sto,med}) \times (\vartheta_{C;sto;exh} - \vartheta_{C;sto}) \quad [\text{kWh}] \quad (3.95)$$

unde

$m_{C;sto;lqd}$	[kg]	Masa mediului de stocare în fază lichidă
$C_{p;sens;lqd}$	[kWh.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Masa calorică specifică ;
$\rho_{sto,med}$	[kg.m ⁻³]	Densitatea mediului de stocare ;
$V_{sto,med}$	[m ³]	Volumul mediului ;
$C_{p;sto,med}$	[kWh.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Masa calorică specifică a mediului de stocare ;
$\vartheta_{C;sto;exh}$	[°C]	Temperatura medie la iesirea din sistemul de stocare

Energia latentă stocată este:

$$Q_{C;sto;lat} = c_{p,lat} \times m_{C;sto;sld} \quad [\text{kWh}] \quad (3.96)$$

Unde:

$m_{C;sto;sld}$	[kg]	Masa mediului de stocare în fază solidă;
$C_{p,lat}$	[kWh.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Puterea calorică latentă

Energia sensibilă stocată (în fază solidă):

$$Q_{C;sto;sens;sld} = m_{C;sto;sld} \times c_{p;sens;sld} \times \frac{(\vartheta_{sto,tr} + \vartheta_{C;sto;gen,out})}{2} \quad [\text{kWh}] \quad (3.97)$$

unde:

$C_{p;sens;sld}$	[kWh.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Căldura sensibilă în fază solidă;
$\vartheta_{sto,tr}$	[°C]	Temperatura de tranziție ;
$\vartheta_{C;gen,out}$	[°C]	Temperatura de ieșire din unitatea de răcire.

Energia stocată totală este:

$$Q_{C;sto,out} = \min[(Q_{C;sto;sens;lqd} + Q_{C;sto;lat} + Q_{C;sto;sens;sld}) \cdot f_{C;sto;ctrl} \cdot Q_{C;dis,out,tot,req}] \quad [\text{kWh}] \quad (3.98)$$

Notă: Valoarea maximă $Q_{C;sto,max}$ se atinge atunci când întreaga masă disponibilă a fost transformată în fază solidă și când temperatura la interiorul fazei solide nu poate fi micșorată.

Factorul de comandă pentru operațiunea de stocare se stabilește în funcție de opțiunile de reglare, prezentat sintetic în figura 3.16.

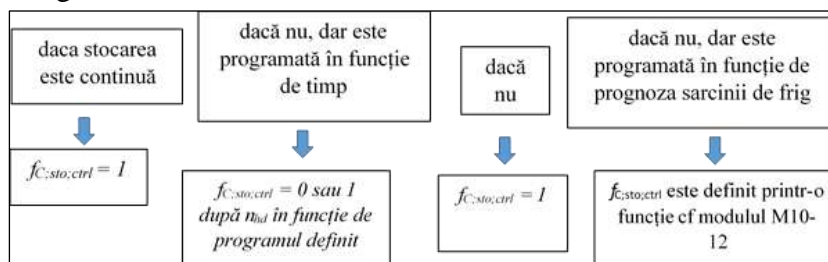


Figura 3.16. Factorul de comandă pentru operațiunea de stocare

• Etapa 2 – Bilanțul energetic după furnizarea energiei de răcire

Energia este furnizată în funcție de comanda sistemului de reglare. Energia furnizată sistemului de distribuție este limitată la energia stocată, și la energia de intrare în sistemul de generare a frigului.

Pierderile termice în porțiunea generare a sistemului de distribuție sunt :

$$Q_{C,sto,out;ls} = H_{C,sto,out;ls} \times (\vartheta_{sto,amb} - \vartheta_{C,gen,out}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.99)$$

unde:

$H_{C,sto,out;ls}$	[W.K ⁻¹]	Coeficientul de pierderi termice ale circuitului de generare a frigului ;
$\vartheta_{sto,amb}$	[°C]	Temperatura ambiantă ;
$\vartheta_{C,gen,out}$	[°C]	Temperatura de intrare în sistemul de stocare, de la sistemul de generare frig ;
t_{ci}	[h]	Durata intervalului de calcul.

Pierderile termice ale sistemului de distribuție, spre sistemul de emisie a frigului sunt :

$$Q_{C,sto,in;ls} = H_{C,sto,in;ls} \times (\vartheta_{sto,amb} - \vartheta_{C,sto,in}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.100)$$

Unde:

$H_{C,sto,in;ls}$	[W.K ⁻¹]	Coeficientul de pierderi termice în circuitul de distribuție ;
$\vartheta_{C,sto,in}$	[°C]	Temperatura din sistemul de stocare către sistemul de emisie a frigului

Pierderile termice ale unității de stocare:

$$Q_{C,sto;ls} = H_{C,sto,tot;ls} \times (\vartheta_{sto,amb} - \vartheta_{C,sto}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.101)$$

Unde:

$H_{C,sto,tot;ls}$	[W.K ⁻¹]	Coeficientul de pierderi termice al unității de stocare.
--------------------	----------------------	--

- Etapa 3 – Evoluția în faza lichidă și solidă după furnizarea energiei de răcire (stocarea gheții și a PCM) și energia absorbită pentru unitatea de generare a frigului

Principiu : Transferul de masă solidă (solid-lichid) este folosit pentru a echilibra energia utilizată și energia absorbită.

Energia considerată este suma diferitelor fluxuri energetice:

$$\Delta Q_{C,sto} = Q_{C,sto,in} + Q_{C,sto;ls} + Q_{C,sto,out;ls} - Q_{C,sto,gen,out} \quad [\text{kWh}] \quad (3.102)$$

O variație pozitivă semnifică o diminuare a masei fazei solide.

Cazul 1 – Stocare gheață

Ipoteza 1 : grosimea stratului de gheață este constantă pe toată lungimea conductei

Ipoteza 2 : distribuția de temperatură în faza solidă este liniară.

Grosimea inițială a stratului de gheață se determină cu relația următoare:

$$d_{C,sto;0} = 2 \sqrt{\left(\frac{D_{C,sto}^2}{4} + \frac{m_{C,sto,sld;0}}{\rho_{sld} \cdot \Pi \cdot L_{C,sto}} \right) - \frac{D_{C,sto}}{2}} \quad [\text{m}] \quad (3.103)$$

unde:

$d_{C,sto;0}$	[m]	Grosimea de gheață la începutul intervalului de calcul;
$D_{C,sto}$	[m]	Diametrul exterior al conductei utilizată în schimbul de căldură;
$L_{C,sto}$	[m]	Lungimea conductei;

$m_{C,sto,sld;0}$	[m]	Masa de gheață la începutul intervalului de calcul;
ρ_{sld}	[kg/m ³]	Densitatea gheții (fază solidă).

Diferența de masă a gheții pentru intervalul de calcul curent este :

$$\Delta m_{C,sto;sld} = \frac{-\Delta Q_{C,sto}}{\left(C_{p,lat} + C_{p,sld} \times \left(\frac{\vartheta_{sto,tr} - \vartheta_{C,sto;gen,out,flow}}{2} \right) \right)} \text{ [kg]} \quad (3.104)$$

unde:

$\Delta Q_{C,sto}$	[kWh]	Variația de energie în interiorul rezervorului de stocare;
$C_{p,lat}$	[kWh.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Căldura latentă a gheții/apelor ;
$C_{p,sld}$	[kWh.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Căldura sensibilă în faza solidă (gheață) ;
$\vartheta_{sto,tr}$	[°C]	Temperatura de tranziție a gheții (0°C) ;
$\vartheta_{sto,gen,out}$	[°C]	Diferența de temperatură de intrare de la generatorul de frig.

La final, grosimea $d_{C,sto}$ se determină cu relația :

$$d_{C,sto} = \min \left\{ d_{C,sto,max}; \max \left[0; 2 \sqrt{\left(\frac{D_{C,sto}^2}{4} + \frac{m_{C,sto;sld} + \Delta m_{C,sto;sld}}{\rho_{sld} \cdot \Pi \cdot L_{C,sto}} - \frac{D_{C,sto}}{2} \right)} \right] \right\} \text{ [m]} \quad (3.105)$$

unde

$D_{C,sto}$	Diametrul exterior al conductei, în m;
$m_{C,sto;sld}$	Masa solidă la începutul perioadei de calcul, în kg;
$\Delta m_{C,sto;sld}$	Variația de masă a gheții, în kg ;
$d_{C,sto,max}$	Diametrul maxim al stratului de gheață format, în m.

Masa solidă de gheață corespunzătoare, este:

$$m_{C,sto;sld} = \text{Max}(0; m_{C,sto;sld,0} + \Delta m_{C,sto;sld}) \text{ [kg]} \quad (3.106)$$

Cazul 2 – Stocare cu materiale PCM

Transferul de masă se realizează la interiorul celulei ce conține PCM.

Ipoteza 1 : toate celulele de PCM sunt în stare identică (nu există stratificare termică)

Ipoteza 2 : nu se consideră niciun efect histerezis datorat gradientului de temperatură pe durata schimbului de energie.

Transferul de masă între faza lichidă și cea solidă se calculează astfel:

$\Delta Q_{C,sto} > 0$ (creșterea de masă solidă) :

$$\text{dacă } \Delta m_{C,sto;sld} < m_{C,sto;lqd;0} \text{ atunci } \Delta m_{C,sto;sld} = \frac{\Delta Q_{C,sto}}{(c_{p,lat} + c_{p,sld} \times \vartheta_{sto,tr})} \text{ [kg]} \quad (3.107)$$

$$\text{dacă } \Delta m_{C,sto;sld} > m_{C,sto;lqd;0} \text{ atunci } \Delta m_{C,sto;sld} = m_{C,sto;lqd;0} \text{ et } m_{C,sto;lqd} = 0 \text{ [kg]} \quad (3.108)$$

unde

$\Delta m_{C,sto;sld}$	[kg]	Variația de masă în faza solidă ;
$C_{p,lat}$	[kWh.kg ⁻¹]	Căldura latentă a PCM ;
$C_{p,sld}$	[kWh.kg ⁻¹ .K]	Căldura sensibilă a PCM în faza solidă ;
$\vartheta_{sto,tr}$	[°C]	Temperatura de tranziție a PCM.

Temperatura medie în faza solidă se determină astfel :

$$\vartheta_{C;sto;sld} = \vartheta_{sto;tr} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\text{dacă } \Delta m_{C;sto;sld} > m_{C;sto;sld} \text{ atunci } \Delta m_{C;sto;sld} = m_{C;sto;sld;0} \quad m_{C;sto;sld} = 0 \quad (3.109)$$

$$\vartheta_{C;sto;sld} = \text{Max}\left(\vartheta_{C;sto;sld;0} + \frac{\Delta Q_{C;sto} - c_{p;sens;sld} \times \Delta m_{C;sto;sld;0} \times (\vartheta_{sto;tr} - \vartheta_{C;sto;sld})}{c_{p;sens;sld} \times (m_{C;sto;sld} + \Delta m_{C;sto;sld})}; \vartheta_{C;gen,out;flw}\right) \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (3.110)$$

Partea de energie provenită de la generarea frigului, utilizată pentru stocare în formă sensibilă este:

$$\Delta Q_{C;sto;sens;sld} = \Delta Q_{C;sto} - m_{C;sto;sld} \times c_{p;sens;sld} \times (\vartheta_{C;sto;gen,out;flw} - \vartheta_{sto;tr}) \text{ [kWh]} \quad (3.111)$$

Această valoare trebuie să fie pozitivă sau egală cu 0; dacă rezultatul formulei (18) este negativ, partea de energie de intrare este limitată la:

$$\Delta Q_{C;sto} = m_{C;sto;sld} \times c_{p;sld;sens} \times \Delta \vartheta_{C;sto;gen,out;flw} \text{ [kWh]} \quad (3.112)$$

$\Delta Q_{C;sto} < 0$ (diminuarea masei solide) :

$$\text{dacă } \Delta m_{C;sto;sld} < m_{C;sto;sld;0} \text{ atunci } \Delta m_{C;sto;sld} = \frac{\Delta Q_{C;sto}}{(c_{p;sens;lat} + c_{p;sens;sld} \times \vartheta_{sto;tr})} \text{ [kg]} \quad (3.113)$$

Variația masei este limitată la cantitatea de material PCM stocat la începutul intervalului de calcul. Temperatura medie în faza lichidă se obține cu relația:

$$\text{dacă } m_{C;sto;sld} > 0; \vartheta_{C;sto;lqd} = \vartheta_{tr}$$

$$\vartheta_{C;sto;lqd} = \vartheta_{C;sto;lqd;0} + \frac{\Delta Q_{C;sto} - c_{p;sld} \times \Delta m_{C;sto;sld} \times (\vartheta_{sto;tr} - \vartheta_{C;sto;lqd})}{c_{p;lqd} \times (m_{C;sto;lqd;0} + \Delta m_{C;sto;sld})} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (3.114)$$

unde

$$c_{p;sens;lqd} \text{ [kWh.kg}^{-1}\text{.K}^{-1}] \text{ Caldura sensibilă a PCM în faza lichidă ;}$$

$$\vartheta_{C;sto;lqd} \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ Temperatura PCM în fază lichidă.}$$

Energia consumată de echipamentele auxiliare se calculează în funcție de timpul de funcționare a pompelor pentru energia extrasă din sistemul de distribuție (dacă nu a fost considerată la sistem), precum și al pompei pentru energia extrasă din sistemul de stocare, de sistemul de generare și furnizat stocării (dacă nu a fost considerată la sistemul de generare).

$$t_{C;sto;aux;in} = \frac{Q_{sto;dis;in}}{c_{p;sto;sens;med} \times \rho_{sto;med} \times q_{C;sto;v;pmp;in} \times (\vartheta_{C;sto;in} - \vartheta_{C;sto})} \text{ [h]} \quad (3.115)$$

unde

$$q_{C;sto;v;pmp;in} \text{ - debitul de fluid din sistemul de distribuție, în m}^3\text{/h ;}$$

$$c_{p;sto;sens;med} \text{ - căldura sensibilă a mediului utilizat la stocare, în kWh.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\rho_{sto;med} \text{ - densitatea mediului utilizat la stocare, în kg/m}^3.$$

Energia furnizată $W_{C;sto;aux;in}$, în funcție de puterea electrică a pompei $\Phi_{C;sto;pmp;in}$, dată în kW :

$$W_{C;sto;aux;in} = t_{C;sto;aux;in} \times \Phi_{C;sto;pmp;in} \text{ [kWh]} \quad (3.116)$$

Dacă nu a fost considerat la partea de generare a frigului, modul de calcul se repetă similar pentru pompa utilizată pentru extragerea energiei din unitatea de stocare .

$$t_{C;sto;aux;out} = \frac{Q_{C;sto;out}}{C_{p;sto;sens;med} \times \rho_{sto;med} \times q_{C;sto;v;pmp;out} \times (\theta_{C;sto;out;flw} - \theta_{C;sto;out;ret})} \quad [h] \quad (3.117)$$

unde în plus:

- $q_{C;sto;v;pmp;out}$ - debitul de fluid în sistemul de generare, în $m^3 \cdot h^{-1}$;
- $\theta_{C;sto;out;ret}$ - temperatura de întoarcere în unitatea de răcire, în $^{\circ}C$.

Cantitatea de energie furnizată $W_{sto;gen;aux;out}$, în funcție de puterea electrică a pompei din sistemul de generare, $\Phi_{C;sto;pmp;out}$ în kW .

$$W_{C;sto;aux;out} = t_{C;sto;aux;out} \times \Phi_{C;sto;pmp;out} \quad [kWh] \quad (3.118)$$

Energia auxiliară totală :

$$W_{C;sto;aux} = W_{C;sto;gen;aux;out} + W_{C;sto;aux;in} \quad [kWh] \quad (3.119)$$

Pierderi termice recuperabile

Pierderile termice recuperabile ale unității de stocare reprezintă o combinație a pierderilor termice recuperabile ale unității de stocare și energia termică recuperabilă de la echipamentele auxiliare.

$$Q_{C;sto;aux;s;rbl} = -W_{C;sto;aux} \times f_{aix;rbl} \quad [kWh] \quad (3.120)$$

$$Q_{C;sto;ls;rbl} = -(Q_{C;sto;out;ls} + Q_{C;sto;ls} + Q_{C;sto;in;ls}) \times f_{C;sto;rbl} \quad [kWh] \quad (3.121)$$

$$Q_{C;sto;ls;tot;rbl} = Q_{C;sto;aux;s;rbl} + Q_{C;sto;ls;rbl} \quad [kWh] \quad (3.122)$$

Notă: Dacă temperatura de stocare este mai mică decât temperatura ambiantă, pierderile termice au semn negativ.

3.2.4.4. Metoda de calcul lunar

Se aplică pe o perioadă de timp lunară sau anuală. Energia care trebuie stocată $E_{C;sto;in}$ este o dată de proiectare.

Pentru calculul lunar și anual, se consideră următoarele ipoteze:

- Pierderile termice sunt constante, și
- Utilizarea zilnică a energiei corespunde unei valori medii a necesarului de energie pentru intervalul de calcul considerat.

Pierderile termice sunt constante cât timp unitatea de stocare conține masă solidă.

Perioada de timp aferentă ($t_{off;max}$) este calculată și considerată separat pentru bilanțul energetic.

- Bilanțul energetic pentru intervalul de calcul

Bilanțul energetic este :

$$Q_{C;sto;gen;out} = -Q_{C;sto} + Q_{C;sto;out} + Q_{C;sto;in;ls} + Q_{C;sto;ls} + Q_{C;sto;out;ls} \quad [kWh] \quad (3.123)$$

$\Delta Q_{C,sto}$ - variația energiei stocate în intervalul de timp considerat. Această variație este limitată la diferența dintre energia stocată la începutul stocării ($E_{sto} = 0$) și diferența dintre capacitatea maximă a unității de stocare și energia stocată la începutul acestui interval.

$$-Q_{C,sto}(t) < \Delta Q_{C,sto} < Q_{C,sto,max} - Q_{C,sto}(t) \quad [\text{kWh}] \quad (3.124)$$

Pierderile termice corespunzătoare părții de generare a sistemului de distribuție:

$$Q_{C,sto,out;ls} = H_{C,sto;ls,out} \times (\vartheta_{sto;amb} - \vartheta_{C,sto,out}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.125)$$

Pierderile termice în sistemul de distribuție:

$$Q_{C,sto,in;ls} = H_{C,sto;ls,in} \times (\vartheta_{sto;amb} - \vartheta_{C,sto,in}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.126)$$

Pierderile termice în unitatea de stocare:

$$Q_{C,sto;stb;ls} = H_{C,sto;stb;ls} \times (\vartheta_{sto;amb} - \vartheta_{C,sto}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.127)$$

Energia extrasă din sistemul de distribuție :

$Q_{C,sto,out}$ (este calculată pe baza mediei zilnice a energiei utilizate pentru pasul de calcul considerat)

- Calculul energiei auxiliare

Acest calcul se realizează pe baza duratei de funcționare a pompei:

$$t_{C,sto;aux,out} = \frac{Q_{C,sto,in}}{\rho_{sto;med} \times q_{C,v;sto;pmp,out} \times C_{p;sto;sens} \times (\theta_{C,sto,out} - \theta_{C,sto})} \times n_{day} \quad [\text{h}] \quad (3.128)$$

Unde:

n_{day} – numărul de zile din intervalul de timp considerat.

Cantitatea de energie furnizată se obține în funcție de puterea electrică a pompei:

$$W_{C,sto;gen,aux,out} = t_{C,sto;gen,aux,out} \times \Phi_{C,sto;pmp,out} \quad [\text{kWh}] \quad (3.129)$$

Același tip de calcul se aplică pompei pentru intrarea energiei de răcire în unitatea de stocare.

$$t_{C,sto;gen,aux,in} = \frac{Q_{C,sto,out}}{C_{p,sto;sens} \times \rho_{sto;med} \times V'_{sto;gen;pmp,in} \times (\vartheta_{C,sto,out;flw} - \vartheta_{C,sto,out;ret})} \times n_{day} \quad [\text{h}] \quad (3.130)$$

Energia corespunzătoare furnizată se obține în funcție de puterea electrică a pompei:

$$W_{C,sto;gen,aux,in} = t_{C,sto;gen,aux,in} \times \Phi_{C,sto;pmp,in} \quad [\text{kWh}] \quad (3.131)$$

Energia auxiliară totală este :

$$W_{C,sto;aux} = W_{C,sto;gen,aux,out} + W_{C,sto;aux,in} \quad [\text{kWh}] \quad (3.132)$$

- Pierderile termice recuperabile

Pierderile termice recuperabile ale unității de stocare reprezintă pierderile termice recuperabile proprii unității de stocare și energia termică recuperabilă din energia auxiliară, exprimate prin relațiile următoare:

$$Q_{C,sto;aux;ls;rbl} = -W_{C,sto;aux} \times f_{C,aux;ls;rbl} \quad [\text{kWh}] \quad (3.133)$$

$$Q_{C,sto;ls;rbl} = -(Q_{C,sto,out;ls} + Q_{C,sto;ls} + Q_{C,sto,in;ls}) \times f_{C,sto;ls;rbl} \quad [\text{kWh}] \quad (3.134)$$

$$Q_{C,sto;ls;tot;rbl} = Q_{C,sto;aux;ls;rbl} + Q_{C,sto;ls;rbl} \quad [\text{kWh}] \quad (3.135)$$

3.2.4.5. Exemplu de calcul

Acest exemplu se refera la determinarea consumurilor energetice pentru stocarea căldurii/frigului. Datele de intrare pentru un sistem de stocare a gheții cu funcționare continuă (CONT) sunt în tabelul 3.8 următor. Desfășurarea calculului este indicată în tabelul 3.9. Tabelul 3.10 cuprinde rezultatele calculului.

Tabelul 3.8

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Domeniu	Origine
Date privind condițiile de funcționare					
Intervalul de calcul	t_{ci}	h	1	0...8760	M1-9
Ora din zi	n_{nd}	h	12	0...8760	M1-9
Temperatura aerului ambiant	ϑ_e	°C	20	0...8760	M1-13
Energia necesară pentru răcire	$Q_{C;dis;out;tot;req}$	kWh	48.29	0 - ∞	M4-9
Temperatura medie necesară pentru răcire	$\vartheta_{C;gen;out;req}$	°C	11.4	-100,100	M4-9
Diferența de temperatură a circuitului primar vs temperatura de tranziție (intrarea în stocare)	$\vartheta_{C;gen;flw}$	°C	-4	0...∞	M4-9
Temperatura ambiantă	$\vartheta_{sto;amb}$	°C	15	-100,100	M2-2
Temperatura mediului în sistemul de stocare	$\vartheta_{C;sto}$	°C	0	-100,100	
Temperatura medie a schimbătorului de căldură	$\vartheta_{C;sto;exh}$	°C	4	0...∞	Local
Masa în faza solidă	$m_{C;sto;sld}$	kg	50	0...∞	Local
Masa în fază lichidă (PCM)	$m_{C;sto;lqd}$	kg	0	0...∞	Local
Reglarea stocării frigului (CONT-stocare continuă)	<i>CLG_STO_CTRL</i>	-	CONT	Listă	Local
Factor de funcționare a reglării stocării	$f_{C;sto;ctrl}$	-	1	0...1	M10-12
Date privind produsul					
<i>Producerea frigului</i>					
Performanța sezonieră a producerii de frig	$COP_{C;sto;gen}$	-	3.25		
Marcaj CE	$COP_{C;gen;stoDATA}$	Logic	1.00		
Pierderi de energie (conduce, schimbător de căldură)	$H_{C;sto;out;ls}$	W/K	5.80	0-1000	
Puterea pompei (generare)	$\phi_{C;sto;pmp;out}$	kW	0.00	0-100	Local
Debitul prin pompă	$q_{C;sto;v;pmp;out}$	m ³ /h	0.65	0-500	Local

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Domeniu	Origine
<i>Date tehnice privind stocarea</i>					
Volum	$V_{C;sto,tot}$	l	1200.00	0...100000	Local
Diametrul conductei	$D_{C;sto}$	m	0.03	0-0,1	Local
Lungimea conductei	$L_{C;sto}$	m	40.00	0-10000	Local
Procentul din volum utilizat de PCM	$V_{C;sto;PCM}$	%	60.00	0_100	Local
Caldura specifică sensibilă a fluidului pentru transferul de căldură	$C_{psto;sens}$	kWh/°C.m ³	1.16		
Densitatea fluidului	$\rho_{sto;lqd}$	kg/m ³	1000.00		
Coeficientul de pierderi termice al unității de stocare	$H_{C;sto,tot;ls}$	W/K	5.80	0-1000	Local
Tipul de stocare (PCM, gheață, apă)	<i>TYPE_STO_MAT</i>	-	Apă	1	
Temperatura de tranziție (lichid-solid)	θ_{tr}	°C	0		
Capacitatea termică latentă	Q_{lat}	kWh/kg	93		
Capacitate termică sensibilă în faza solidă	$C_{psens,sld}$	kWh/°C.kg	0.54		
Capacitate termică sensibilă în faza lichidă	$C_{psens,lqd}$	kWh/°C.kg	1.16		
Conductanță pentru procesul de cristalizare	$K_{v,cr}$	W/m.°C	0.55		
Conductanță pentru fontă	$K_{v,fu}$	W/m.°C	2.1		
Densitate (fază lichidă)	ρ_{lqd}	kg/m ³	1000		
Densitate (fază solidă)	ρ_{sld}	kg/m ³	900		
Volum utilizat de capsulele PCM	$V_{sto,pcm}$	l	720		
Partea din pierderile termice recuperabile	$f_{rvd,ls}$		1	0... 1	Local
Partea din energia auxiliară recuperabilă	$f_{rvd,aux}$	-	0.75	0...1	Local
Partea din puterea electrică nominală netransmisă către subsistemul de distribuție	$f_{rbl,aux}$	-	0.25	0.1	Local
<i>Date privind sistem distribuție stocare</i>					
Puterea pompei (în sistemul de distribuție)	$\phi_{C;sto;pmp;in}$	kW	0.00	0-100	Local

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Domeniu	Origine
Debitul pompei	$Q_{C;sto;v;pmp;in}$	m ³ /h	0.90	0-500	Local
Diferența de temperatură a circuitului primar vs temperatura de tranziție (intrarea în stocare)	$\Delta\theta_{C;sto;flw;in}$	°C	11.4	-100,100	
Pierderi de energie (conducte, schimbător de căldură)	$H_{C;sto;ls;in}$	W/K	5.80	0-1000	
Date privind sistemul proiectat					
<i>Proiectarea procesului</i>					
Temperatura ambiantă (încăperea de stocare)	$\theta_{sto;amb}$	theta_sto_amb	15	-50...+50	Local
<i>Tipul de reglare</i>					
Termostat	$T_{sto,C;set}$	$T_C_sto_set$	0	-50...+50	Local
		$d_C_sto_max$	0.035	0-1	Local
<i>Constante</i>					
Căldura specifică a apei	$C_{p;w}$	Cp_w	1.16		
Informații privind modelul					
Număr de straturi pentru modelul de stocare	$N_{STO;vol}$	N_STO_vol	1		

Calculul energetic - Etape de calcul

Tabelul 3.9 Desfășurarea calculului referitor la stocarea energiei

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref în SR EN 16798-15/ (am*)	Formula
Energia necesară pentru răcire în sistemul de distribuție	$Q_{C;in;tot;req}$	kWh	48.29	-	
Energie netă folosită pentru distribuție	$Q_{C;sto;dis;in}$	kWh	0		

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref în SR EN 16798-15/ (am*)	Formula
Energie disponibilă din unitatea de producere a frigului	$Q_{C;sto;gen;out}$	kWh	0	-	
Tip de material de stocare	STO_TYPE	-	Apă		
Un singur sistem de stocare și calcul monozonă					
Etapa 1- Energie stocată					
Masa de lichid	$m_{C;sto;lqd,0}$	kg	0		
Energia sensibilă stocată (lichid)	$Q_{C;sto;sens;lqd}$	kWh	15.87	(2)/ (3.95)	$Q_{C;sto;sens;lqd} = (m_{C;sto;lqd} \cdot C_{p;sens;lqd} + r_{sto;med} \cdot V_{sto;med} \cdot C_{p;sto;med}) \cdot (J_{C;gen;out;req} - J_{C;sto})$
Energia latentă disponibilă	$Q_{C;lat}$	kWh	4.65	(3)/ (3.96)	$Q_{C;sto;lat} = C_{p;lat} \cdot m_{C;sto;sld}$
Energia sensibilă stocată (faza solidă)	$Q_{C;sto;lat}$	kWh	-0.2	(4)/ (3.97)	$Q_{C;sto;sens;sld} = m_{C;sto;sld} \cdot C_{p;sens;sld} \cdot \frac{(J_{sto;tr} + J_{C;sto;gen;flw})}{2}$
Energia stocată satisface necesarul pentru energia utilizată	$Q_{C;sto;out}$	logic	Adevărat	(5)/ (3.98)	$Q_{C;sto;out} = \min\left\{ (Q_{C;sto;sens;lqd} + Q_{C;sto;lat} + Q_{C;sto;sens;sld}); (Q_{C;dis;in;tot;req} - Q_{C;sto;gen;out}) \right\}$
Variația de energie la stocare	$\Delta Q_{C;sto;in}$	kWh	20.3		
Etapa 2- Bilanț energetic când capacitatea de stocare este furnizată schimbătorului de căldură					
Temperatura inițială în unitatea de stocare	$\theta_{sto,C}$	°C	0.00	-	

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref în SR EN 16798-15/ (am*)	Formula
Pierderi termice în partea de generare a sistemului de distribuție	$Q_{sto,C,out,ls}$	kWh	0.11	(7)/ (3.99)	$Q_{C,sto,out,ls} = H_{C,sto,out,ls} \cdot (J_{sto,amb} - J_{C,sto,flw}) \cdot t_{ci}$
Pierderi termice în sistemul de distribuție către sistemul de emisie a frigului	$Q_{C,sto,in,ls}$	kWh	0.02	(8)/ (3.100)	$Q_{C,sto,in,ls} = H_{C,sto,in,ls} \cdot (J_{sto,amb} - J_{C,sto,in}) \cdot t_{ci}$
Pierderi termice ale unității de stocare (standby)	$Q_{C,sto,ls}$	kWh	0.09	(9)/ (3.101)	$Q_{C,sto,ls} = H_{C,sto,tot,ls} \cdot (J_{sto,amb} - J_{C,sto}) \cdot t_{ci}$
Durata de funcționare a pompei (schimbător de căldură)	$t_{C,sto,aux,in}$	h	0.00	(23)/ (3.115)	$t_{C,sto,aux,in} = \frac{Q_{sto,dis,in}}{C_{p,sto,sens,med} \cdot r_{sto,med} \cdot q_{C,sto,v,pmp,in} \cdot (J_{C,sto,in} - J_{C,sto})}$
Etapa 3. Caz 1 - Evoluția fazei lichide și solide după alimentarea cu energie pentru răcire (APĂ)					
Energie posibil a fi transformată	$\Delta Q_{C,sto}$	kWh	20.53	(10)/ (3.102)	$\Delta Q_{C,sto} = Q_{C,sto,in} + Q_{C,sto,in,ls} + Q_{C,sto,ls} + Q_{C,sto,out,ls}$
Etapa 3. Caz 1 Apă (gheață și apă răcită)					
Energie transformată	$Q_{C,sto,in,tmp1}$	kWh	0.80		
Masa maximă a fi stocată	$m_{C,sto,sld,max}$	kg	93.965		$m_{C,sto,sld,max} = r_{sld} \cdot L_{C,sto} \cdot P \cdot \frac{\partial}{\partial t} (D_{C,sto} + d_{C,sto,max})^2 - (D_{C,sto})^2 \dot{U}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref în SR EN 16798-15/ (am*)	Formula
Grosimea inițială a stratului de gheață în jurul conductei	$d_{C;sto;0}$	m	0.011	(11)/ (3.103)	$d_{C;sto;0} = \sqrt{\frac{D_{C;sto}^2}{4} + \frac{m_{C;sto;sld;0}}{r_{sld} \cdot P \cdot L_{C;sto}}} - \frac{D_{C;sto}}{2}$
Variația masei de gheață pentru intervalul curent de calcul	$\Delta m_{C;sto;sld;tmp1}$	kg	-7.40	(12)/ (3.104)	$Dm_{sto,C;sld} = \left(\frac{-DQ_{C;sto}}{C_{p;lat} + C_{p;sld} \times \left(\frac{J_{sto;tr} - J_{C;sto;gen;out;flw}}{2} \right)} \right)$
Masa solidă nu trebuie să depășească valoarea limită	$\Delta m_{C;sto;sld;tmp2}$	kg	-7.40		$Dm_{sto,C;sld;tmp1} + m_{sto,C;sld} > 0$
Masa solidă nu poate avea o valoare negativă	$\Delta m_{C;sto;sld}$	kg	-7.40		$Dm_{sto,C;sld;tmp1} + m_{sto,C;sld} > 0$
Corecție a energiei de intrare dacă masa maximă este atinsă	$\Delta Q_{C;sto}$	kWh	0.76	(12)/ (3.102)	$DQ_{C;sto} = Dm_{C;sto;sld} \times \left(C_{p;lat} + C_{p;sld} \times \left(\frac{J_{sto;tr} + J_{C;sto;gen;out;flw}}{2} \right) \right)$
Grosimea stratului de gheață	$d_{C;sto}$	m	0.010	(13)/ (3.105)	$d_{C;sto} = \min \left\{ d_{C;sto;max} ; \max \left[0 ; \sqrt{\left(\frac{D_{C;sto}^2}{4} + \frac{m_{C;sto;sld} + Dm_{C;sto;sld}}{r_{sld} \cdot P \cdot L_{C;sto}} \right)} - \frac{D_{C;sto}}{2} \right] \right\}$
Masa în faza solidă după modul 'use'	$m_{C;sto;sld}$	kg	42.60	(14)/ (3.106)	$m_{C;sto;sld;max} = \text{Max}(0; m_{C;sto;sld;0} + Dm_{C;sto;sld})$
Temperatura de stocare (lichid)	$\theta_{C;sto}$	°C	0.00		

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref în SR EN 16798-15/ (am*)	Formula
	□				
Etapa 3. Caz 2 Material cu schimbare de fază	□				
Evoluția masei solide	$\Delta m_{C;sto;sld,tmp1}$	kg	0.00	(15)/ (3.107)	$Dm_{C;sto;sld} = \frac{DQ_{C;sto}}{(C_{p,lat} + C_{p,sld} \times J_{sto,tr})}$
Limitare în faza solidă	$\Delta m_{C;sto;sld,tmp1}$	kg	0.00	(16)/ (3.108)	dacă $\Delta m_{C;sto;sld} > m_{C;sto;lqd,0}$ atunci $\Delta m_{C;sto;sld} = m_{C;sto;lqd,0}$ et $m_{C;sto;lqd} = 0$
Limitare a energiei pentru transformare în faza solidă			0.00	(17)/ (3.109)	dacă $\Delta m_{C;sto;sld} > m_{C;sto;sld}$ atunci $\Delta m_{C;sto;sld} = m_{C;sto;sld}$ $m_{C;sto;sld} = 0$
Masa (fază solidă)	$m_{C;sto;sld}$	kg	50.00		$m_{C;sto;sld} = m_{C;sto;sld,0} + \Delta m_{C;sto;sld}$
Temperatura (fază solidă)	-	°C	0.00	(18)/ (3.110)	$J_{C;sto;sld} = \text{Max}(J_{C;sto;sld,0} + \frac{DQ_{C;sto} - C_{p,sens;sld} \times Dm_{C;sto;sld,0} \times (J_{sto,tr} - J_{C;sto;sld})}{C_{p,sens;sld} \times (m_{C;sto;sld} + Dm_{C;sto;sld})}; J_{C;gen,out;flw})$
Masa (fază lichidă)	$m_{C;sto;lqd}$	kg	0.00		$m_{C;sto;lqd} = m_{C;sto;lqd,0} + \Delta m_{C;sto;lqd}$
Temperatura (fază lichidă)	$m_{C;sto;lqd}$	°C	-	(22)/ (3.114)	$J_{C;sto;lqd} = J_{C;sto;lqd,0} + \frac{DQ_{C;sto} - C_{p,sld} \times Dm_{C;sto;lqd} \times (J_{sto,tr} - J_{C;sto;lqd})}{C_{p,lqd} \times (m_{C;sto;lqd,0} + Dm_{C;sto;lqd})}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref în SR EN 16798-15/ (am*)	Formula
	□				
Energia totală introdusă de unitatea de răcire	$\Delta Q_{C;gen;sto;out}$	kWh	-0.58	(21)/ (3.123)	$\Delta Q_{C;sto} = Q_{C;sto,gen} - Q_{C;sto,out} - Q_{C;sto,in,ls} - Q_{C;sto,ls} - Q_{C;sto,out,ls}$
Timp de operare a echipamentelor auxiliare (circuit primar)	$t_{C;sto,aux;out}$	h	0.00	(25)/ (3.117)	$t_{C;sto,aux;out} = \frac{Q_{C;sto,out}}{C_{p;sto;sens;med} \cdot r_{sto;med} \cdot q_{C;sto;pmp;out} \cdot (q_{C;sto,out;flw} - q_{C;sto,out;ret})}$
Energie auxiliară (intrare)	$W_{C;aux;sto;out}$	kWh	0.00	(26)/ (3.118)	$W_{C;sto,aux;out} = t_{C;sto,aux;out} \cdot F_{C;sto;pmp;out}$
Masa (faza solidă)	$MC;sto;sld$	kg	42.60		
Masa (faza lichidă)	$MC;sto;lqd$	kg	0.00		
Total energie auxiliară	$W_{C;aux;sto}$	kWh	0.00	(27)/ (3.119)	$W_{C;sto,aux} = W_{C;sto;gen;aux;out} + W_{C;sto;aux;in}$
Pierderi de energie aferente stocării și distribuției	$Q_{C;sto;ls}$	kWh	0.108	(6)+(7)+(8)	$Q_{C;sto;ls;rbl} = -(Q_{C;sto,out;ls} + Q_{C;sto;ls} + Q_{C;sto,in;ls})$
Pierderi de energie recuperabile aferente stocării și distribuției	$Q_{C;sto;ls;rbl}$	kWh	0.11	(29)/ (3.121)	$Q_{C;sto;ls;rbl} = -(Q_{C;sto,out;ls} + Q_{C;sto;ls} + Q_{C;sto,in;ls}) \cdot f_{C;sto;rbl}$
Pierderi de energie recuperabile ale echipamentelor auxiliare	$Q_{C;sto;aux;ls;rbl}$	kWh	0.00	(28)/ (3.120)	$Q_{C;sto;aux;ls;rbl} = -W_{C;sto,aux} \cdot f_{aux;rbl}$
Total pierderi de energie recuperabile	$Q_{C;sto;ls;tot;rbl}$	kWh	0.11	(30)/ (3.122)	$Q_{C;sto;ls;tot;rbl} = Q_{C;sto;aux;ls;rbl} + Q_{C;sto;ls;rbl}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref în SR EN 16798-15/ (am*)	Formula
Temperatura de stocare	$\theta_{C;sto}$	°C	0.00	(1)	
Energie extrasă din sistemul de distribuție	$Q_{C;sto;in}$	kWh	48.29	(1)/ (3.94)	

Notă pentru semnificația (*am) - numerotarea relațiilor din paranteză corespunde formulelor din actuala metodologie

Metoda de calcul aplicată furnizează datele de ieșire din tabelul următor:

Tabelul 3.10 Date de ieșire calculate

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Destinație (modul)
<i>Date privind fluxul de energie</i>				
Căldură extrasă din sistemul de distribuție	$Q_{C;sto;in}$	kWh	48.29	M4-1
Pierderi termice (recuperabile)	$Q_{C;sto;ls;tot;rbf}$	kWh	0.11	M2-2
Energie auxiliară totală	$W_{C;sto;aux}$	kWh	0.00	M4-1; M4-4
<i>Date privind condițiile de funcționare</i>				
Temperatura mediului de stocare din unitatea de stocare	$\theta_{C;sto;out}$	°C	0	M4-1
<i>Alte date</i>				
Masa (faza solidă)	$m_{C;sto;sld}$	kg	43	local
Masa (faza lichidă)	$m_{C;sto;lqd}$	kg	0	local
Tipul de material pentru stocare	STO_TYPE	Listă	Apă	-

3.2.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de climatizare de tip aer – apă sau aer-refrigerent

3.2.5.1. Tipuri de sisteme

Metoda se aplică pentru tipurile de sisteme de climatizare menționate mai jos. O reprezentare a unui sistem aer-apă cu ventiloconvectoare, cu 4 conducte este dată în figura 3.17.

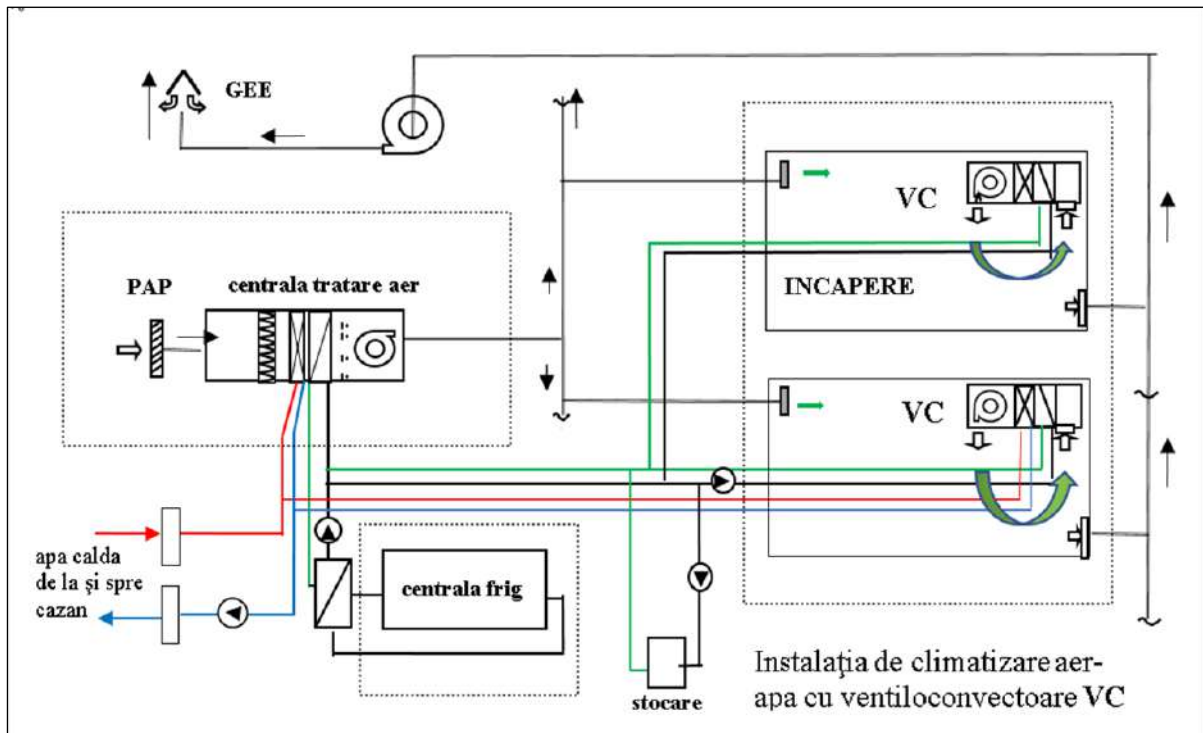


Figura 3.17. Sistem de răcire (climatizare aer-apă) cu ventiloconvectoare cu 4 conducte de apă

Sisteme aer-apă

- Sistem cu ventiloconvectoare, cu 2, 3 sau 4 conducte
- Sistem cu inducție, 2 conducte, cu sau fără comutare, cu 3 sau 4 conducte
- Panou de răcire radiant cu 2 sau 4 conducte (plafoane de răcire și grinzi de răcire pasive)
- Sisteme de răcire integrate (sol, pereți, tavan)
- Sistem de tavan cu grinzi active, cu 2 sau cu 4 conducte
- Sistem cu pompă de căldură în buclă de apă

Sisteme aer-refrigerent

- Unități pentru o încăpere (inclusiv unități cu o conductă)
- Sisteme mono-split cu detentă directă (inclusiv sistemele cu debit de agent frigorific variabil)

Metoda de calcul stabilește modul de colectare a datelor necesare pentru calculul energiei de răcire din mai multe zone termice (inclusiv a centralelor de climatizare ale sistemelor numai aer) conectate la un sistem de distribuție a frigului și modul de a reuni datele de la mai multe sisteme de distribuție pentru un calcul energetic global al sistemului.

Metoda înglobează calculul pierderilor termice datorate emisiei și distribuției de frig, precum și energia echipamentelor auxiliare. Este luată în considerare și energia de răcire care trebuie să fie extrasă de sistemul de generare a frigului și energia stocată.

Metoda indică de asemenea modul în care trebuie distribuită energia furnizată de generatorul de frig, diferitelor sisteme și eventuale priorități de funcționare.

Sunt definiți de asemenea, indicatorii de performanță energetică ai sistemelor de răcire.

Astfel, se indică modul de calcul pentru:

- temperatura de ieșire cerută de generatorul de frig,
- temperaturile apei (tur-retur) în sistemele de distribuție a frigului,
- debitele volumice în sistemul de distribuție,
- energia de răcire care trebuie să fie extrasă de sistemul de generare a frigului, pe baza exigențelor fiecărei zone termice (și a CTA-urilor racordate la aceeași distribuție),
- energia de răcire extrasă de sistemele de distribuție, în funcție de energia extrasă de generator și de efectele stocării, ținând seama de priorități,
- energia de răcire extrasă de diferite zone termice, ținând seama de pierderile termice ale emisiei și distribuției de frig.
- indicatorii de performanță ai sistemului de răcire.

Pasul de timp de calcul utilizat poate fi anual, lunar sau orar.

Un calcul simplificat care poate fi folosit la clădiri existente și în faza de proiectare, permite evitarea calculelor detaliate, pe bază de factori. Acesta este indicat în mod deosebit pentru intervale de timp mari, o lună sau un an. Metoda furnizează calculul mărimilor indicate în tabelul 3.11.

Tabel 3. 11. Mărimi de ieșire ale metodei de calcul simplificate

Descriere	Simbol
Energia electrică de intrare în generatorul de frig	$E_{C;gen;el;in}$
Energia echipamentelor auxiliare pentru emisia de frig	$W_{C;aux;em}$
Energia echipamentelor auxiliare pentru distribuția de frig	$W_{C;aux;dis}$
Energia echipamentelor auxiliare pentru generarea de frig	$W_{C;aux;gen}$
Energia de răcire extrasă din zona termică j	$Q_{C;out;zt;j}$
Temperatura de ieșire necesară la generator	$\mathcal{D}_{C;gen;out;req}$
Energia de răcire cerută de sistemul de generare a frigului	$Q_{C;gen;in;req}$
Energia furnizată de bateria de răcire a CTA pentru sistemul de climatizare k	$Q_{C;ahu;out;k}$

3.2.5.2. Date de intrare

- Date privind concepția sistemului de răcire

În tabelul următor sunt precizate datele referitoare la concepția procesului de răcire.

Tabel 3.12. Date privind concepția procesului

Caracteristici	Simbol	Unitate măsură
Temperatura de ieșire setată pentru generarea de frig	$\vartheta_{C;gen;out;set}$	°C
Temperatura de intrare setată pentru întreg ansamblul sistemului de distribuție, pentru o temperatură furnizată constantă	$\vartheta_{C;dis;flw;set}$	°C
Temperatura de intrare maximă setată pentru întreg ansamblul sistemului de distribuție, pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare	$\vartheta_{C;dis;flw;set;max}$	°C
Temperatura de intrare minimă setată pentru întreg ansamblul sistemului de distribuție, pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare	$\vartheta_{C;dis;flw;set;min}$	°C
Factor de pantă pentru întreg ansamblul sistemului de distribuție, pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare	f_e	—
Temperatura offset pentru întreg ansamblul sistemului de distribuție, pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare	$\Delta\vartheta_{off}$	K
Factor al pierderilor termice în sistemul de distribuție a frigului (calcul simpldacăicat)	$f_{C;ls;dis}$	—
Factor privind energia echipamentelor auxiliare din sistemul de distribuție a frigului (calcul simpldacăicat)	$f_{C;aux;dis}$	—
Factor de ponderare pentru energia termică	$f_{W;th}$	—
Factor de ponderare pentru energia electrică	$f_{W;el}$	—

- Date privind opțiunile de reglare a procesului
 - reglarea temperaturii de ieșire pentru generarea de frig: temperatură constantă în unitatea de generare a frigului sau temperatură variabilă în unitatea de generare a frigului,
 - reglarea temperaturii de ieșire a apei răcite din sistemul de distribuție: temperatură furnizată constantă sau punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare.
- Date privind condițiile de funcționare sau condițiile limită

Datele privind condițiile de funcționare necesare în calculul consumului de energie sunt reunite în tabelul 3.13 următor.

Tabel 3.13. Date privind condițiile de funcționare

Mărimea	Simbol	Unitate măsură
Intervalul de timp de calcul	$t_{c,i}$	h
Temperatura aerului ambiant	ϑ_e	°C
Necesarul energetic sensibil pentru răcire, pentru zona termică j	$Q_{C;nd;zt;j}$	kWh
Energia cerută la ieșirea din bateria de răcire a CTA k	$Q_{C;ahu;out;req;k}$	kWh
Temperatura necesară/cerută a aerului introdus	$\vartheta_{SUP;C;req}$	°C

Mărimea	Simbol	Unitate măsură
Pierderi termice asociate emisiei frigului în zona termică j	$Q_{C;em,ls;j}$	kWh
Energia auxiliară pentru sistemul de emisie a frigului în zona termică j	$W_{C;aux;em;j}$	kWh
Temperatura interioară echivalentă	$\vartheta_{int;inc}$	°C
Partea de energie auxiliară pentru distribuția frigului corespunzătoare apei răcite	$f_{wat;C;dis;aux}$	—
Energia de răcire extrasă de sistemul de generare a frigului	$Q_{C;gen;in}$	kWh
Temperatura apei răcite la ieșire din generatorul de frig	$\vartheta_{C;gen;out}$	°C
Energia electrică la intrare în sistemul de generare frig	$E_{C,gen,el,in}$	kWh
Aportul de căldură pentru generarea de frig prin absorbție	$Q_{H;C;gen;abs,in}$	kWh
Energia auxiliară în sistemul de generare a frigului	$W_{C;aux;gen}$	kWh

3.2.5.3. Calculul mărimilor de ieșire

Calculul condițiilor de funcționare

- Sisteme cu detentă directă

Emisia de căldură în funcție de zona termică: extragerea căldurii se face direct din zonele răcite. Temperatura de ieșire cerută de sistemul de generare este temperatura interioară a zonei termice.

$$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{C,int;inc} \quad (3.136)$$

Dacă distribuția este realizată printr-un sistem de aer, extragerea căldurii se face prin fluxul de aer considerat. Temperatura de ieșire cerută de sistemul de generare este temperatura aerului introdus :

$$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{SUP;C;req} \quad (3.137)$$

- Sisteme aer-apă

Temperatura de ieșire cerută de *sistemul de generare* pentru intervalul de calcul considerat este:

— dacă controlul se face cu temperatură constantă atunci:

$$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{C,gen;out;set} \quad (3.138)$$

dacă nu

$$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{C,dis;in;flw;req} \quad (3.139)$$

Unde:

$$\vartheta_{C,gen;out;set} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{Temperatura de ieșire cerută/setată de sistemul de generare ;}$$

valoare prin lipsă $\vartheta_{C,gen;out;set} = 6^{\circ}\text{C}$.

Temperatura de intrare cerută de *ansamblul sistemului de distribuție* se determină astfel:

— dacă controlul se face cu temperatura de intrare constantă:

$$\vartheta_{C,dis;in;flw;req} = \vartheta_{C,dis;flw;set} \quad (3.140)$$

Valoare prin lipsă $\vartheta_{C,dis;flw;set;i} = 6^{\circ}\text{C}$.

— dacă controlul se face cu punct de reglare variabil, cu compensarea temperaturii exterioare:

$$\vartheta_{C,dis;in;flw;req} = \min\left[\vartheta_{C,dis;flw;set;max}; \max\left(\vartheta_{C,dis;flw;set;min}; f_e \cdot \vartheta_e + \Delta\vartheta_{off}\right)\right] \quad (3.141)$$

unde

$\vartheta_{C,dis,in;set}$	°C	Temperatura de intrare în sistemul de distribuție, stabilită pentru o temperatură furnizată constantă (la intrare) ;
$\vartheta_{C,dis,in;set,max}$	°C	Temperatura maximă de intrare în sistemul de distribuție, stabilită pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare (la intrare) ;
$\vartheta_{C,dis,in;set,min}$	°C	Temperatura minimă de intrare în sistemul de distribuție, stabilită pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare (la intrare) ;
f_e	—	Factor de pantă al sistemului de distribuție pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare (la intrare) ;
$\Delta\vartheta_{off}$	°C	Valoarea de temperatură a sistemului de distribuție pentru un punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare (la intrare).

Calculul consumului de energie

- Energia extrasă din zonele termice și din CTA -uri (la sistemele numai aer)

Energia reală extrasă din zona termică j și din CTA k , pentru un interval de calcul, este:

$$Q_{C,zt,j} = \min \left[Q_{C,nd,zt,j} ; \frac{Q_{C,nd,zt,j}}{Q_{C,gen,in;req}} \cdot Q_{C,gen,in} \right] \quad (3.142)$$

$$Q_{C,ahu,k;out} = \min \left[Q_{C,ahu,k;out;req} ; \frac{Q_{C,ahu,k;out;req}}{Q_{C,gen,in;req}} \cdot Q_{C,gen,in} \right] \quad (3.143)$$

unde:

- $Q_{C,nd,zt,j}$ Necesarul de energie sensibilă pentru răcire, al zonei termice j , în kWh
- $Q_{C,em,ls,j}$ Pierderile termice datorate emisiei de frig în zona termică j , în kWh
- $Q_{C,ahu,k;out;req}$ Energia de răcire cerută de CTA, k , în kWh
- $Q_{C,gen,in}$ Energia extrasă de sistemul de generare a frigului, în intervalul de calcul considerat, în kWh.

- Sisteme cu detentă directă

Energia care trebuie extrasă de sistemul de generare a frigului în într-un intervalul de calcul considerat, pentru toate zonele j și respectiv centralele k , este:

$$Q_{C,gen,in;req} = \sum_j Q_{C,nd,zt,j} + \sum_j Q_{C,em,ls,j} + \sum_k Q_{C,ahu,k;out;req} \quad (3.144)$$

- Sisteme aer-apă

Energia necesar a fi extrasă de sistemul de generare a frigului în intervalul de calcul considerat, este:

$$Q_{C,gen,in;req} = \sum_j Q_{C,nd,zt,j} + \sum_j Q_{C,em,ls,j} + \sum_k Q_{C,ahu,k;out;req} + Q_{C,dis;ls} + f_{wat,C,aux,dis} \cdot W_{C,aux,dis} \quad (3.145)$$

unde, în plus:

- $f_{wat,C,aux,dis}$ — Partea de energie a echipamentelor auxiliare destinate vehiculării apei răcite.

Notă: Această metodă simplă, nu ține seama de stocarea frigului și realizează calculul pentru un singur sistem de distribuție.

Pierderile termice datorate distribuției frigului și energia echipamentelor auxiliare se determină ca o fracție din necesarul de energie de răcire:

$$Q_{C;ls;dis} = f_{C;ls;dis} \left(\sum_j Q_{C;nd;zt,j} + \sum_j Q_{C;em;ls,j} + \sum_k Q_{C;ahu,k;out;req} \right) \quad (3.146)$$

Unde

$f_{C;ls;dis}$ — factor al pierderilor termice datorate distribuției de frig;

Pentru calculul simplificat al pierderilor termice ale sistemului de distribuție, se pot considera :

$$f_{C;ls;dis} = 0,05 ; f_{C;aux;dis} = 0,02.$$

și

$$W_{C;aux;dis} = f_{C;aux;dis} \left(\sum_j Q_{C;nd;zt,j} + \sum_j Q_{C;em;ls,j} + \sum_k Q_{C;ahu,k;out;req} \right) \quad (3.147)$$

unde

$f_{C;aux;dis}$ — Factor de energie al echipamentelor auxiliare necesare distribuției de frig;

3.2.6. Generarea frigului

3.2.6.1 Introducere

Metoda se referă la calculul parametrilor de funcționare și la consumul de energie al sistemelor de generare a frigului.

Generarea frigului este realizată folosind:

- generatoare de frig – grupuri frigorifiice cu apă răcită, cu comprimare mecanică sau cu absorbție,
- diverse tipuri de generatoare (denumite generice) – apa subterană, apa de suprafață sau utilizarea directă a răcirii în sol,
- diferite tipuri de căldură degajată (uscată, umedă, hibridă cu aerul exterior, alte tipuri de surse de căldură) – pentru sistemele cu absorbție.

Metoda acoperă calculul pentru:

- Temperatura de intrare/ieșire a apei de răcire (la răcirea cu apă), $\mathcal{G}_{C,wat,hr,in}$, $\mathcal{G}_{C,wat,hr,out}$
- Căldura consumată pentru generarea frigului (la sistemele cu absorbție), $Q_{H;C,gen,in}$
- Energia electrică necesară pentru generarea frigului (la sistemele cu compresie), $E_{C,gen,el,in}$
- Energia termică extrasă de sistemul de răcire, $Q_{C,gen,in}$
- Consumul de energie auxiliară (de exemplu, puterea sistemului de evacuare a căldurii, consum pentru reglare, sonde și regulatoare), $W_{C;aux,gen,in}$
- Energia termică recuperabilă, $Q_{C,gen,out,rbl}$
- Căldura evacuată, $Q_{hr,out}$
- Temperatura la care este evacuată căldura, $\mathcal{G}_{C,gen,out,rbl}$
- Factorul de sarcină parțială a necesarului de energie de răcire asigurată, $f_{C,PL,cvd}$

Pasul de timp de calcul utilizat poate fi lunar sau orar. Efectele dinamice nu sunt luate în considerare. În acest document, se dezvoltă metoda de calcul pentru un pas de calcul lunar sau orar, pentru grupurile cu apă răcită, pentru sistemele split și multi-split și sistemele cu agent frigorific cu debit variabil (VRF), conform standardul SR EN 16798-13:2018.

Metoda tratează întregul circuit termodinamic, referindu-se cu precădere la generatoarele de frig (cu comprimare și absorbție), dispozitivele de evacuare a căldurii și sistemelor de comandă.

3.2.6.2. Date de intrare

- Datele tehnice necesare în calculul consumului de energie sunt date în tabelul 3.14.

Tabel 3.14. Date tehnice de intrare ale echipamentelor

Denumire	Simbol	Unitate măsură
Puterea termică nominală a sistemului de răcire	$\Phi_{C;gen;n}$	kW
Puterea termică nominală a sistemului de evacuare a căldurii	$\Phi_{hr;n}$	kW
Puterea termică nominală a sistemului de evacuare a căldurii hibrid, la funcționare în regim uscat	$\Phi_{hr;n,dry}$	kW
Randamentul energetic nominal pentru producerea de frig	EER_n	—
Temperatura ambiantă pentru un randament energetic nominal pentru generarea de frig cu un sistem răcit cu aer	$\vartheta_{e;n}$	°C
Temperatura interioară pentru un randament energetic nominal pentru generarea de frig cu un sistem răcit cu aer	$\vartheta_{i;n}$	°C
Raport nominal pentru un sistem cu absorbție	ζ_n	—
Temperatura la intrare a apei de răcire pt sistemul de evacuare a căldurii	$\vartheta_{C;wat;hr;in;n}$	°C
Temperatura la ieșire a apei de răcire pt sistemul de evacuare a căldurii	$\vartheta_{C;wat;hr;out;n}$	°C
Energia electrică specifică pt sistemul de evacuare a căldurii	$p_{hr;el}$	kW/kW
Energia electrică specifică pt sistemul de distribuție	$p_{dist;el}$	kW/kW
Puterea electrică pentru sistemul de reglare	$P_{ctrl;el;j}$	kW
Diferența de temperatură în vaporizator	$\Delta\vartheta_{evap}$	K
Diferența de temperatură în condensator	$\Delta\vartheta_{cond}$	K
Coeficient	a_0	—
Coeficient	a_1	1/°C
Coeficient	a_2	1/°C

- Date privind descrierea sistemelor de generare a frigului sunt:
 - Date privind tipul sistemului frigorific (climatizoare răcite cu aer, grup de apă răcită, răcit cu aer, grup de apă răcită, răcit cu apă
 - Tipul de generator de frig (cu compresie, cu absorbție),
 - Tipul de compresor și modul de reglare al acestuia

3.2.6.3. Calculul mărimilor de ieșire ale metodei

Calculul condițiilor de funcționare

- Funcționarea în sarcină parțială

Valoarea în sarcină parțială PLV se determină pentru fiecare interval de calcul cu relația:

$$PLV = f_{C;PL,k} \cdot f_{hr;PL} \cdot f_{hr;fc} \cdot f_{C;mult} \quad (3.148)$$

unde :

- $f_{C;PL,k}$ - factor de sarcină parțială al generatorului de frig
- $f_{hr;PL}$ - factor de sarcină parțială al sistemului de evacuare a căldurii
- $f_{hr;fc}$ - factor de răcire gratuită
- $f_{C;mult}$ - factor pentru generatoare de frig multiple

În absența altor date, pentru sistemele frigorifice cu absorbție, valoarea $PLV = 0,95$.

- Funcționarea generatorului de frig la sarcină parțială a sistemului de răcire

Pentru fiecare interval de calcul, se consideră factorul la sarcină parțială:

$$f_{C;PL} = \frac{Q_{C;gen;in;req}}{t_{C;gen;op} \cdot \Phi_{C;gen;n}} \quad (3.149)$$

unde :

- $\Phi_{C;gen;in}$ Puterea termică nominală extrasă din sistemul de distribuție, în kW
- $Q_{C;gen;in;req}$ Energia termică necesară a fi extrasă de generatorul de frig în intervalul de calcul considerat , în kWh
- $t_{C;gen;op}$ Intervalul de funcționare a sistemului de generare a frigului, în h

Factorii de sarcină parțială $f_{C;PL}$ sunt asociați diferitelor trepte de funcționare în sarcină parțială k , după cum urmează:

$$\begin{aligned} 0,05 \leq f_{C;PL} < 0,15 & \rightarrow k = 0,1; \\ 0,15 \leq f_{C;PL} < 0,25 & \rightarrow k = 0,2; \\ & \vdots \\ 0,95 \leq f_{C;PL} & \rightarrow k = 1,0; \end{aligned} \quad (3.150)$$

Factorul de sarcină parțială specific generatorului de frig, pentru o anumită treaptă k de sarcină parțială, este:

$$\text{dacă } f_{C;PL} < 0,05, \quad f_{C;PL,k} = 1 \quad (3.151)$$

sau, în funcție de tipul de sistem de răcire, se pot adopta valorile prin lipsă din SR EN 16798-13, reproduse în tabelul 3.15 și în tabelul 3.16.

Factorii de sarcină parțială $f_{C;PL,k}$ pot fi obținuți și din baze naționale de date; trebuie subliniat faptul că acești factori $f_{C;PL,k}$ sunt definiți în condiții nominale de temperatură. Alte temperaturi sunt luate în considerare prin factorul $f_{hr;PL}$.

$$\text{Dacă } f_{C;PL} \leq 1 \quad Q_{C;gen;in} = Q_{C;gen;in;req} \quad (3.152)$$

sau

$$Q_{C;gen;in} = t_{C;gen;op} \cdot \Phi_{C;gen;n} \quad (3.153)$$

unde

- $Q_{C;gen;in}$ Energia termică extrasă de unitatea de răcire în intervalul de timp considerat, în kWh.

- Factorul de sarcină parțială aferent necesarului de energie de răcire asigurat, este:

$$f_{C;PL;cvd} = \min\left(1,0; \frac{Q_{C;gen;in}}{Q_{C;gen;in;req}}\right) \quad (3.154)$$

Factorul $f_{C;PL;cvd}$ poate fi utilizat pentru a caracteriza calitatea și controlul cererii de frig.

- Corecția de temperatură pentru randamentul energetic al producerii de frig la generator
Randamentul energetic al producerii frigului EER_n , pentru o unitate de generare a frigului, se definește în condiții particulare de temperatură $\vartheta_{C;gen;req;out;n}$ și $\vartheta_{C;gen;req;in;n}$ conform condițiilor normalizate de încercare. Pentru valori diferite de temperatură, se va folosi un factor de corecție dat de relația:

$$f_{EER;corr} = \frac{\frac{T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out} - \Delta\vartheta_{evap}}{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref} + \Delta\vartheta_{cond}) - (T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out} - \Delta\vartheta_{evap})}}{\frac{T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;n} - \Delta\vartheta_{evap}}{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;hr;req;in;n} + \Delta\vartheta_{cond}) - (T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;n} - \Delta\vartheta_{evap})}}, \quad (3.155)$$

unde

$T_{0;abs}$	Temperatura absolută de referință	K
$\vartheta_{C;gen;req;out}$	Temperatura de ieșire cerută pentru producerea de frig (temperatura cerută de apă sau de aerul răcit la ieșirea din vaporizator)	°C
$\vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref}$	Temperatura de intrare, de referință, cerută pentru evacuarea căldurii (temperatura cerută de apa de răcire sau de aerul ambiant la intrarea în condensator)	°C
$\vartheta_{C;gen;req;out;n}$	Temperatura de ieșire cerută pentru generarea de frig în condiții nominale (temperatura cerută de apă sau de aerul răcit la ieșirea din vaporizator)	°C
$\vartheta_{C;gen;hr;req;in;n}$	Temperatura de intrare pentru evacuarea de căldură în condiții nominale (temperatura cerută de apa de răcire sau de aerul ambiant la intrarea în condensator)	°C
$\Delta\vartheta_{evap}$	Diferența de temperatură în vaporizator	K
$\Delta\vartheta_{cond}$	Diferența de temperatură în condensator	K

Notă: Atunci când temperaturile reale sunt egale cu cele din condiții nominale, relația (97) devine $f_{EER;corr} = 1,0$.

Tabel 3.15 Factori de sarcină parțială $f_{C;PL;k}$ pentru climatizoare de cameră, răcite cu aer

Tip de sistem	Etaj (treaptă) de sarcină parțială k									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Sistem split	1,34	1,34	1,34	1,34	1,27	1,23	1,16	1,09	1,02	0,95
Sistem multi- split, cu comandă camerei de evacuare sau cu închidere a cricului	0,68	0,73	0,77	0,80	0,86	0,93	0,95	0,97	0,94	0,90
Sistem multi- split	1,52	1,54	1,57	1,69	1,45	1,31	1,21	1,09	1,03	0,95

Tip de sistem	Etaj (treaptă) de sarcină parțială k									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Sistem multi-split sau sistem cu fluid refrigerent cu debit variabil	0,77	1,18	1,42	1,55	1,54	1,46	1,35	1,19	1,06	0,92

Tabel 3.16. Factori de sarcină parțială $f_{C,PL,k}$ pentru grupuri de apă răcită, răcite cu aer

Funcționare compresor	Treaptă de sarcină parțială k									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
compresor cu piston										
fix	0,83	0,87	0,92	0,95	0,98	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00
programat	0,87	1,03	1,05	1,06	1,03	1,08	1,09	1,07	1,03	1,00
Inverter -variabil	Nu există date disponibile									
alt tip variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									
compresor cu spirală										
fix	0,83	0,87	0,92	0,95	0,98	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00
programat	0,87	1,03	1,05	1,06	1,03	1,08	1,09	1,07	1,03	1,00
inverter variabil	0,43	0,54	0,65	0,75	0,84	0,91	0,97	1,01	1,02	1,00
alt mod variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									
compresor cu șurub										
fix	inadecvat									
programat	Nu există date disponibile									
inverter variabil	1,19	1,19	1,13	1,08	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,00
alt mod variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									
compresor centrifugal										
fix	inadecvat									
programat	Nu există date disponibile									
inverter variabil	1,40	1,40	1,32	1,24	1,18	1,13	1,09	1,06	1,03	1,00
alt mod variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									

Tabel 3.17. Factori de sarcină parțială $f_{C;PL;k}$ pentru grupuri de apă răcită, răcite cu apă

Funcționare compresor	Etaj (treaptă) de sarcină parțială k									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
compresor cu piston										
fix	0,96	0,94	0,92	0,90	0,90	0,90	0,92	0,94	0,96	1,00
programat	1,14	1,17	1,19	1,20	1,18	1,16	1,13	1,10	1,05	1,00
inverter variabil	Nu există date disponibile									
alt tip variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									
compresor cu spirală										
fix	0,96	0,94	0,92	0,90	0,90	0,90	0,92	0,94	0,96	1,00
programat	1,14	1,17	1,19	1,20	1,18	1,16	1,13	1,10	1,05	1,00
inverter variabil	Nu există date disponibile									
alt tip variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									
compresor cu șurub										
fix	inadecvat									
programat	Nu există date disponibile									
inverter variabil	0,62	0,77	0,88	0,95	0,98	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00
alt tip variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									
compresor centrifugal										
fix	inadecvat									
programat	Nu există date disponibile									
inverter variabil	1,42	1,41	1,38	1,34	1,29	1,24	1,18	1,12	1,06	1,00
alt tip variabil	Exemple în Raport tehnic al SR EN 16798 – 13									

Temperaturile utilizate sunt stabilite astfel:

- Pentru climatizoare de cameră și grupuri de apă rece răcite cu aer, dacă evacuarea de căldură se face cu aer, la temperatura aerului exterior:

$$g_{C;gen;hr;req;in;ref} = g_{e;ref} \quad \text{și} \quad g_{C;gen;hr;req;in;n} = g_{e;n} \quad (3.156)$$

- sau dacă evacuarea de căldură se face cu aer, la temperatura aerului interior:

$$g_{C;gen;hr;req;in;ref} = g_{e;ref} \quad \text{și} \quad g_{C;gen;hr;req;in;n} = g_{i;n} \quad (3.157)$$

sau dacă evacuarea de căldură se face cu apă,

$$g_{C;gen;hr;req;in;ref} = g_{C;wat;hr;in;ref} \quad \text{și} \quad g_{C;gen;hr;req;in;n} = g_{C;wat;hr;in;n} \quad (3.158)$$

Unde

$\vartheta_{C;wat;hr;in;ref}$	Temperatura de intrarea a apei de răcire în sistemul de evacuare a căldurii, în condiții de referință.	°C
$\vartheta_{C;wat;hr;in;n}$	Temperatura apei de răcire ce sosește în sistemul de evacuare a căldurii, la puterea nominală.	°C

Valorile prin lipsă ale $\Delta\vartheta_{evap}$ și $\Delta\vartheta_{cond}$, precum și ale $\vartheta_{C;wat;hr;in;ref}$, sunt indicate în tabelele următoare:

Tabel 3.18 Date privind derularea procesului de răcire

Simbol	Valoare	Condiția	UM
$\Delta\vartheta_{cond}$	4	grup de apă răcită cu răcire cu apă	°C
$\Delta\vartheta_{cond}$	10	climatizoare de cameră și grup de apă răce, răcit cu aer exterior	°C
$\Delta\vartheta_{cond}$	20	grup de apă rece, răcit cu aer interior	°C
$\Delta\vartheta_{evap}$	6	grup de apă rece, răcit cu aer sau cu apă	°C
$\Delta\vartheta_{evap}$	20	climatizoare de cameră răcit cu aer	°C

Tabel 3.19 Temperaturi de referință pentru sistemul de evacuare a căldurii

Situația	sistemul	$\vartheta_{C;gen;hr;req;i;n;ref}$	$\vartheta_{C;gen;hr;req;out;ref}$
climatizor de cameră, sau grup de apă răcită fără reglare		32	Nu este cazul
grup de apă răcită, cu răcire cu aer cu comandă compresor și destindere comandată termostatic sau electric	generator cu compresie și compresor cu piston sau cu spirală	32	Nu este cazul
	generator cu compresie și compresor cu șurub sau compresor centrifugal	32	Nu este cazul
grup de apă răcită cu răcire cu apă și cu comandă compresor și destindere comandată termostatic sau electric	generator cu compresie și evacuare de căldură - umedă (33/27°C)	$\vartheta_{C;wat;hr;in;ref} = 33$	$\vartheta_{C;wat;hr;out;ref} = 27$
	generator cu compresie și compresor cu piston sau compresor centrifugal și evacuare de căldură – uscată (45/40°C, 30 % glycol)	$\vartheta_{C;wat;hr;in;ref} = 45$	$\vartheta_{C;wat;hr;out;ref} = 40$
	generator cu compresie și compresor cu șurub și evacuare de căldură – uscată (45/40°C, 30 % glycol)	$\vartheta_{C;wat;hr;in;ref} = 45$	$\vartheta_{C;wat;hr;out;ref} = 40$

- Evacuarea de căldură la funcționarea în sarcină parțială

Factorul de sarcină parțială mediu al energiei termice degajate de sistemul de evacuare a căldurii, $f_{hr,PL}$ caracterizează degajarea de căldură în funcție de condițiile ambiante. Este determinat pentru fiecare interval de calcul astfel:

$$f_{hr,PL} = a_2 \vartheta^2 + a_1 \vartheta + a_0 \tag{3.159}$$

Valorile coeficienților a_0 , a_1 și a_2 , precum și temperatura ϑ depind de sistem. Date privind acești coeficienți sunt indicate în tabelul 3.3.14. Dacă $f_{C,PL,k}$ nu este definit în condiții nominale de temperatură, $f_{hr,PL} = 1,0$.

Tabel 3.20 Valori ale coeficienților și temperatura din relația factorului de sarcină parțială pentru sistemul de evacuare a căldurii

Tip de sistem	Sistemul	ϑ	a_2	a_1	a_0	Validitate
grup de apă răcită cu răcire cu aer, fără reglarea temperaturii		—	0	0	1	permanent
grup de apă răcită cu răcire cu aer, cu reglarea temperaturii	generator cu compresie și (compresor cu piston sau	ϑ_e	0,0008 3	-0,07753	2,64	$12^\circ\text{C} \leq \vartheta_e \leq 35^\circ\text{C}$
	generator cu compresie și (compresor cu șurub sau compresor centrifugal)	ϑ_e	0,0007 1	-0,08224	2,91	$12^\circ\text{C} \leq \vartheta_e \leq 35^\circ\text{C}$
grup de apă răcită cu răcire cu apă și cu reglarea temperaturii	generator cu compresie și evacuare de căldură umedă ($33^\circ\text{C}/27^\circ\text{C}$)	$\vartheta_{C;wat:hr;in}$	0	-0,0307	2,016 4	$12^\circ\text{C} \leq \vartheta_{C;wat:hr;in} \leq 40^\circ\text{C}$
	generator cu compresie și (compresor cu piston sau compresor centrifugal) și evacuare de căldură – uscată ($45/40^\circ\text{C}$, 30 % glycol)	$\vartheta_{C;wat:hr;in}$	0	-0,0249	2,118 1	$15^\circ\text{C} \leq \vartheta_{C;wat:hr;in} \leq 50^\circ\text{C}$
	generator cu compresie și compresor cu șurub și evacuare de căldură –	$\vartheta_{C;wat:hr;in}$	0	-0,0486	3,185 1	$15^\circ\text{C} \leq \vartheta_{C;wat:hr;in} \leq 50^\circ\text{C}$

Tip de sistem	Sistemul	ϑ	a_2	a_1	a_0	Validitate
	uscată (45/40°C, 30 % glycol)					

Calculul pentru grup de apă răcită cu răcire cu aer sau apă

În relația (101), temperatura este :

dacă evacuarea de căldură prin aer = cu aer exterior

$$\vartheta = \vartheta_e \tag{3.160}$$

sau (de exemplu, evacuarea de căldură prin aer = cu aer interior)

$$\vartheta = \vartheta_i \tag{3.161}$$

unde,

ϑ_e °C Temperatura exterioară (ambientă)

ϑ_i °C Temperatura interioară.

- Energia termică recuperabilă este:

$$Q_{C;gen;out;rbl} = 0 \tag{3.162}$$

- Nivelul temperaturii căldurii recuperabile este:

$$\vartheta_{C;gen;out;max} = \text{nedefinit.} \tag{3.163}$$

- Energia termică degajată prin sistemul de evacuare a căldurii este :

dacă generatorul este cu compresie

$$Q_{hr;out} = Q_{C;gen;in} \left(1 + \frac{1}{EER_n f_{C;PL;k} f_{EER;corr}} \right) \tag{3.164}$$

Dacă nu:

$$Q_{hr;out} = Q_{C;gen;in} \left(1 + \frac{1}{\zeta_n f_{C;PL;k}} \right) \tag{3.165}$$

Calculul pentru grup de apă răcită cu răcire cu apă

În relația (101), temperatura este :

$$\vartheta = \vartheta_{C;wat;hr;in}$$

Temperaturile apei de răcire $\vartheta_{C;wat;hr;in}$ și $\vartheta_{C;wat;hr;out}$ trebuie calculate în mod repetat, cu relația:

$$\vartheta_{C;wat;hr;in} = \begin{cases} \vartheta_{C;wat;hr;out} + \frac{Q_{hr;out}}{t_{C;gen;op} \Phi_{hr;n}} (\vartheta_{C;wat;hr;in;ref} - \vartheta_{C;wat;hr;out;ref}) & \text{NO_CTRL} \\ \vartheta_{C;wat;hr;in;ref} & \text{CNST_TEMP} \\ \max \left(\vartheta_{C;wat;hr;in;limit}, \vartheta_{C;wat;hr;out} + \frac{Q_{hr;out}}{t_{C;gen;op} \Phi_{hr;n}} (\vartheta_{C;wat;hr;in;ref} - \vartheta_{C;wat;hr;out;ref}) \right) & \text{VAR_TEMP} \end{cases} \tag{3.166}$$

și una dintre formulele (108), (109), în funcție de sistemul de evacuare a căldurii.

Acronimele au semnificația modului de reglare a evacuării căldurii: NO_CTRL - fără reglare, CNST_TEMP - cu temperatură constantă a apei de răcire și VAR_TEMP - cu temperatură variabilă a apei de răcire.

Termenii din formule au semnificația următoare:

$\vartheta_{C;wat;hr;out}$	Temperatura apei de răcire ce revine din sistemul de evacuare a căldurii, în intervalul de calcul considerat.	°C
$\vartheta_{C;wat;hr;in}$	Temperatura apei de răcire ce ajunge în sistemul de evacuare a căldurii, în intervalul de calcul considerat	°C
$\vartheta_{C;wat;hr;in;ref}$	Temperatura de referință a apei de răcire ce ajunge în sistemul de evacuare a căldurii	°C
$\vartheta_{C;wat;hr;out;ref}$	Temperatura de referință a apei de răcire ce revine din sistemul de evacuare a căldurii	°C
$\vartheta_{C;wat;hr;in;limit}$	Limita inferioară a temperaturii de intrare a apei în sistemul de evacuare a căldurii	°C
$\Phi_{hr;n}$	Puterea nominală a sistemului de evacuare a căldurii	kW
$Q_{hr;out}$	Energia transferată a sistemului de evacuare a căldurii, în intervalul de calcul considerat definit prin (55).	kWh

- Temperatura de ieșire a apei din sistemul de evacuare a căldurii se calculează după cum urmează:

dacă evacuare de căldură - umedă sau hibridă cu control umed

$$\vartheta_{C;wat;hr;in} = \vartheta_{C;wat;hr;out} - \eta_e (\vartheta_{C;wat;hr;in} - \vartheta_{e;wb}) \quad (3.167)$$

sau dacă evacuare de căldură – uscată sau hibridă cu control uscat

$$\vartheta_{C;wat;hr;in} = \vartheta_{C;wat;hr;out} - \eta_e (\vartheta_{C;wat;hr;in} - \vartheta_e) \quad (3.168)$$

sau pentru evacuare de căldură – hibridă

dacă $Q_{hr;out} > \Phi_{hr;n,dry} \cdot t_{C;gen;op}$:

și evacuarea este hibridă și cu control umed (se poate utiliza relația (49)

sau :

și evacuarea este hibridă și cu control uscat (se poate utiliza relația (50)

unde

$\vartheta_{e;wb}$	Temperatura umedă medie a aerului exterior, pentru intervalul de calcul considerat	°C
ϑ_e	Temperatura medie a aerului exterior pentru intervalul de calcul considerat	°C
η_e	Raportul temperaturii de vaporizare	-
$\Phi_{hr;n,dry}$	Puterea nominală a sistemului de evacuare a căldurii, la funcționarea în regim uscat	kW

- Energia termică recuperabilă se calculează astfel:

Dacă generatorul este cu compresie

$$Q_{C;gen;out;rbl} = Q_{C;gen;in} \left(1 + \frac{1}{EER_n f_{C;PL;k} f_{EER;corr}} \right) \quad (3.169)$$

sau

$$Q_{C;gen;out;rbl} = Q_{C;gen;in} \left(1 + \frac{1}{\zeta_n f_{C;PL;k}} \right) \quad (3.170)$$

- Temperatura căldurii evacuate se obține cu aproximație cu relația:

$$Q_{C;gen;out;max} = Q_{C;wat;hr;in} \tag{3.171}$$

- Energia termică degajată/eliminată prin sistemul de evacuare a căldurii este:

$$Q_{hr;out} = \max(Q_{C;gen;out;rbl} - Q_{C;gen;out;req} ; 0) \tag{3.172}$$

unde

$Q_{C;gen;out;req}$ Energia termică necesară recuperării, în kWh

- Funcționarea în regim de răcire gratuită

Pentru factorii de răcire gratuită, valorile prin lipsă sunt $f_{hr;fc}=1$ și $f_{hr;fc;el}=1$

- Funcționarea de generatoare de frig multiple

În situația funcționării de generatoare de frig multiple, factorul $f_{C,mult}$ este precizat în tabelul urmator.

Tabel 3.21 Factorul $f_{C,mult}$ pentru generatoare de frig multiple, pentru diferite clase de reglare în sarcină parțială

Opțiuni de reglare	Număr de generatoare	Clase de reglare în sarcină parțială			
		A	B	C	D
unic	1	1,0			
secvențial	2	1,31	1,14	1,03	0,93
	≥ 3	1,38	1,16	1,03	0,91
paralel	≥ 2 , dacă $\frac{\Phi_{C,gen,n,min}}{\Phi_{C,gen,n,max}} \geq 0,25$	1,10	1,07	1,01	0,96
	≥ 2 , dacă $\frac{\Phi_{C,gen,n,min}}{\Phi_{C,gen,n,max}} \leq 0,25$	1,28	1,12	1,02	0,94
a Dacă distribuția sarcinii este inegală, se reglează funcție de generatorul cel mai mic b Dacă distribuția sarcinii este inegală, se reglează funcție de generatorul cel mai mic. c Dacă generatoarele sunt egale, $f_{C,mult} = 1,0$. d Valori prin lipsă dacă puterile nominale nu sunt cunoscute.					

Calculul energiei consumate

- Puterea furnizată pentru generarea frigului

Intrarea de energie de generare a frigului este:

Pentru generatoare cu compresie

$$E_{C;gen;el;in} = \frac{Q_{C;gen;in}}{PLV \cdot EER_n \cdot f_{EER;corr}} \tag{3.173}$$

Sau, pentru generatoare prin absorbție,

$$Q_{H;C;gen;abs;in} = \frac{Q_{C;gen;in}}{PLV \cdot \zeta_n} \tag{3.174}$$

unde

$Q_{C;gen;in}$	Energia termică extrasă de unitatea de răcire	kWh
$E_{C;gen;el;in}$	Energia electrică necesară pentru răcire (antrenarea compresorului)	kWh
EER_n	Randamentul energetic nominal pentru producerea de frig	-
$Q_{H;C;gen;abs;in;req}$	Energia calorică necesară pentru generarea de frig prin absorbție	kWh
ζ_n	Raportul de căldură nominal	-

- Energia echipamentelor auxiliarelor

Energia echipamentelor auxiliare pentru evacuarea căldurii se calculează după cum urmează :

Dacă grup de apă răcită cu răcire cu aer

$$W_{hr;el;in} = 0 \quad (3.175)$$

sau

$$W_{hr;el;in} = Q_{hr;out} \cdot p_{hr;el} \cdot f_{hr;PL;el} \cdot f_{hr;fc;el} \quad (3.176)$$

unde

$p_{hr;el}$	Cererea de energie electrică specifică în sistemul de evacuare a căldurii
$f_{hr;PL;el}$	Factor de sarcină parțială pentru evacuarea căldurii
$f_{hr;fc;el}$	Factor de răcire gratuită, electric.

Valorile prin lipsă pentru factorii $p_{hr;el}$, $f_{hr;PL;el}$ și $f_{hr;fc;el}$ sunt indicate în tabelele 3.22 și 3.23 .

Tabel 3.22. Valori ale consumului de energie electrică pentru evacuarea căldurii

Sistemul de evacuare a căldurii	Consumul de putere electrică specifică $p_{hr;el}$ în kW/kW		
	Pentru sistem umed (include pompele pentru pulverizarea apei)		Pentru sistem uscat
	Circuit deschis	Circuit închis	
Fără atenuator de zgomot suplimentar (ventilatoare axiale)	0,033	0,018	0,045
Cu atenuator de zgomot suplimentar (ventilatoare radiale)	0,040	0,021	—

Tabel 3.23. Factor de sarcină parțială aferent evacuării căldurii, pentru electricitate, $f_{hr;PL;el}$

Controlul evacuării căldurii	Tip de evacuare de căldură sau control pt evacuare hibridă	
	Uscat sau hibrid uscat	Umed sau hibrid umed
Fără control	1	1
Cu temperatura apei de răcire, constantă	0,1	0,1
Cu temperatura apei de răcire, variabilă	0,45	0,8

Cererea de energie electrică pentru comandă, reglatoare, sonde, etc, se determină cu relația:

$$W_{ctrl;el;in} = t_{C;gen;op} \sum_j P_{ctrl;el;j} \quad (3.177)$$

unde

$P_{ctrl;el;j}$ Cererea de putere electrică a sistemului de comandă j, în kW

- Necesarul de energie pentru distribuția apei aferentă evacuării caldurii se calculează astfel:

Dacă grupul de apă răcită este cu răcire cu aer

$$W_{dis;hr;el;in} = 0 \quad (3.178)$$

sau

$$W_{dis;hr;el;in} = Q_{hr;out} \cdot p_{dis;el} \quad (3.179)$$

unde

$p_{dis;el}$ Cererea de energie electrică specifică sistemului de distribuție, în kW

Cererea de energie auxiliară este:

$$W_{aux;el;in} = W_{hr;el;in} + W_{dist;hr;el;in} + W_{ctrl;el;in} \quad (3.180)$$

- Randamentul energetic al generării de frig
dacă generatorul este cu compresie, randamentul este :

$$EER = \frac{Q_{C;gen;in}}{E_{C;gen;el;in} + W_{aux;el;in}} \quad (3.181)$$

sau

$$\zeta = \frac{Q_{C;gen;in}}{Q_{H;C;gen;abs;in}} \quad (3.182)$$

3.2.6.4. Exemple de calcul

Exemplul se referă la consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de climatizare de tip aer-apă sau aer-refrigerent

Se consideră un sistem de răcire cu detentă directă cu unități de climatizare compacte, având caracteristicile următoare:

Emisia căldurii/frigului se realizează în mai multe zone termice $j = 1 \dots 4$,

Reglarea temperaturii de ieșire din generatorul de frig (DX_CLG_DIS_TYPE: ZONE_BASED).

Reglarea temperaturii de ieșire pentru generarea de frig: temperatură variabilă în unitatea de generare a frigului (CLG_GEN_TMP_CTRL: VARIABLE în cazul nostru, sau CONST)

Reglarea temperaturii de ieșire a apei răcite din sistemul de distribuție: punct de reglare variabil cu compensare a temperaturii exterioare (CLG_DISTR_TMP_CTRL: ODA_COMP în cazul nostru, sau CONST).

Metoda de calcul: simplificată.

Datele de intrare utilizate sunt reunite în tabelul 3.24:

Tabelul 3.24 Date de intrare pentru exemplul de sistem aer-apă (sau aer-refrigerent)

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Origine
Date privind condițiile de funcționare				
Interval de timp de calcul	tc,i	h	744	M1-9
Temperatură a aerului ambiant	θe	°C	19	M1-13
Necesar energetic sensibil pentru răcire, pentru zona termică j=1	QC;nd;zt;j	kWh	72.81108	M2-2
Necesar energetic sensibil pentru răcire, pentru zona termică j=2	QC;nd;zt;j	kWh	25.59999	M2-2
Necesar energetic sensibil pentru răcire, pentru zona termică j=3	QC;nd;zt;j;i	kWh	66.13037	M2-2
Necesar energetic sensibil pentru răcire, pentru zona termică j=4	QC;nd;zt;j;i	kWh	22.00564	M2-2
Energie la ieșirea din bateria de răcire a CTA (CTA) necesară pentru sistemul de ventilare k=1	QC;ahu,k;out;req;i	kWh	0	M5-8
Energie la ieșirea din bateria de răcire a CTA (CTA) necesară pentru sistemul de ventilare k=2	QC;ahu,k;out;req;i	kWh	0	M5-8
Temperatura necesară a aerului de răcire de introducere	θSUP;C;req	°C	16	M5-8
Pierderi termice asociate emisiei frigului în zona termică j=1	QC;em,ls;zt,j	kWh	3.64055	M4-5
Pierderi termice asociate emisiei frigului în zona termică j=2	QC;em,ls;zt,j	kWh	1.28000	M4-5
Pierderi termice asociate emisiei frigului în zona termică j=3	QC;em,ls;zt,j	kWh	3.30652	M4-5
Pierderi termice asociate emisiei frigului în zona termică j=4	QC;em,ls;zt,j	kWh	1.10028	M4-5
Energie auxiliară pentru sistemul de emisie a frigului în zona termică j=1	WC;aux;em;j	kWh	0.72811	M4-5
Energie auxiliară pentru sistemul de emisie a frigului în zona termică j=2	WC;aux;em;j	kWh	0.25600	M4-5
Energie auxiliară pentru sistemul de emisie a frigului în zona termică j=3	WC;aux;em;j	kWh	0.66130	M4-5
Energie auxiliară pentru sistemul de emisie a frigului în zona termică j=4	WC;aux;em;j	kWh	0.22006	M4-5
Parte de energie auxiliară pentru distribuția frigului corespunzătoare apei răcite	fwat;C;dis;aux	-	0.5	M4-6
Temperatura interioară echivalentă	θint;inc	°C	26	M4-5

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Origine
Energie de răcire extrasă de sistemul de generare a frigului	QC;gen;in	kWh	195.87443	M4-8
Temperatură a apei răcite la ieșire din generatorul de frig	9C;gen;out	°C	26	M4-8
Energie electrică de intrare în sistemul de generare a frigului	EC;gen;el;in	kWh	48.96861	M4-8
Intrare de căldură pentru generarea frigului prin absorbție	QH;C;gen;abs;in	kWh	0	M4-8
Energia auxiliară în sistemul de generare a frigului	WC;aux;gen	kWh	0	M4-8
Date privind proiectarea sistemului				
Proiectarea procesului				
Reglarea temperaturii de ieșire din generarea de frig	DX_CLG_DIS_TYPE		ZONE_BASED	
Temperatura de ieșire setată pentru generarea de frig	9C;gen;out;set	°C	6	local
Temperatura de intrare maximă setată pentru ansamblul sistemului de distribuție, pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	9C;dis;flw;set;max	°C	16	local
Temperatura de intrare minimă setată pentru întreg ansamblul sistemului de distribuție, pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	9C;dis;flw;set;min	°C	8	local
Factor de pantă pentru ansamblul sistemului de distribuție, pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	fe	-	-0.8	local
Temperatura de echilibru pentru ansamblul sistemului de distribuție, pentru opțiunea de reglare ODA_COMP	$\Delta\theta_{off}$	K	28.0	local
Factor pentru pierderile termice în sistemul de distribuție a frigului (calcul simplificat)	fC;ls;dis	-	0.1	local
Factor pentru energia echipamentelor auxiliare din sistemul de distribuție a frigului (calcul simplificat)	fC;aux;dis	-	0.01	local
Factor de pondere pentru energia termică	fW;th	-	1	local
Factor de pondere pentru energia electrică	fW;el	-	1	local
Date privind tipul de reglare				
Reglarea temperaturii de ieșire pentru generarea de frig	CLG_GEN_TMP_CTRL		VARIABLE	

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Origine
Reglarea temperaturii de ieșire a apei răcite din ansamblul sistemului de distribuție	CLG_DISTR_TMP_CTRL		ODA_COMP	
Constante	–			
Densitatea apei	ρ_{wat}	kg/m ³	1000	
Căldura specifică a apei	c_{wat}	kWh/kg K	1.16E-03	

Etapele de calcul descrise în continuare se pot aplica tuturor tipurilor de sisteme de răcire prezentate în Tabelul 3.5. (sisteme de climatizare aer-apă și sisteme aer –refrigerent). În exemplul prezentat se tratează un sistem cu detentă directă.

Tabelul 3.25 Desfășurarea calculului la exemplul de sistem aer-apă (sau aer-refrigerent)

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-9/(*am)	Formula
Calculul condițiilor de funcționare					
Sisteme cu detentă directă					
Temperatura de ieșire necesară generării pentru emisia căldurii în funcție de zona termică	$\vartheta_{C,gen;out;req}$	°C	26.0	(1a)/ (3.136)	$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{C,int;inc}$
Temperatura de ieșire necesară generării pentru distribuție realizată prin sistemul de aer	$\vartheta_{C,gen;out;req}$	°C	-	(1b)/ (3.137)	$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{SUP;C;req}$
Sisteme aer-apă					
Temperatura de ieșire necesară generării dacă CLG_GEN_TMP_CTRL = CONST	$\vartheta_{C,gen;out;req}$	°C	-	(1c)/ (3.138)	$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{C;gen;out;set}$
Temperatura de ieșire necesară generării, condiția dacă nu	$\vartheta_{C,gen;out;req}$	°C	-	(1d)/ (3.139)	$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{C;dis;in;flw;req}$
Temperatura de intrare necesară pentru ansamblul sistemului de distribuție, dacă CLG_DISTR_TMP_CTRL = CONST	$\vartheta_{C;dis;in;flw;req}$	°C	-	(2a)/ (3.140)	$\vartheta_{C;dis;in;flw;req} = \vartheta_{C;dis;flw;set}$
Temperatura de intrare necesară pentru ansamblul sistemului de distribuție, dacă CLG_DISTR_TMP_CTRL = ODA_COMP	$\vartheta_{C;dis;in;flw;req}$	°C	12.8	(2b)/ (3.141)	$\vartheta_{C;dis;in;flw;req} = \min[\vartheta_{C;dis;flw;set;max;; \max(\vartheta_{C;dis;flw;set;min} ; \vartheta_e + \Delta\vartheta_{off})]$
Calcul energetic					

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-9>(*am)	Formula
Energia reală extrasă din zona termică j=1 pentru sisteme cu detentă directă	QC;zt;j	kWh	72.81	(3)/ (3.142)	$Q_{C;zt,j} = \min \left[Q_{C;nd;zt,j} ; \frac{Q_{C;nd;zt,j}}{Q_{C;gen;in;req}} \cdot Q_{C;gen;in} \right]$
Energia reală extrasă din zona termică j=2 pentru sisteme cu detentă directă	QC;zt;j	kWh	25.60	(3)/ (3.142)	
Energia reală extrasă din zona termică j=3 pentru sisteme cu detentă directă	QC;zt;j	kWh	66.13	(3)/ (3.142)	
Energia reală extrasă din zona termică j=4 pentru sisteme cu detentă directă	QC;zt;j	kWh	22.01	(3)/ (3.142)	
Energia reală extrasă din CTA k=1	QC;ahu;k;out	kWh	-	(4)/ (3.143)	$Q_{C;ahu,k;out} = \min \left[Q_{C;ahu,k;out;req} ; \frac{Q_{C;ahu,k;out;req}}{Q_{C;dis;in;req}} \cdot Q_{C;gen;in} \right]$
Energia reală extrasă din CTA k=2	QC;ahu;k;out	kWh	-	(4)/ (3.143)	
Sisteme cu detentă directă					
Energia necesară care trebuie extrasă de sistemul de generare a frigului, pt sistem cu detentă directă	QC;gen;in;req	kWh	195.87	(5a)/ (3.144)	$Q_{C;gen;in;req} = \sum_j Q_{C;nd;zt,j} + \sum_j Q_{C;em;ls,j}$
Energia necesară care trebuie extrasă de sistemul de generare a frigului, pt sistem cu detentă directă	QC;gen;in;req	kWh	-	(5b)/ (3.144)	$Q_{C;gen;in;req} = \sum_k Q_{C;ahu,k;out;req}$
Sisteme aer-apă					
Energia necesară care trebuie extrasă de sistemul de generare a frigului	QC;gen;in;req	kWh	-	(6)/ (3.145)	$Q_{C;gen;in;req} = \sum_j Q_{C;nd;zt,j} + \sum_j Q_{C;em;ls,j} + \sum_k Q_{C;ahu,k;out;req} + Q_{C;dis;ls} + f_{war,C;aux;dis} \cdot W_{C;aux;dis}$
Pierderile termice datorate distribuției frigului	QC;ls;dis	kWh	-	(7)/ (3.146)	

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-9>(*am)	Formula
					$Q_{C;ls;dis} = f_{C;ls;dis} \cdot \left(\sum_j Q_{C;nd;zt,j} + \sum_j Q_{C;em;ls,j} + \sum_k Q_{C;ahu,k;out;req} \right)$
energia echipamentelor auxiliare pentru răcire	WC;aux;dis	kWh	-	(8)/ (3.147)	$W_{C;aux;dis} = f_{C;aux;dis} \cdot \left(\sum_j Q_{C;nd;zt,j} + \sum_j Q_{C;em;ls,j} + \sum_k Q_{C;ahu,k;out;req} \right)$
Calculul performanței energetice					
Randamentul anual al întregului sistem de răcire	$\eta_{C;tot;an}$	-	3.56	(25)	$\eta_{C;tot;an} = \frac{\sum_{t_d} \left(\sum_j Q_{C;zt,j;i} + \sum_k Q_{C;ahu,out;k;i} \right)}{\sum_{t_d} (f_{w;el} \cdot E_{C;gen;el;in} + f_{w;th} \cdot Q_{H;C;gen;abs;in} + f_{w;el} \cdot W_{C;aux;gen} + f_{w;el} \cdot W_{C;aux;sto} + f_{w;el} \cdot W_{C;aux;dis} + f_{w;el} \cdot W_{C;aux;em})}$
Energia totală a echipamentelor auxiliare pentru emisia de frig	WC;aux;em	kWh	1.87	(26)	$W_{C;aux;em} = \sum_i \sum_j W_{C;aux;em;j;i}$
Eficiența anuală a sistemului de generare a frigului	$\eta_{C;gen;an}$	-	3.88	(28)	$\eta_{C;gen;an} = \frac{\sum_{t_{ei}} Q_{C;gen;in}}{\sum_{t_{ei}} (f_{w;el} \cdot E_{C;gen;el;in} + f_{w;th} \cdot Q_{H;C;gen;abs;in} + f_{w;el} \cdot W_{C;aux;gen})}$

Datele de ieșire ale calculului simplificat adoptat sunt prezentate în tabelul 3.26 de mai jos.

Notă pentru semnificația (*am) - numerotarea relațiilor din paranteză corespunde formulelor din actuala metodologie

Tabelul 3.26 Date de ieșire la exemplul de sistem aer-apă (sau aer-refrigerent)

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Destinație (modul)
Energie electrică de intrare la generarea frigului	EC;gen;el;in	kWh	48.969	M1-9
Energie a echipamentelor auxiliare pentru emisia de frig	WC;aux;em	kWh	1.865	M1-9
Energie a echipamentelor auxiliare pentru distribuția de frig	WC;aux;dis	kWh	0.000	M1-9
Energie a echipamentelor auxiliare pentru generarea de frig	WC;aux;gen	kWh	0.000	M1-9
Energie de răcire extrasă din zona termică j=1	QC;out;zt,j	kWh	72.811	M2-2, M4-5
Energie de răcire extrasă din zona termică j=2	QC;out;zt,j	kWh	25.600	M2-2, M4-5
Energie de răcire extrasă din zona termică j=3	QC;out;zt,j	kWh	66.130	M2-2, M4-5
Energie de răcire extrasă din zona termică j=4	QC;out;zt,j	kWh	22.006	M2-2, M4-5
Temperatură de ieșire necesară pentru generare	$\vartheta_{C;gen;out;req}$	°C	26.0	M4-8
Energie de răcire necesară în sistemul de generare a frigului	QC;gen;in;req	kWh	195.874	M4-8
Energia furnizată de bateria de răcire din centrala de tratare a aerului (CTA) pentru sistemul de ventilare k=1	QC;ahu;out;k	kWh	-	M5-8
Energia furnizată de bateria de răcire din centrala de tratare a aerului (CTA) pentru sistemul de ventilare k=2	QC;ahu;out;k	kWh	-	M5-8
Expresia performanței energetice				
Randamentul anual al întregului sistem de răcire	$\eta_{C;tot;an}$	-	3.56	
Randamentul anual al sistemului de generare a frigului	$\eta_{C;gen;an}$	-	3.88	

Exemplul 2 se referă la un sistem de climatizare pentru o zonă de răcire cu aer, cu capacitate fixă (sistem split sau sistem cu debit de refrigerent variabil - VRV/VRF).

Exemplul de calcul tratează următorul caz:

tipul sistemului de răcire: climatizoare de încăpere cu răcire cu aer (REFR_TYPE: AIR_CLG_RAC)

sistem de generare a frigului cu compresie (GEN_TYPE : COMP),

compresor considerat: cu piston (COMP_TYPE: PSTN),

tipul de reglare a compresorului: reglare de putere fixă (numai pornit/oprit) (COMP_CTRL_TYPE: FIXED)

zonarea sistemului de climatizare: o singură zonă (AIR_CLG_RAC_ZONE_TYPE: SINGLE),

sistem de evacuare a căldurii răcit cu aer: evacuare de căldură în aerul exterior, adică la temperatura aerului exterior (AIR_CLG_HEAT_REJ: EXTERNAL)

sistem de evacuare a căldurii: în regim uscat (HEAT_REJ_TYPE: DRY),

reglarea temperaturii de generare a frigului: compresor comandat și supapă de expansiune termostatică sau electrică (CLG_GEN_TMP_CTRL: TRUE)

număr de generatoare de frig: unul singur (CLG_GEN_ARR: SINGLE),

reglarea eliminării căldurii: temperatura apei de răcire variabilă (HEAT_REJ_CTRL: VAR_TEMP).

reglarea eliminării hibride de căldură (HBRD_HEAT_REJ_CTRL: nu se aplică).

Cele mai importante date de intrare sunt prezentate în tabelul 3.27 următor:

Tabelul 3.27 Date de intrare exemplul 2

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare
Date privind condițiile de funcționare			
Energia termică necesară pentru extracție de către unitatea frigorifică	QC,gen,in,req	kWh	10,0
Energie termică necesară pentru recuperare	QC,gen,out,req	kWh	0
Intervalul de timp de funcționare a generării frigului	tC,gen,op	h	1
Temperatura aerului înconjurător/exterior	ϑe	°C	32
Temperatura aerului înconjurător după termometrul umed	ϑe;wb	°C	21
Temperatura de ieșire necesară la generarea răcirii	ϑC;gen;req;out	°C	6
Temperatura interioară a aerului	ϑi	°C	20
Puterea electrică pentru reglare, acționări, senzori etc.	Pctrl;el;j	kW	0,1
Factor de încărcare parțială la o anumită fază de sarcină parțială	fC,PL,k	-	1,27
Factor de răcire liberă	fhr,fc	-	1
Factor electric de răcire liberă	fhr,fc,el	-	1
Factor de generator multiplu	fC,mult	-	1
Factor electric de sarcină parțială de eliminare a căldurii	fhr,PL,el	-	1
Valoarea sarcinii parțiale a tipului de sistem de absorbție	PLVabs	-	1
Date despre produs			
Date de descriere a produsului			

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare
Tipul sistemului de refrigerare	REFR_TYPE		AIR_CLG_RAC
Tipul sistemului de generare a răcirii	GEN_TYPE		COMP
Tipul compresorului	COMP_TYPE		PSTN
Tipul de reglare a compresorului	COMP_CTRL_TYPE		FIXED
Zonarea sistemului de climatizare	AIR_CLG_RAC_ZONE_TYP		SINGLE
Eliminarea căldurii prin răcire cu aer	AIR_CLG_HEAT_REJ		EXTERNAL
Tipul sistemului de eliminare a căldurii	HEAT_REJ_TYPE:		DRY
Date tehnice ale produsului			
Puterea termică nominală a unității frigorifice	$\Phi_{C;gen;n}$	kW	20
Putere termică nominală a sistemului de eliminare a căldurii	$\Phi_{hr;n}$	kW	25
Puterea termică nominală a sistemului de eliminare a căldurii în modul de funcționare uscată	$\Phi_{hr;n;dry}$	kW	25
Raport de eficiență energetică nominală	EERn	-	3,5
Proporția de căldură nominală (sisteme cu absorbție)	ζ_n	-	-
Temperatura ambiantă pentru raportul de eficiență energetică nominal al sistemului răcit cu aer	$\vartheta_{e;n}$	°C	35
Temperatura interioară pentru raportul de eficiență energetică nominal al sistemului răcit cu aer	$\vartheta_{i;n}$	°C	20
Temperatura de ieșire de generare a răcirii necesară în condiții nominale	$\vartheta_{C;gen;req;out;n}$	°C	7
Temperatura ambiantă de referință pentru sistemul răcit cu aer	$\vartheta_{e;ref}$	°C	32
Apă de răcire de intrare de referință pentru eliminarea căldurii	$\vartheta_{C;wat;hr;in;ref}$	°C	45
Apă de răcire de ieșire de referință pentru eliminarea căldurii	$\vartheta_{C;wat;hr;out;ref}$	°C	40
Apă de răcire de intrare nominală pentru eliminarea căldurii	$\vartheta_{C;wat;hr;in;n}$	°C	45
Apă de răcire de intrare de referință pentru eliminarea căldurii	$\vartheta_{C;wat;hr;in;limit}$	°C	20
Diferența de temperatură a vaporizatorului	$\Delta\vartheta_{evap}$	°C	20
Diferența de temperatură a condensatorului	$\Delta\vartheta_{cond}$	°C	10
Energie electrică specifică pentru eliminarea căldurii	$p_{hr;el}$	kW/kW	0,018
Energie electrică specifică pentru distribuție	$p_{dist;el}$	kW/kW	0,025
Coeficient	a0	-	1
Coeficient	a1	1/°C	0
Coeficient	a2	1/°C ²	0
Coeficient pentru eliminarea căldurii	b0	-	0,417
Coeficient pentru eliminarea căldurii	b1	1/°C	0
Date de proiectare a sistemului			

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare
Proiectarea procesului			
Reglarea temperaturii de generare a răcirii	CLG_GEN_T MP_CTRL		TRUE
Dispozitiv multiplu generator de răcire	CLGL_GEN_A RR		SINGLE
Reglarea eliminării căldurii	HEAT_REJ_C TRL		VAR_TEMP
Date privind tipul de reglare			
Reglarea eliminării hibride de căldură	HBRD_HEAT_ REJ_CTRL		-
Constante			
Temperatura absolută	T0,abs	K	273,15

Etapele de calcul pentru acest exemplu sunt sintetizate în tabelul 3.28 de mai jos.

Tabelul 3.28 Desfășurarea calculului la exemplul 2

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-13>(*am)	Formula
Calculul condițiilor de funcționare					
Valoarea de sarcină parțială	PLV		1,270	29/ (3.148)	$PLV = f_{C,PL,k} f_{hr,PL} f_{hr,fc} f_{C,mult}$
Funcționare de sarcină parțială de generare a răcirii					
Factorul de sarcină parțială al cerinței de energie de răcire necesară	f _C ;PL		0,500	30/ (3.149)	$f_{C,PL} = \frac{Q_{C,gen,in,req}}{t_{ci} \Phi_{C,gen,n}}$
Fază de sarcină parțială	k		0,500	31/ (3.150)	$0.05 \leq f_{C,PL} < 0.15 \rightarrow k = 0.1;$ $0.15 \leq f_{C,PL} < 0.25 \rightarrow k = 0.2;$ $0.95 \leq f_{C,PL} \rightarrow k = 1.0;$
Factor de sarcină parțială	f _C ;PL;k		1,270	32/ (3.151)	$f_{C,PL} < 0.05 \rightarrow f_{C,PL} = 1$
Energia termică extrasă de unitatea frigorifică	Q _C ;gen;in	kWh	10,000	33, 34/ (3.152-153)	$Q_{C,gen,in} = Q_{C,gen,in,req} \quad Q_{C,gen,in} = t_{C,gen,op} \Phi_{C,gen,n}$
Factor de sarcină parțială al cerinței de energie de răcire acoperită	f _C ;PL;c _{vd}		1,000	35/ (3.154)	$f_{C,PL,cvd} = \min \left(1.0; \frac{Q_{C,gen,in}}{Q_{C,gen,in,req}} \right)$
Corecția de temperatură a raportului de eficiență energetică al generatorului de răcire					

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-13/(*am)	Formula
Factorul de corecție a temperaturii a raportului de eficiență energetică al generatorului de răcire	fEER;corr		1,032	36/ (3.155)	$f_{EER,corr} = \frac{\frac{T_{0,abs} + \vartheta_{C,gen,req,out} - \Delta\vartheta_{evap}}{\left(T_{0,abs} + \vartheta_{C,gen,hr,req,in,ref} + \Delta\vartheta_{cond} \right) - \left(T_{0,abs} + \vartheta_{C,gen,req,out} - \Delta\vartheta_{evap} \right)}}{\frac{T_{0,abs} + \vartheta_{C,gen,req,out,n} - \Delta\vartheta_{evap}}{\left(T_{0,abs} + \vartheta_{C,gen,hr,req,in,n} + \Delta\vartheta_{cond} \right) - \left(T_{0,abs} + \vartheta_{C,gen,req,out,n} - \Delta\vartheta_{evap} \right)}}$
Relația logică pentru răcirea cu aer			TRUE		
Relația logică pentru răcirea cu apă			FALSE		
Temperatura de intrare necesară pentru eliminarea căldurii	$\vartheta_{C,gen,hr,req,in,ref}$	°C	32,000	37–39/ (3.156-158)	$\vartheta_{C,gen,hr,req,in,ref} = \vartheta_{e,ref}$ $\vartheta_{C,gen,hr,req,in,ref} = \vartheta_{e,ref}$ $\vartheta_{C,gen,hr,req,in,ref} = \vartheta_{C, wat,hr,in,ref}$
Temperatura de intrare necesară pentru eliminarea căldurii la condiții nominale	$\vartheta_{C,gen,hr,req,in,n}$	°C	35,000	37–39/ (3.156-158)	$\vartheta_{C,gen,hr,req,in,n} = \vartheta_{e,n}$ $\vartheta_{C,gen,hr,req,in,n} = \vartheta_{i,n}$ $\vartheta_{C,gen,hr,req,in,n} = \vartheta_{C, wat,hr,in,n}$
Funcționare în sarcină parțială de eliminare a căldurii					
Factorul de sarcină parțială al sistemului de eliminare a căldurii	f _{hr,PL}		1,000	40/ (3.159)	$f_{hr,PL} = a_2\vartheta^2 + a_1\vartheta + a_0$
Temperatura care trebuie introdusă în formula de calcul (34)	ϑ	°C	32,000	41, 47/ (3.160)	$\vartheta = \vartheta_e$ $\vartheta = \vartheta_{C, wat,hr,out}$
Sisteme răcite cu aer					
Energie termică recuperabilă	$Q_{C,gen,ou t,rbl}$	kWh	0,000	43/ (3.162)	$Q_{C,gen,ou t,rbl} = 0$
Nivelul de temperatură al căldurii recuperabile	$\vartheta_{C,gen,ou t,rbl}$	°C	nu este definită	44/ (3.163)	$\vartheta_{C,gen,ou t,rbl} = \text{not defined}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-13/(*am)	Formula
Energia termică ce trebuie transferată prin sistemul de eliminare a căldurii	Q _{hr,out}	kWh	12,181	45, 46/ (3.164-165)	$Q_{hr,out} = Q_{C,gen,in} \left(1 + \frac{1}{\zeta_n f_{C,PL,k}} \right)$ $Q_{hr,out} = Q_{C,gen,in} \left(1 + \frac{1}{EER_n f_{C,PL,k} f_{EER,corr}} \right)$
Sisteme răcite cu apă – nu este cazul în acest exemplu					
Temperatura de admisie a apei de răcire (HEAT_REJ_CTRL = "NO_CTRL")	ϑ _{W,hr,in}	°C	nu este disponibilă	48/ (3.166)	
Temperatura de admisie a apei de răcire (HEAT_REJ_CTRL = "CNST_TEMP")	ϑ _{W,hr,in}	°C	nu este disponibilă	48/ (3.166)	
Temperatura de admisie a apei de răcire (HEAT_REJ_CTRL = "VAR_TEMP")	ϑ _{W,hr,in}	°C	nu este disponibilă	48/ (3.166)	
Temperatura de admisie a apei de răcire	ϑ _{W,hr,in}	°C	nu este disponibilă	48/ (3.166)	
Temperatura de admisie a apei de răcire	ϑ _{W,hr,out}	°C	nu este disponibilă	49, 50/ (3.167-168)	$\vartheta_{W,hr,out} = \vartheta_{W,hr,in} - \eta_e (\vartheta_{W,hr,in} - \vartheta_{e,wb})$ $\vartheta_{W,hr,out} = \vartheta_{W,hr,in} - \eta_e (\vartheta_{W,hr,in} - \vartheta_e)$
Relația logică pentru eliminarea căldurii uscate					HEAT_REJ_TYPE = WET sau (HEAT_REJ_TYPE = HBRD și HBRD_HEAT_REJ_CTRL = HBRD_WET)

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-13/(*am)	Formula
Relația logică pentru eliminarea căldurii umede					HEAT_REJ_TYPE = DRY sau (HEAT_REJ_TYPE = HBRD și HBRD_HEAT_REJ_CTRL = HBRD_DRY)
Modulul de reglare a eliminării hibride de căldură					
Diferența de temperatură la evacuarea apei de răcire					
Temperatura de admisie a apei de răcire	$\vartheta_{W;hr,in}$	°C	20,000		
Energia termică recuperabilă	$Q_{C;gen;out;rbl}$	kWh		52, 53/ (3.169-170)	$Q_{C,gen,out,rbl} = Q_{C,gen,in} \left(1 + \frac{1}{EER_n f_{C,PL,k} f_{EER,corr}} \right)$ $Q_{C,gen,out,rbl} = Q_{C,gen,in} \left(1 + \frac{1}{\zeta_n f_{C,PL,k}} \right)$
Nivelul de temperatură al căldurii recuperabile	$\vartheta_{C;gen;out;rbl}$	°C	nu este disponibilă	54/ (3.171)	$\vartheta_{C,gen,out,max} = \vartheta_{C,wat,hr,in}$
Energia termică ce trebuie transferată prin sistemul de eliminare a căldurii	$Q_{hr,out}$	kWh		55/ (3.172)	$Q_{hr,out} = \max(Q_{C,gen,out,rbl} - Q_{C,gen,out,req}; 0)$
Proporția de temperatură a evaporării	η_e			Tabelul B.9	
Calculul energiei: pe interval de timp					
Intrare de energie de răcire electrică (pentru sistemele de tip compresie)	$E_{C;gen;el,in}$	kWh	2,181	56/ (3.173)	$E_{C,gen,el,in} = \frac{Q_{C,gen,in}}{PLV EER_n f_{EER,corr}}$

Descriere	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Ref formulă în SR EN 16798-13/(*am)	Formula
Intrare de energie de răcire termică (pentru sistemele de tip absorbție)	QH;C;gen;in	kWh	nu este disponibilă	57/ (3.174)	$W_{hr,el,in} = Q_{hr,out} p_{hr,el} f_{hr,PL,el} f_{hr,fc,e}$ $W_{hr,el,in} = 0$
Cerință de energie pentru eliminarea căldurii	W _{hr,el,in}	kWh	0,000	58, 59/ (3.175-176)	
Cerință de energie pentru reglare, acționări, senzori etc.	W _{ctrl,el,in}	kWh	0,100	60/ (3.177)	$W_{ctrl,el,in} = t_{c,i} \sum_j P_{ctrl,el,j}$
Cerință de energie pentru distribuția apei de eliminare a căldurii	W _{dist,hr,el,in}	kWh	0,000	61, 62/ (3.178-179)	$W_{dist,hr,el,in} = 0$ $W_{dist,hr,el,in} = Q_{hr,out} p_{dist,el}$
Cerință de energie auxiliară	W _{aux,el,in}	kWh	0,100	63/ (3.180)	$W_{aux,el,in} = W_{hr,el,in} + W_{dist,hr,el,in} + W_{ctrl,el,in}$
Raport de eficiență energetică	EER	-	4,385	64/ (3.181)	$EER = \frac{Q_{C,gen,in}}{E_{C,gen,el,in} + W_{aux,el,in}}$
Proporția de căldură	ζ	-	nu este disponibilă	65/ (3.182)	$\zeta = \frac{Q_{C,gen,in}}{Q_{H,C,gen,in}}$

Datele de ieșire sunt rezumate în tabelul 3.29 următor:

Tabelul 3.29. Date de ieșire la exemplul 2

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Valoare	Destinație prevăzută
Date privind fluxul de energie				
Energia termică ce trebuie extrasă prin sistemul frigorific	QC,gen,in	kWh	10,00	M4-6
Intrarea de energie electrică de generare a frigului	EC,gen,el;in	kWh	2,181	M1-9, M4-4
Energie termică recuperabilă	QC,gen,out,rbl	kWh	0,00	M4-1
Nivel de temperatură al căldurii de evacuat	θC,gen,out,max	°C	-	M3-1
Intrarea de căldură de generare a răcirii	QH;C,gen;abs;in;req	kWh	-	M3-1
Intrarea de energie electrică auxiliară	WC;aux,gen;in	kWh	0,10	M1-9, M4-4
Căldură de eliminat	Qhr;out	kWh	12,181	M4-1
Raportul de eficiență energetică	EER	—	4,385	M4-1
Date privind condițiile de funcționare				

Factor de sarcină parțială al cerinței de energie de răcire acoperită	fC,PL,cvd	—	1,00	M4-1
Reglarea eliminării hibride de căldură	HBRD_HEAT_REJ_CTRL		-	M4-1

Notă pentru semnificația (*am) - numerotarea relațiilor din paranteză corespunde formulelor din actuala metodologie

3.2.7. Sinteză a calculului energetic al sistemelor de încălzire, răcire, ventilare și climatizare

Structura generală a sistemelor de încălzire, răcire, ventilare și climatizare și calculele energetice ale acestor sisteme au fost prezentate în cap. 3.2. Se poate aprecia că sistemele de răcire și cele de încălzire au în general o structură de calcul similară. Funcțiile de răcire și de încălzire pot fi combinate în cadrul componentelor sistemului de distribuție și de emisie a căldurii (conduțe, ventiloconvectoare) și în cadrul dispozitivelor de generare (sisteme monosplit de răcire și de încălzire, aparate de răcire reversibile). În majoritatea sistemelor, fluidele care realizează transferul și distribuția de căldură și de frig sunt aerul și apa. Fluxul termic este transferat de apă aerului, prin intermediul schimbătoarelor de căldură sau la nivelul echipamentelor de emisie a căldurii, utilizând de exemplu ejectoconvectoare/ventiloconvectoare, radiatoare, etc.

În continuare se prezintă două scheme recapitulative, utile calculului energetic:

- pentru un sistem aer-apă cu ventiloconvectoare (figura 3.18) și
- pentru un sistem de climatizare "numai aer" (figura 3.19)

Pentru calculele detaliate specifice fiecărui subsistem (emisie, distribuție, stocare, generare a căldurii și frigului) în schemele prezentate sunt menționate paragrafele din textul metodologiei de față. Se face mențiunea că în figurile de mai jos nu s-au considerat situațiile în care sunt utilizate surse regenerabile de energie. De asemenea nu este reprezentată și considerată energia exportată E_{exp} către un sistem exterior.

Limita sistemului pentru încălzire se poate situa în diferite locuri, în funcție de tipul sistemului de încălzire; generarea și stocarea căldurii se realizează întotdeauna în exteriorul limitei pentru sistemul de încălzire. Fiecare subsistem poate avea pierderi și poate utiliza o putere auxiliară. Generatoarele de frig și de căldură sunt consumatoare de energie electrică sau de combustibil. La rândul lor, sistemele de emisie a căldurii și componentele sistemului de distribuție pot avea pierderi de energie prin interacțiunea lor, datorită răcirii și încălzirii simultane, precum și amestecului de flux cald/rece. Pierderile de căldură prin interacțiune între toate componentele sistemului de emisie și de distribuție a căldurii și frigului pot fi neglijate în calcule și de aceea nu au mai fost reprezentate în scheme.

Săgețile cu linie continuă semnifică sensul de derulare a calculelor în cadrul fiecărui subsistem analizat și direcția fluxului de energie. Săgețile cu linie întreruptă arată consumul de energie al echipamentelor auxiliare pentru încălzire și răcire. De asemenea au fost reprezentate pierderile de căldură aferente sistemelor de producere, stocare, distribuție și emisie a căldurii și frigului. Calculul energetic va începe de fiecare dată cu determinarea necesarului de energie pentru încălzirea și răcirea clădirilor prezentat în paragraful 3.2.

Pentru o perioadă dată, energia furnizată pentru încălzire $Q_{H,gen,in}$ și pentru răcire $Q_{C,gen,in}$ se obține într-o formă generală, utilizând formulele:

$$Q_{H,gen,in} = Q_{H,nd} + Q_{H,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,sto,ls} + Q_{H,gen,ls} \text{ [kWh]}$$

$$Q_{C,gen,in} = Q_{C,nd} + Q_{C,em,ls} + Q_{C,dis,ls} + Q_{C,sto,ls} + Q_{C,gen,ls} \quad [kWh]$$

unde:

$Q_{H,nd}$	necesarul de energie pentru încălzire,
$Q_{C,nd}$	necesarul de energie pentru răcire,
$Q_{H,em,ls}$	pierderile termice în sistemul de transmisie (emisie) a căldurii,
$Q_{C,em,ls}$	pierderile termice în sistemul de transmisie (emisie) a frigului,
$Q_{H,dis,ls}$	pierderile termice în sistemul de distribuție a căldurii,
$Q_{C,dis,ls}$	pierderile termice în sistemul de distribuție a frigului,
$Q_{H,sto,ls}$	pierderile termice în sistemul de stocare a căldurii,
$Q_{C,sto,ls}$	pierderile termice în sistemul de stocare a frigului,
$Q_{H,gen,ls}$	pierderile termice în sistemul de generare a căldurii,
$Q_{C,gen,ls}$	pierderile termice în sistemul de generare a frigului,

În general, sistemele de utilități utilizează vectori energetici diferiți pentru generarea de frig și de căldură. De aceea, energia furnizată din exterior trebuie **calculată separat** pentru fiecare vector energetic.

Se menționează în mod special **necesitatea utilizării coeficienților EER (raportul de eficiență energetică) și COP (coeficientul de performanță)**, la stabilirea consumurilor de energie electrică pentru generarea energiei termice pentru răcire.

Cumularea fluxurilor de energie se face pentru fiecare agent energetic separat. Consumul total de energie al echipamentelor auxiliare pentru sistemul de încălzire $W_{H,in,tot}$ și cel de răcire $W_{C,in,tot}$, este în general un **consum de energie electrică** și se determină cu relațiile:

$$W_{H,in,tot} = W_{H,aux,em,ls} + W_{H,aux,dis,in} + W_{H,aux,sto,in} + W_{H,aux,gen,in} \quad [kWh]$$

$$W_{C,in,tot} = W_{C,aux,em,in} + W_{C,aux,dis,in} + W_{C,aux,sto,in} + W_{C,aux,gen,in} \quad [kWh]$$

unde:

$W_{H,in,tot}$ consumul de energie auxiliară totală pentru încălzire

$W_{H,aux,em,ls}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de emisie a căldurii,
$W_{H,aux,dis,in}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de distribuție a căldurii,
$W_{H,aux,sto,in}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de stocare a căldurii,
$W_{H,aux,gen,in}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de generare a căldurii,
$W_{C,in,tot}$	consumul de energie auxiliară totală pentru răcire,
$W_{C,aux,em,in}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de emisie a frigului,
$W_{C,aux,dis,in}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de distribuție a frigului,
$W_{C,aux,gen,in}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de stocare a frigului,
$W_{c,in,g}$	consumul de energie auxiliară din sistemul de generare a frigului.

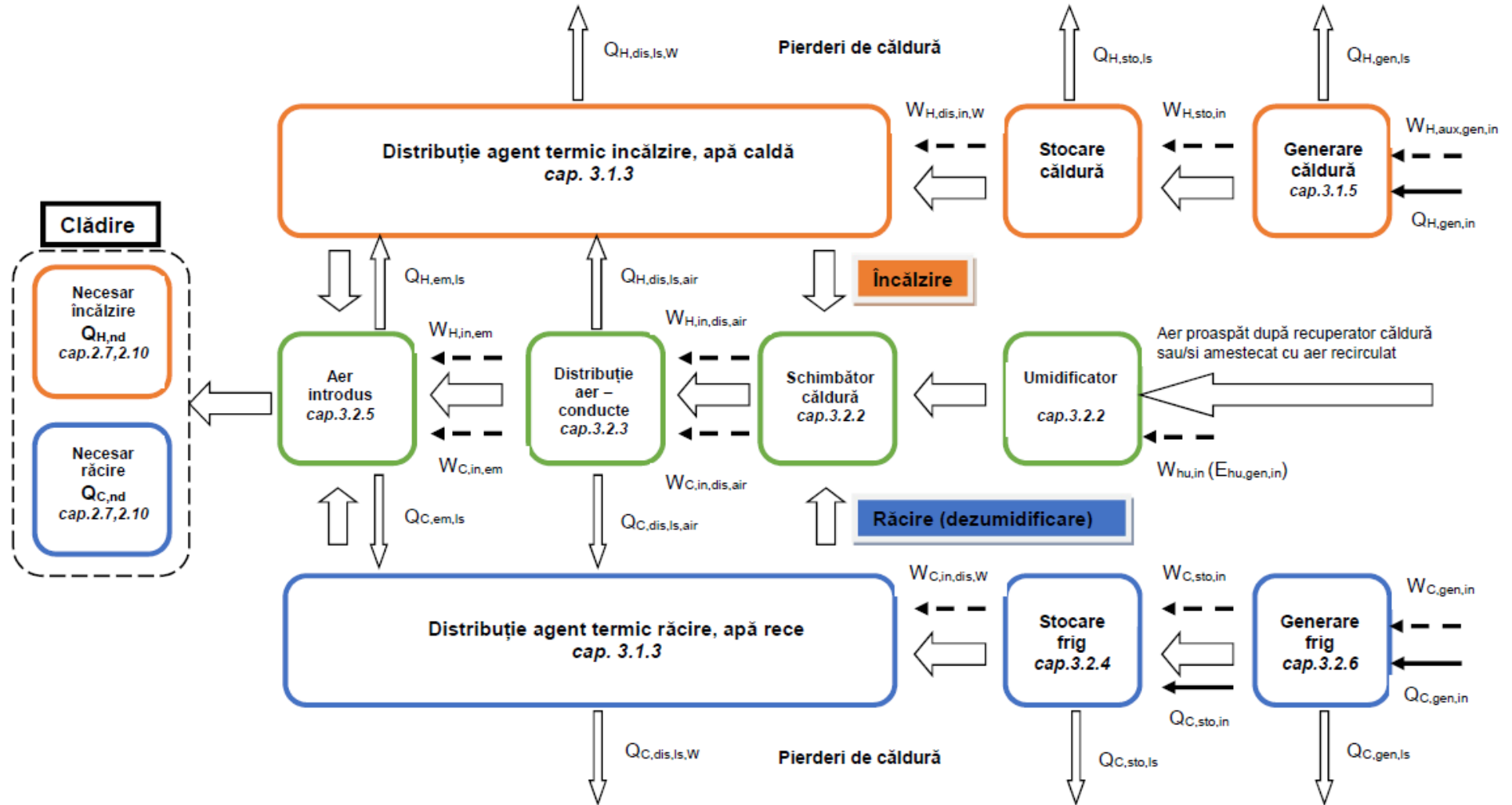


Figura 3.18. Sistem de climatizare "aer-apă" cu ventiloconvectoare (cu 2, 3 sau 4 conducte)

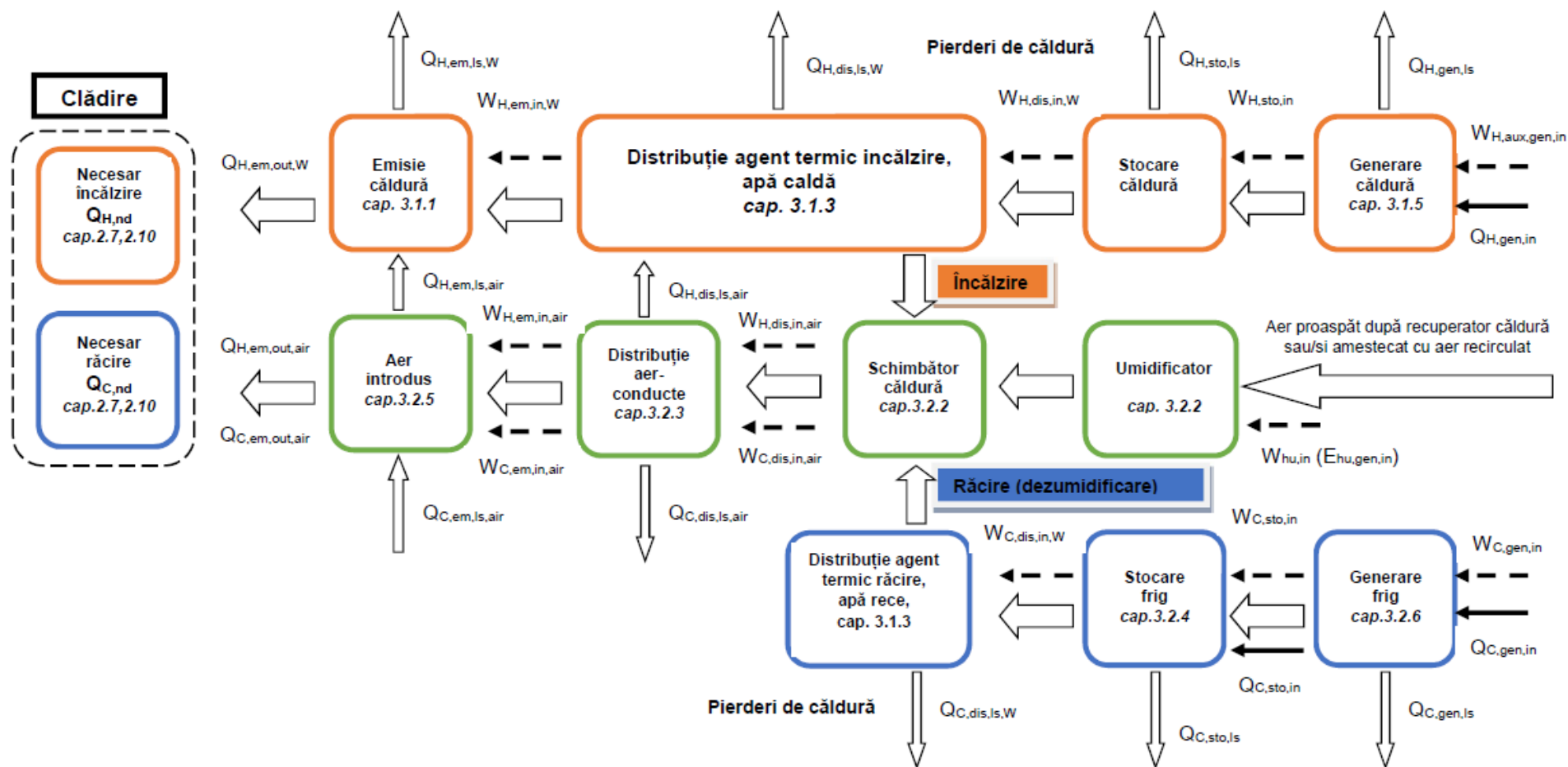


Figura 3.19. Sistem de climatizare "numai aer", cu o conductă de aer

3.3. Instalații pentru apă caldă de consum

3.3.1 Obiect și domeniu de aplicare

Acest capitol își propune să precizeze metodele pentru calculul necesarului și consumului de energie pentru sistemele pentru apă caldă de consum.

3.3.2 Clasificarea instalațiilor (sistemelor) de apă caldă de consum

3.3.2.1 Definierea sub-sistemelor aferente instalației (sistemului) de apă caldă de consum

Energia corespunzătoare sistemului de apă caldă de consum poate fi apreciată, separat, pentru fiecare din cele patru sub-sisteme constitutive, respectiv:

- sub-sistemul de furnizare a apei calde de consum (respectiv punctele de consum – bateriile amestecătoare etc);
- sub-sistemul de distribuție a apei calde de consum, inclusiv recircularea;
- sub-sistemul de preparare/acumulare a apei calde de consum;
- sub-sistemul de producere a energiei termice necesare preparării apei calde de consum (ex: cazane, panouri solare, pompe de căldură, unități de cogenerare).

3.3.2.2 Schemele de preparare a apei calde de consum adoptate

Echipamentele pentru prepararea apei calde de consum pot fi:

- cu acumulare cu serpentină de tip boilere;
- fără acumulare de tip schimbătoare tubulare, schimbătoare cu plăci;
- cu acumulare fără serpentină (rezervor de acumulare fără serpentină) și schimbătoare de căldură de tip recuperativ (tubulare sau cu plăci).

3.3.2.3 Zonarea instalațiilor/sistemelor de apă caldă de consum

În cazurile în care clădirea are mai multe funcțiuni (spații cu destinații diferite) sau există în clădire mai multe sisteme de apă caldă de consum, va fi necesară zonarea instalației.

Conform SR EN ISO 52000-1, capitol 10, tabel 10, definierea zonelor pentru sistemele de apă caldă de consum se face în funcție de:

- Condiții diferite de consum (în funcție de destinația spațiilor), zone notate WNZ;
- Tipuri diferite de sisteme și sub-sisteme de alimentare cu apă caldă, utilizate în clădire notate WSZ;
- Sisteme diferite de alimentare cu apă caldă prezente în clădirea analizată, notate WSZ.

3.3.3 Consumul de energie pentru instalațiile de apă caldă de consum (denumit sistem)

Determinarea consumului de energie se bazează pe ecuația de bilanț în care intervine energia introdusă în sistem precum și pierderile de energie ce apar pe parcursul acestui sistem.

Ecuația generală pentru consumul de energie este prezentată în capitolul 3.1, particularizată după cum urmează:

$$Q_{W,Y,in} = Q_{W,Y,out} + Q_{W,Y,ls} - Q_{W,Y,ls,rvd}$$

și se aplică pentru fiecare din sub-sistemele componente ale sistemului de apă caldă de consum, considerându-se în calcul și zona sistemului.

Calculul necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum, livrat la consumator, $Q_{w,nd}$, pe zone

Intr-o prima etapă, se determină necesarul de energie termică pentru prepararea apei calde de consum, ținându-se seama de împărțirea sistemului în zone, în funcție de categoria de consum (WNZ) sau de tipul de subsistem (WSZ), prin aplicarea metodei din capitolul 6.4 din SR EN 15316-1. Modul de determinare a termenului $Q_{w,nd}$ pentru o zonă este prezentat în capitolele următoare.

Recuperarea pierderilor de căldură

Când se analizează o clădire sau o parte a clădirii, nu toate pierderile termice ale instalației de apă caldă de consum reprezintă pierderi efective; acest fapt se datorează recuperărilor parțiale. De exemplu, pierderile termice ale conductelor sunt pierderi efective în cazul în care conductele sunt amplasate în exteriorul clădirii. Dacă conductele sunt amplasate în interiorul spațiilor încălzite, degajarea de căldură de la conducte poate contribui la încălzirea spațiului; în acest caz, pierderile termice sunt considerate recuperate, și pot fi luate în considerare pentru reducerea necesarului de căldură pentru încălzire. În mod similar, în cazul în care clădirea studiată are un sistem de răcire, pierderile termice ale instalației de apă caldă de consum pot majora sarcina de răcire corespunzătoare.

Energia auxiliară totală necesară pentru instalația de apă caldă de consum

Energia auxiliară este energia necesară echipamentelor electrice prezente în instalația de apă caldă, respectiv pompele de distribuție, circulație, vanele și echipamentele de control și automatizare. Necesarul de energie auxiliară se calculează pentru fiecare sistem component al instalației de apă caldă de consum. Totalul energiei auxiliare se obține prin însumarea energiei utilizate în fiecare element component a instalației. Energia auxiliară este exprimată în kWh/an sau în kWh/lună. O parte din energia auxiliară poate fi recuperată sub formă de căldură.

3.3.4 Perioadele de calcul

În cazul în care există profile de consum pentru sistemul de apă caldă, acesta poate fi considerat în calcul, pasul de timp devenind o oră, determinându-se în final consumuri zilnice, lunare și apoi anuale. Scopul final îl reprezintă stabilirea consumului anual de energie pentru instalația de apă caldă de consum.

3.3.5 Temperaturi specifice sistemului de apă caldă de consum

$\theta_{w,c}$ - temperatura apei reci de consum se consideră egală cu 10°C, conform SR EN 12831-3, anexa B, tabel B.6; se poate considera, ca variantă alternativă, în vederea realizării unui calcul mai exact, ipoteza că valoarea temperatura apei reci de consum este egală cu valoarea temperaturii medii anuale a aerului exterior considerată pentru poziția geografică a clădirii/sistemului analizat, conform capitolului 6.5.2.3 din SR EN 12831 -3.

θ_w - temperatura apei calde de consum în rețelele de distribuție, valoare medie aferentă pasului de timp adoptat (cuprins în intervalul 1-8760 h). Conform cap 6 din SR EN 15316-3, respectiv M8-1, se poate considera o valoare în intervalul 30-70 °C. Se recomandă utilizarea valorii de 60°C.

$\theta_{w,sto}$ – temperatura apei calde de consum, în echipamentul de acumulare a apei calde, se consideră conform tabel 4, SR EN 15316-1, respectiv 60 °C.

$\theta_{w,dloop}$ - temperatura apei calde de consum, în sub-sistemul de distribuție, se consideră conform tabel 4, SR EN 15316-1, respectiv 60 °C

$\Delta\theta_{w,dloop}$ – diferența de temperatura admisă în circuitul de apă caldă de consum (constituit din traseele de distribuție și circulație a apei calde de consum), Se poate considera o valoare în intervalul 2-10 °C (conform M8-1). Se recomandă utilizarea valorii de 5°C (sau K), conform tabel 4, SR EN 15316-1.

$\Delta\theta_w$ – diferența de temperatură între temperatura apei calde de consum livrate la punctul de consum și traseele de circulație a apei calde de consum), Se poate considera o valoare în intervalul 2-10 °C (conform M8-1). Se recomandă utilizarea valorii de 5°C (sau K), conform tabel 4, SR EN 15316-1.

$\theta_{w,draw}$ - temperatura apei calde de consum $\theta_{w,draw}$ livrată la baterie, în urma amestecului cu apă rece; valoarea acestei temperaturi depinde de tipul de consumator; conform SR EN 12831-3, anexa B, tabel B.6, se poate considera la punctul de consum o temperatură de utilizare minimă a apei calde de consum de 42°C ($\theta_{w,draw} = \min 42$ °C, se recomandă utilizarea valorii de 45 °C).

3.3.6 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum furnizată utilizatorului, $Q_{w,nd}$

În acest capitol se descriu metode de calcul a energiei termice necesare pentru furnizarea apei calde la consumatori. Există situații în care clădirea analizată nu deține instalații de apă caldă de consum. În acest caz se va considera o dotare standard, teoretică, cu instalații de alimentare cu apă, care să fie considerată în calcul.

Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum reprezintă energia necesară încălzirii volumului de apă caldă furnizat la consumator, care poate fi determinat în funcție de numărul și tipul consumatorilor, pe de o parte, precum și de consumurile specifice de apă caldă aferente acestora. Energia totală pentru încălzirea apei calde de consum se determină prin însumarea cerințelor individuale.

Necesarul de energie pentru apa caldă de consum furnizată utilizatorului $Q_{w,nd}$ depinde de volumul livrat și de temperaturile apei; se determină valori zilnice, obținute ori direct, utilizând volume specifice zilnice sau dacă se realizează calcule detaliate, se vor utiliza volume de consum orare, cumulate ulterior pentru durata unei zile. Necesarul de energie se determină cu relația :

$$Q_{w,nd} = V_t \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{w,draw} - \theta_{w;c}) \cdot \frac{1}{1.000} \quad [\text{kWh/zi}] \text{ sau } [\text{kWh/h}] \quad (3.183)$$

$V_t = V_{w,day}$, [l/zi], dacă se realizează calculul pentru valori medii zilnice, sau

$V_t = V_{w,day} \cdot x_h$, [l/oră], dacă se utilizează valori orare ale consumurilor de apă,

în care

$Q_{w,nd}$ Energia termică necesară, pentru un pas de timp egal cu t (zi sau ora) [kWh/zi sau kWh/h]]

V_t Volumul de apă caldă de consum, pe durata pasului de timp t (zi sau ora) [l/zi sau l/h]

$V_{W,day}$	Volumul zilnic de apă caldă de consum, cu temperatura stabilită	[l/zi]
c_w	Căldura specifică a apei	[kWh/kgK]
ρ_w	Densitatea apei (se poate considera valoarea 1000 kg/m3)	[kg/m3]
$\theta_{W,draw}$	Temperatura de utilizare a apei calde la punctul de consum, rezultată în urma amestecului apei reci cu apa caldă, la punctul de furnizare (e.g. baterie)	[°C]
$\theta_{W,c}$	Temperatura apei reci de consum	[°C]
x_h	Coeficient de repartiție orară a consumului de apă caldă, conform specificațiilor din anexa B, tabel B.2.din SR EN 12831-3:2017; acest tabel conține coeficienți de repartiție orară pentru clădiri de locuit individuale, apartamente, cămin pentru bătrâni, cămine de studenți, spital.	[%]

Volumul necesar zilnic de apă caldă de consum $V_{W,day}$ se determină:

- Pentru clădiri de locuit: în funcție de necesarul specific de apă caldă de consum și numărul echivalent de consumatori, determinate în funcție de aria locuibilă;
- Pentru celelalte tipuri de clădiri: în funcție de necesarul specific de apă caldă de consum și numărul de consumatori.

3.3.6.1 Volumul necesar de apă caldă de consum $V_{W,day}$ calculat cu debite specifice [e.g. l/om, zi, l/unitate consum, zi] și număr de consumatori

Volumul de apă caldă necesară consumului se determină în funcție de: necesarul specific de apă caldă, notat $V_{P,W,day}$ sau $V_{f,W,day}$ (valoarea depinde de destinația clădirii, de tipul consumatorului de apă caldă de consum) și de numărul de utilizatori / unități de folosință. $V_{P,W,day}$ reprezintă debitul zilnic, pentru un consumator, într-o clădire de locuit. $V_{f,W,day}$ este notația pentru necesarul zilnic de apă caldă de consum, pentru un consumator, pentru celelalte tipuri de clădiri.

Pentru $V_{P,W,day}$ sau $V_{f,W,day}$ se pot adopta valorile necesarului specific de apă caldă prezentate în anexele 1 și 3 din I9/2015, exprimate pentru temperaturi a apei calde de consum de 60°C și a apei reci de 10°C. De asemenea, se pot adopta valorile necesarului specific de apă caldă din SR EN 12831-3, anexa B, tabel B4 pentru categoriile de consumatori/clădiri nemenționate de I9/2015, în condițiile de temperatură menționate de SR EN 12831-3 (60°C pentru apa caldă și 13,5°C pentru apa rece). Va fi necesară corecția valorilor volumelor de apă consumate, de la temperaturile indicate în norme, la temperaturile adoptate în calcul pentru $\theta_{W,draw}$ și $\theta_{W,c}$.

De exemplu, dacă debitele specifice de consum sunt exprimate, în norme, pentru temperaturile $\theta_w = 60^\circ\text{C}$ și $\theta_{w,c} = 13,5^\circ\text{C}$ (notate, de exemplu, $V_{f,W,day}^{din\ norme}$), iar în calcul se consideră temperaturile $\theta_{w,draw} = 45^\circ\text{C}$ și $\theta_{w,c} = 10^\circ\text{C}$, va fi necesară corecția debitelor specifice de apă caldă, utilizând următoarea relație:

$$V_{f,W,day} = V_{f,W,day}^{din\ norme} \frac{\theta_w - \theta_{w,c}}{\theta_{w,draw} - \theta_{w,c}} = V_{f,W,day}^{din\ norme} \frac{60 - 13,50}{45 - 10} \quad (3.184)$$

Necesarul de apă caldă de consum aferente persoanelor $V_{W,day}$ în clădiri de locuit

Se aplică următoarea relație de calcul:

$$V_{W,day} = V_{W,P,day} \cdot n_p \quad [l/zi] \quad (3.185)$$

în care:

$V_{W;day}$	volumul zilnic de apă caldă de consum, la temperatura specificată de utilizare $\theta_{W,draw}$	[l/zi]
$V_{W;P;day}$	necesarul specific de apă caldă de consum, la temperatura de utilizare, $\theta_{W,draw}$, pentru o persoană, pe durata unei zile, considerat din normativul I9/2015, anexa 1	[l/om, zi]
n_p	numărul de persoane, consumatori în clădirea/zona analizată	[-]

Numărul de persoane n_p aferent clădirilor de locuit se determină ca valoare medie, în funcție de indicele mediu de ocupare a suprafeței utile a clădirilor, utilizând următoarea procedură de calcul:

- se determină suprafața utilă S_u [m²] (camere de zi, dormitoare, holuri, bucătărie, baie etc; nu se consideră suprafața balcoanelor și teraselor);
- se apreciază indicele mediu de locuire, i_{Loc} , ca având valori cuprinse în intervalul 0,04 – 0,055 (valoarea corespunde unei suprafețe utile pentru o persoană de 18-25 m²).
- se determină numărul mediu normat de persoane aferent clădirii, utilizând următoarea relație de calcul;

$$n_p = S_u \times i_{Loc} \quad [\text{persoane/ap}] \quad (3.186)$$

Necesarul de apă caldă de consum $V_{W,day}$ pentru clădiri terțiare, în funcție de numărul de unități de consum

Se aplică relația de calcul :

$$V_{W,day} = V_{W,f,day} \cdot f \quad [l/zi] \quad (3.187)$$

În care:

$V_{W;day}$	volumul zilnic de apă caldă de consum, la temperatura specificată de utilizare $\theta_{W,draw}$	[l/zi]
$V_{W;f;day}$	necesarul specific de apă caldă de consum, la temperatura de utilizare, $\theta_{W,draw}$, pentru o persoană, pe durata unei zile	[l/om, zi]
f	numărul de unități de consum în clădirea/zona analizată	[-]

3.3.6.2 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum furnizată utilizatorului, determinat în funcție de zonarea sistemului de apă caldă de consum

Atunci când clădirea analizată are mai multe spații cu destinații diferite, sau există în clădire mai multe sisteme de apă caldă de consum, va fi necesară zonarea instalației, conform SR EN ISO 52000-1, capitol 10, tabel 10.

Definirea zonelor pentru sistemele de apă caldă de consum se face în funcție de:

- Condiții diferite de consum (în funcție de destinația spațiilor), zone notate WNZ;
- Tipuri diferite de sisteme și sub-sisteme de alimentare cu apă caldă, utilizate în clădire notate WSZ;
- Sisteme diferite de alimentare cu apă caldă prezente în clădirea analizată, notate WSZ.

Dacă o clădire are mai multe sisteme de alimentare cu apă caldă de consum, se va calcula necesarul de căldură pentru fiecare sistem, denumit zonă definită WSZ, respectiv $Q_{w,nd,wsz}$. Dacă sistemele componente deservește, la rândul lor, spații cu destinații diferite (condiții diferite de consum), atunci se vor considera sub-zone, notate WNZ.

În final se aplică următoarea relație de calcul:

$$Q_{W,nd,wsz,i} = \sum_k Q_{W,nd,wnz,j} \quad (3.188)$$

unde

- $Q_{W,nd;wsz,i}$ reprezintă necesarul de căldură pentru apa caldă de consum, furnizată consumatorului, pentru fiecare sistem prezent în clădirea analizată;
- $Q_{W,nd;wnz,j}$ reprezintă necesarul de căldură pentru apă caldă de consum furnizată consumatorului, pentru fiecare zonă k din cadrul unui sistem de alimentare cu apă caldă de consum;
- WNZ reprezintă zona cu necesar de apă caldă de consum, dintr-un sistem de alimentare cu apă (e.g. spații cu destinații diferite, așadar cu condiții diferite de consum);
- wsz este zona reprezentată de fiecare sistem de preparare a apei calde de consum prezent în clădire

Dacă o zonă cu aceleași caracteristici ale consumului (o zonă wnz) este deservită de mai multe sisteme de alimentare cu apă caldă de consum (wsz), necesarul pentru fiecare zonă a sistemului de preparare $Q_{W,nd;wsz,i}$ este dat atunci de:

$$Q_{W,nd,wsz,i} = Q_{W,nd,wnz,j} \frac{X_{wsz,i}}{\sum_k X_{wsz,k}} \quad (3.189)$$

unde

- $Q_{W,nd;wnz,j}$ reprezintă necesarul de căldură pentru apă caldă de consum furnizată consumatorului amplasat în zona j de consum wnz;
- $X_{wsz,i}$ coeficient de pondere pentru zona i a sistemului de preparare a apei calde de consum (wsz) care aparține zonei cu necesar de apă caldă de consum (wnz).
- $X_{wsz,k}$ reprezintă coeficient de pondere pentru fiecare zonă a sistemului de preparare a apei calde de consum (k zone de tip wsz) care aparține zonei cu necesar de apă caldă de consum j (wnz).

Coeficienții de repartitie trebuie să fie specificați conform tabelului B.2 din SR EN 15316-1/2017.

3.3.7 Metoda de calcul a consumurilor de energie pentru conductele de distribuție a apei calde de consum

Această metodă de calcul se referă la determinarea pierderilor termice și a consumurilor de energie aferente sub-sistemelor de distribuție a apei calde de consum. Un sub-sistem de distribuție reprezintă ansamblul traseelor de apă caldă de consum, inclusiv conductele de recirculare, împreună cu pompele care asigură circulația fluidului și cu dispozitivele de automatizare și control aferente. Din aceste circuite fac parte distribuția orizontală, coloanele și racordurile către consumatorii de apă caldă de consum, inclusiv conductele de recirculare. Se aplică standardele SR EN 15316-1 și SR EN 15316-3.

Metoda de calcul este utilizată pentru:

- calculul pierderilor termice suplimentare a sub-sistemelor de distribuție pentru apa caldă de consum;
- calculul consumurilor auxiliare de energie electrică (pentru acționarea pompelor, cabluri încălzitoare etc).

Se menționează faptul că pierderile termice aferente sub-sistemului de distribuție pot fi recuperabile (cu indice rbl), recuperate (cu indice rvd) sau nerecuperabile (cu indice nrvd). De aceea, o condiție minimă de calcul consideră conductele de distribuție amplasate în spațiu încălzit, spațiu neîncălzit sau în afara clădirii. Condiții suplimentare de calcul sunt indicate în capitolul 5.1.6 din SR EN 15316-1.

Pentru calculul consumurilor de energie auxiliară, se aplică condițiile din capitolul 5.1.7, SR EN 15316-1; o abordare simplificată pentru determinarea acestor termeni constă în operația de înmulțire între puterea electrică a echipamentelor auxiliare și durata de funcționare a acestora. Termenii, definițiile, simbolurile și abrevierile sunt în concordanță cu SR EN ISO 52001-1:2017 SR EN 15316-1:2017 și SR EN 15316-3:2017. Detalii suplimentare privind funcționarea sistemelor de control se găsesc în standardul SR EN 15232-1, Performanța energetică a clădirilor. Partea 1: Impact al automatizării, reglării și managementului tehnic al clădirii.

3.3.7.1 Calculul pierderilor termice și a energiei auxiliare aferente sub-sistemului de distribuție a apei calde de consum

În urma aplicării procedurilor de calcul, se vor obține următorii termeni, după cum urmează:

- pierderile termice ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum: $Q_{W,dis,ls,total}$ [kWh];
- pierderile termice recuperabile ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum: $Q_{W,dis,rbl}$ [kWh];
- energia auxiliară consumată pentru distribuția apei calde de consum: $W_{W,dis}$ [kWh];
- energia auxiliară recuperabilă la distribuția agentului termic pentru încălzire: $Q_{H,dis,rbl}$ [kWh];
- energia auxiliară recuperabilă aferentă distribuției apei calde de consum: $Q_{W,dis,rbl}$ [kWh];
- energia auxiliară recuperată aferentă distribuției apei calde de consum: $Q_{W,dis,rvd}$ [kWh].

Intervalul de timp considerat pentru analiză poate fi orar, lunar sau anual, în funcție de modul de introducere a parametrilor de intrare.

Toate valorile de intrare și de ieșire sunt valori medii pe intervalul de timp utilizat. Această metodă de calcul este o metodă staționară și nu ia în considerare niciun efect dinamic. Această metodă nu este recomandabilă pentru simulări dinamice ale fenomenelor de transfer de căldură.

În cazul în care nu se cunoaște lungimea conductelor din instalația de distribuție a apei calde de consum, se pot face aproximări ale acestor lungimi, pornind de la elementele caracteristice clădirii/unității analizate, conform anexei B2.3 din SR EN 15316-.

3.3.7.2 Determinarea pierderilor termice ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,ls,total}$

Determinarea pierderilor termice ale unui sub-sistem de distribuție se realizează cu ajutorul următorilor termeni: temperatura medie a agentului vehiculat, temperatura zonei ambiante, transmitanța termică a conductelor, lungimea conductelor și timpul de funcționare.

A. Calculul temperaturii medii a apei vehiculate

Temperatura medie a apei în sistemul de distribuție a apei calde de consum $\vartheta_{W,mean}$ este dată de relația:

$$\vartheta_{W,mean} = \vartheta_W - \frac{\Delta\vartheta_W}{2} \quad [^{\circ}C] \quad (3.190)$$

În care

ϑ_W	[$^{\circ}C$]	Temperatura apei calde de consum în rețelele de distribuție, valoare medie aferentă pasului de timp adoptat. Pasul de timp adoptat poate fi cuprins în intervalul 1-8760 h. Se poate considera o valoare în intervalul 30-70 $^{\circ}C$ (conform cap 6 din SR EN 15316-3, respectiv M8-1). Se recomandă utilizarea valorii de 60 $^{\circ}C$.
$\Delta\vartheta_W$	[$^{\circ}C$]	Diferența de temperatură între temperatura apei calde de consum furnizată la punctul de consum, și temperatura de întoarcere a apei calde de consum pe traseul de recirculare, valoare medie, pentru pasul de timp considerat. Se poate considera o valoare în intervalul 2-10 $^{\circ}C$ (conform M8-1). Se recomandă utilizarea valorii de 5 $^{\circ}C$.

Se face distincția între o conductă de distribuție apă caldă de consum însoțită de o conductă de recirculare, făcând parte dintr-un sistem inelar, și o conductă de distribuție neînsoțită de recirculare, ca de exemplu legătura de la rețeaua inelară (compusa din distribuție și recirculare) către consumatorul de apă caldă, denumită, în standardele europene, „stub”, denumire care se menține ca indice, în notațiile termenilor corespunzători acestor tipuri de conducte.

B. Calculul transmitanței termice a conductelor

Transmitanța termică liniară pentru țevi izolate, Ψ , amplasate în spații deschise, cu un coeficient total de transfer termic incluzând convecția și radiația pe partea exterioară, se calculează cu relația următoare:

$$\Psi = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_D} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a d_a}} \quad [W / mK] \quad (3.191)$$

în care:

d_i, d_a - sunt diametrul interior și diametrul exterior al țevii fără izolație, [m];

h_a - este coeficientul global de transfer termic (convecție și radiație), [W/m²K];

λ_D - este conductivitatea termică a izolației, [W/m K]

Transmitanța termică liniară pentru țevi îngropate, Ψ_{em} , este:

$$\Psi = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_D} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\lambda_{em}} \ln \frac{4z}{d_a} \right]} \quad [\text{W} / \text{mK}] \quad (3.192)$$

unde:

z - este adâncimea de îngropare a țevii față de suprafața terenului, [m];

λ_{em} - este conductivitatea termică a materialului de îngropare, [W/mK]

Transmitanța termică liniară pentru țevi neizolate, Ψ_{non} , se calculează:

$$\Psi_{non} = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_p} \ln \frac{d_{p,a}}{d_{p,i}} + \frac{1}{h_a d_{p,a}}} \quad [\text{W} / \text{mK}] \quad (3.193)$$

unde:

$d_{p,i}, d_{p,a}$ - sunt diametrul interior și diametrul exterior al țevii neizolate, [m];

h_a - este coeficientul global de transfer termic (convecție și radiație), [W/m²K];

λ_p - este conductivitatea termică a țevii, [W/mK]

Un calcul aproximativ pentru transmitanța termică liniară a țevilor neizolate, Ψ_{non} , se poate face cu relația următoare:

$$\Psi_{non} = h_a \cdot \pi \cdot d_{p,a} \quad [\text{W} / \text{mK}] \quad (3.194)$$

Anexa B a standardului SR EN 15316-3, tabel B4, indică valori convenționale ale transmitanței termice liniare a țevilor, în funcție de vechimea clădirii și caracteristicile de montaj ale rețelei de distribuție.

C. Calculul pierderilor termice aferente conductelor de distribuție cu recircularea apei calde de consum, $Q_{W,dis,ls}$

Pierderea termică aferentă unor conducte de distribuție a apei calde de consum însoțite de recirculare se obține cu ecuația următoare:

$$Q_{W,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \psi_j (\theta_{W,mean} - \theta_{W,amb,j}) (L + L_{equip})_j t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.195)$$

unde:

$\theta_{W,mean}$ - temperatura medie a apei în conductele de distribuție și recirculare a apei calde de consum;

j - index pentru zona ambiantă pentru conducta de distribuție (zona climatizată sau neclimatizată);

$\theta_{W,amb,j}$ - temperatura ambiantă în încăperea sau în spațiul zona de amplasare a conductei de distribuție apă caldă de consum [°C], pentru pasul de timp considerat;

L - lungimea conductei de distribuție, în zona j (zona climatizată sau neclimatizată), [m];

L_{equip} - lungimea echivalentă a conductei, în zona j (zona climatizată sau neclimatizată), corespunzătoare pierderilor de sarcină locale (vane, flanșe, armături, etc), [m];

t_{ci} - intervalul pasului de timp de calcul, [h];

$t_{w,op}$ - timpul total de operare pentru recirculare a apei calde de consum, [h]

Ψ - transmitanța termică liniară pentru conducta j , [W/mK]

D. Calculul pierderilor termice aferente conductelor de distribuție fara recircularea apei calde de consum, $Q_{W,dis,ls,stub}$

Suplimentar față de termenul anterior, se determină pierderea termică aferentă porțiunii de conducte de distribuție a apei calde de consum neînsoțite de recirculare, $Q_{W,dis,ls,stub}$, considerată pentru pasul de timp, pe durata furnizării apei la punctul de consum, care se determină cu relația de calcul:

$$Q_{W,dis,ls,stub} = (\sum_j V_{stub,j} \cdot \rho_w \cdot n_{tap,j}) \cdot c_w \cdot (\theta_w - \theta_{w,amb,j}) \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.196)$$

În care:

c_w	[kWh/kgK]	Căldura specifică a apei
$V_{stub,j}$	[m ³]	Volumul conductelor din circuitul deschis, pentru fiecare zonă j definită (zone cu notația „stub”);
ρ_w	[kg/m ³]	Densitatea apei
$n_{tap,j}$	[1/h]	Numărul de utilizări la punctul de consum, pentru fiecare zonă j si pas de timp;

Pierderile termice aferente unui sistem de distribuție a apei calde de consum cu recirculare $Q_{W,dis,ls,nom}$, în absența unui consum de apă caldă, se determină cu relația de calcul

$$Q_{W,dis,ls,nom} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \Psi_j \cdot (\vartheta_{W,avg} + \vartheta_{W,amb,j}) \cdot (L + L_{equi})_j \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.197)$$

Relația este similară cu relația calculului $Q_{W,dis,ls,stub}$ dar în care apare temperatura $\theta_{W,avg}$ în locul termenului $\theta_{W,mean}$. Calculul lui $\theta_{W,avg}$ este indicat în continuare.

$\vartheta_{W,avg}$	[°C]	Valoarea medie a temperaturii apei calde de consum intr-un sistem de distribuție si recirculare a apei calde, fără consum de apă, pe durata pasului de timp considerat.
---------------------	------	---

Determinarea temperaturii $\vartheta_{W,avg}$, după un interval de timp de neutilizare a instalației

Caz 1 - Determinarea temperaturii $\vartheta_{W,avg}$

Etapa 1 - Se calculează q_i , pierderea termică specifică liniară, cu relația:

$$q_i = \Psi_i \cdot (\vartheta_w - \vartheta_{w,amb,j}) \quad [\text{W/m}] \quad (3.198)$$

Etapa 2 - Se determină valoarea coeficientului exponențial C_i

Exponentul C_i , necesar evaluării scăderii temperaturii apei calde de consum după o operație de utilizare, este dat de relația:

$$C_i = \frac{q_i \cdot L_i}{c_w \cdot \rho_w \cdot V_i + c_p \cdot m_{p,i}} \cdot \frac{t_{atap}}{(\vartheta_w - \vartheta_{w,amb,i})} \quad (3.199)$$

V_i	[m ³]	Volumul de apă conținut de tronsonul i al sistemului de distribuție apă caldă de consum
c_p	[kg/m ³]	Căldura specifică a materialului din care este realizată conducta
$m_{p,i}$	[kg]	Masa efectivă a tronsonului i al rețelei de distribuție apă caldă de consum, exclusiv apa conținută

t_{atap} [h]	Durata între utilizări (furnizări ale apei calde de consum) (1 h)
q_i [W/m]	Pierderea termică specifică pe lungime unitară (calculată la etapa 1)

Etapa 3 - Cu ajutorul coeficientului exponențial C_i se determină $\vartheta_{W,dis,atap}$, respectiv valoarea temperaturii apei calde de consum după un interval de timp de neutilizare a instalației:

$$\vartheta_{W,dis,atap,i} = \vartheta_{W,ah,j} + (\vartheta_{W,avg,begin} - \vartheta_{W,amb,j}) \cdot e^{-C_i} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (3.200)$$

Caz 2 - Determinarea temperaturii $\vartheta_{W,avg}$ considerând cunoscute profilele de consum DHW

Această metodă poate fi utilizată în cazul în care se cunoaște profilul de consum pentru apa caldă. În acest caz, valoare medie a temperaturii apei calde de consum $\vartheta_{W,avg}$ utilizată în relația de determinare a pierderii termice aferente unui sistem de distribuție a apei calde de consum cu recirculare, în absența consumului de apă caldă, poate fi determinată cu relația:

$$\vartheta_{W,avg} = \frac{\vartheta_{W,avg,begin} + \vartheta_{W,dis,atap}}{2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (3.201)$$

Se poate adopta o metoda simplificată pentru pierderea termică aferentă unor conducte de distribuție a apei calde de consum, fără recirculare (formula 3.201) în care temperatura medie a apei calde de consum $\vartheta_{W,mean}$ este dată de relația:

$$\vartheta_{W,mean} = 25 \cdot \Psi^{-0,2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (3.202)$$

Această metodă simplificată poate fi adoptată dacă se adoptă în calcul un pas de timp orar.

În final, pierderile termice aferente unui sistem de distribuție a apei calde de consum cu recirculare se determină cu relația:

$$Q_{W,dis,ls,total} = Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,ls,nom} + Q_{W,dis,ls,stub} \quad [\text{kWh}] \quad (3.203)$$

în care:

- $Q_{W,dis,ls}$ - pierderile termice aferente inelului distribuție și recirculare, în timpul furnizării apei calde de consum;
- $Q_{W,dis,ls,nom}$ - pierderile termice aferente inelului distribuție și recirculare, între utilizări ale apei calde de consum;
- $Q_{W,dis,ls,stub}$ - pierderile termice aferente conductelor de distribuție fără recirculare (stub), în timpul utilizării apei calde de consum.

3.3.7.3 Determinarea pierderilor termice recuperabile ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,rbl}$

Pierderile termice recuperabile ale sub-sistemului de distribuție pentru apă caldă de consum $Q_{W,dis,rbl}$ se determină numai pentru lungimea conductelor care traversează spații climatizate (încălzite sau răcite), prin aplicarea relației de calcul pentru pierderea termică aferentă unor conducte de distribuție a apei calde de consum însoțite de recirculare, în care L este lungimea conductelor de distribuție amplasate în spații climatizate, $L_{condispace}$:

$$Q_{W,dis,ls,condispace} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \psi_j (\vartheta_{W,mean} - \vartheta_{w,amb,j}) (L_{condispace} + L_{equip})_j t_{ci}$$

$$[\text{kWh}] \quad (3. 204).$$

În aceste condiții, se poate calcula un factor de recuperare a pierderilor termice, $f_{W,dis,ls,rbl}$ astfel:

$$f_{W,dis,ls,rbl} = Q_{W,dis,ls,condispace} / Q_{W,dis,ls,total} \quad [-] \quad (3. 205)$$

Energia termică recuperabilă din pierderile termice ale distribuției pentru apă caldă de consum este:

$$Q_{W,dis,ls,rbl} = f_{W,dis,ls,rbl} \cdot Q_{W,dis,ls,total} \quad [\text{kWh}] \quad (3. 206)$$

3.3.7.4 Calculul consumului de energie auxiliară al sub-sistemului de distribuție pentru apă caldă de consum

Calculul consumului de energie auxiliară se bazează pe puterea proiectată a pompelor de recirculare, pe pierderile de sarcină în sistem, pe debitele de fluid proiectate, pe factorul de utilizare a energiei corespunzător funcționării pompelor și pe timpul de funcționare. Consumul auxiliar de energie reprezintă consumul electric al pompelor de recirculare care asigură debitele de fluid în rețeaua de distribuție (cu recirculare).

Determinarea puterii proiectate a pompelor de recirculare, $P_{W,hydr,des}$

În primul rând, se determină puterea proiectată a pompelor de recirculare, $P_{W,hydr,des}$, care este dată de relația următoare:

$$P_{W,hydr,des} = \Delta p_{W,des} \cdot \dot{V}_{W,des} / 3600 \quad [\text{kW}] \quad (3. 207)$$

unde:

$\Delta p_{W,des}$ - pierderea de sarcină pe circuitul de distribuție și recirculare apă caldă de consum, cel mai dezavantajat (înălțimea de pompare furnizată de pompă, valoare proiectată), [kPa];

$\dot{V}_{W,des}$ - debitul de apă caldă de consum, valoare proiectată [m³/h].

Pierderea de sarcină a unui sistem de conducte în circuit închis, $\Delta p_{W,des}$

Pierderea de sarcină a unui sistem de conducte în circuit închis, $\Delta p_{W,des}$, se calculează cu relația:

$$\Delta p_{W,des} = (1 + f_{comp}) \cdot R_{W,max} \cdot L_{max} + \Delta p_{W,add} \quad [\text{kPa}] \quad (3. 208)$$

unde:

f_{comp} - este factorul de rezistență al componentelor în sistemul de distribuție, [-], conform anexei B.5.2.2, SR EN 15316-3:2017, respectiv

- pentru rețele de distribuție obișnuite, $f_{comp} = 0,3$
- pentru rețele de distribuție cu multe schimbări de direcție, $f_{comp} = 0,4$

$R_{W,max}$ - este pierderea de sarcină liniară pe circuitul cel mai dezavantajat, [kPa/m], conform anexei B.5.2.1, SR EN 15316-3:2017, tabel B8;

L_{max} - este lungimea maximă a circuitului de distribuție cel mai dezavantajat, [m];

$\Delta p_{W,add}$ - este pierderea de sarcină locală aferentă rezistențelor hidraulice suplimentare locale, [kPa], conform anexei B, SR EN 15316-3:2017, tabel B9;

Necesarul de energie electrică al pompei de recirculare, $W_{W,dis,hydr,an}$

Necesarul de energie al pompei de recirculare, $W_{W,dis,hydr,an}$, este dat de relația:

$$W_{W,dis,hydr,an} = P_{W,hydr,des} \cdot \beta_{W,dis} \cdot t_{W,op,an} \cdot f_{W,corr} \quad [\text{kWh}] \quad (3. 209)$$

unde:

$P_{W,hydr,des}$ - puterea pompelor proiectate, de recirculare, determinată anterior
 $\beta_{W,dis}$ - este factor de funcționare (încărcare) la sarcina parțială a sistemului de distribuție, cu valori între (0...1);
 $t_{W,op,an}$ - este timpul de funcționare a sistemului de distribuție, [h];
 $f_{W,corr}$ - factorul de corecție pentru condiții speciale de proiectare a sistemului de distribuție, conform Anexa C, SR EN 15316-3:2017; $f_{W,corr} = f_{HB} \cdot f_{special}$
 f_{HB} - este factor pentru echilibrarea hidraulică și valoarea lui este:
 $f_{HB} = 1,0$ dacă sistemul este echilibrat hidraulic
 $f_{HB} = 1,15$ dacă sistemul este dezechilibrat hidraulic
 $f_{special} = 1,0$ pentru distribuție

Consumul de energie auxiliară, $W_{W,dis,hydr,an}$, este:

$$W_{W,dis,an} = W_{W,dis,hydr,an} \cdot \varepsilon_{W,dis} \quad [\text{kWh}] \quad (3.210)$$

unde:

$W_{W,dis,hydr,an}$ – calculat anterior

$\varepsilon_{W,dis}$ - este factorul de utilizare a energiei al pompelor de distribuție, [-]

Factorul de utilizare a energiei al pompelor de distribuție, $\varepsilon_{W,dis}$, se calculează astfel:

$$\varepsilon_{W,dis} = f_{W,e} \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{W,dis}^{-1}) \cdot EEI/0,25 \quad [-] \quad (3.211)$$

unde:

$f_{W,e}$ - factor de eficiență, [-];

C_{P1}, C_{P2} - constantă în funcție de sistemul de control al pompei, pentru distribuție apă caldă de consum, [-], conform Anexei B, SR EN 15316-3:2017, tabel B7;

EEI - indexul eficienței energetice, [-], din anexa B

Factorul de eficiență, $f_{W,e}$

Factorul de eficiență, $f_{W,e}$, este dat în general, de raportul următor:

$$f_{W,e} = P_{W,ref} / P_{W,hydr,des} \quad [-] \quad (3.212)$$

unde:

$P_{W,ref}$ - este puterea de referință a pompei, [kW]

Pentru pompe de recirculare (wet running meter) cu puterea hidraulică proiectată $0,001 < P_{W,hydr,des} < 2,5$ kW, puterea de referință este, conform EU – Regulation Nr. 622/2012, calculată cu:

$$P_{W,ref} = [1,7 \cdot P_{W,hydr,des} + 17 \cdot (1 - e^{-0,3 \cdot P_{W,hydr,des}})] \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (3.213)$$

Pentru instalații existente, se poate considera ca putere de referință, $P_{W,ref}$, puterea electrică înscrisă pe etichetă, $P_{el,pmp}$.

Energie auxiliară pentru cablurile electrice încălzitoare

Consumul de energie auxiliară aferentă cablurilor electrice încălzitoare utilizate în distribuțiile instalațiilor de apă caldă de consum, $Q_{W,dis,rl}$ este dat de relația de calcul:

$$W_{W,dis,rib} = Q_{W,dis,ls} \quad [\text{kWh}] \quad (3.214)$$

în care:

$$Q_{W,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \psi_j (\theta_{W,mean} - \theta_{w,amb,j}) (L + L_{equip})_j t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.215)$$

considerându-se doar lungimea conductelor pentru apa caldă de consum, protejate cu cablu încălzitor.

Energii auxiliare recuperabile și recuperate

Energia auxiliară recuperabilă pentru sistemul de distribuție al instalațiilor de distribuție apă caldă de consum este considerat un flux termic către zona ambiantă și se calculează astfel:

$$Q_{W,dis,rbl} = f_{rbl,dis} \cdot W_{W,dis} \quad [\text{kWh}] \quad (3.216)$$

Unde $f_{rbl,dis}$ este factor de recuperare a energiei auxiliare în sistemul de distribuție.

Energia auxiliară recuperată de sistemul de distribuție pentru apă caldă de consum, $Q_{W,dis,rvd}$, ca flux termic către fluid, este dată de ecuația:

$$Q_{W,dis,rvd} = (1 - f_{rbl,dis}) \cdot W_{W,dis} \quad [\text{kWh}] \quad (3.217)$$

Valoarea factorului de recuperare $f_{rbl,dis}$, este menționată în anexa B.6, SR EN 15316-3, tabel B11, respectiv:

- pentru pompe cu izolație termică: $f_{rbl,dis} = 0,10$
- pentru pompe fără izolație termică: $f_{rbl,dis} = 0,25$

3.3.8 Pierderi termice aferente rezervoarelor de acumulare din sistemul de apă caldă de consum

Informații referitoare la metodă

În vederea realizării calculului, rezervorul de acumulare este împărțit în volume care reflectă stratificarea termică a apei în rezervor. Ipoteza consideră o temperatură ambiantă constantă în spațiul de amplasare a rezervorului.

Sursa de agent termic primar aferent rezervorului poate fi amplasată în afara rezervorului de acumulare (e.g. cazane, pompe de căldură) sau în interior pentru cazuri specifice (e.g. rezistențe electrice).

Temperatura oricărui volum de calcul din rezervor reprezintă rezultatul bilanțului energetic pentru volumul considerat (consum de energie, transfer de masă, pierderi termice prin anvelopă).

Pierderi termice la nivelul rezervorului de acumulare

Calculul pierderilor termice aferente rezervorului poate fi realizat utilizând fie **metode detaliate** (cu condiții de calcul dinamic, cu variația în timp a temperaturii în rezervor, considerând volume de calcul multiple) fie **metode simplificate (metoda B)**, care utilizează un model de calcul cu volum unic și temperatură uniformă (fără stratificare termică). **Această metodă este descrisă în continuare (metoda anuală, denumită metoda B, respectiv modelul cu un volum unic).**

Metoda anuală (metoda B, modelul cu un volum unic)

Numărul volumelor de calcul din rezervor poate fi redus la 1 (model fără stratificare termică) atunci când temperatura la nivelul întregului rezervor este considerată omogenă. Nu se consideră o variație a temperaturii în funcție de timp.

În aceste ipoteze, pierderile termice la nivelul mantalei rezervorului se calculează cu relația:

$$Q_{sto;ls;tot} = f_{sto;bac;acc} \times f_{sto;dis;ls} \times \frac{H_{sto;ls}}{1000} \times (g_{sto;set} - g_{sto;amb}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.218)$$

Semnificația termenilor este următoarea:

$f_{sto;bac;acc}$ - coeficient de corecție ale cărui valori depind de tipul de automatizare și de dimensiunile rezervorului de acumulare. Acest coeficient de corecție ține cont de faptul că, în interiorul rezervorului de acumulare, apa se va stratifica, ceea ce duce la diminuarea pierderilor termice către mediul exterior, deoarece, în anumite zone ale rezervorului, temperatura apei este mai scăzută. Acest coeficient de corecție poate avea valori între 0 și 1. Pentru modelul ce presupune un volum unic de acumulare și având o temperatură uniformă, $f_{sto;bac;acc}$ este considerat egal cu 1. Se utilizează valori mai mici decât 1 ale $f_{sto;bac;acc}$, dacă acest parametru este calculat cu procedura prezentată în Anexa D din SR CEN/TR 15316-6-10:2017.

$f_{sto;dis;ls}$ - coeficient de corecție ce ține cont de pierderile termice aferente distribuției agentului termic primar. Acest coeficient depinde de numărul de racorduri ale rezervorului, de tipul de conexiune al acestora, tipurile izolației termice la nivelul conductelor și al vanelor; acest coeficient poate lua valori între 1 și 5.

$f_{sto;dis;ls}$ - egal cu 1, în situația în care nu există întreruperi ale izolației și nu există pierderi de agent termic pe traseul către rezervorul de acumulare. În acest caz ideal, pierderile de energie termică sunt prezente doar pe distribuție.

$f_{sto;dis;ls}$ - egal cu 3 (valoare recomandată pentru calcule) corespunde situației celei mai des întâlnită în realitate, anume izolația este prezentă doar pe traseele rectilinii ale conductelor de agent termic primar, nu și pe celelalte racorduri, iar teurile, coturile și vanele nu sunt izolate.

$H_{sto;ls}$ - reprezintă transmitanța la nivelul pereților rezervorului de acumulare, exprimată în W/K și poate lua orice valoare de la 0 la infinit. Acest parametru va fi specificat de către furnizorul / producătorul rezervorului.

$J_{sto;set}$ - reprezintă temperatura apei în interiorul rezervorului de acumulare în °C considerat ca volum de calcul unic, cu temperatură constantă (poate avea valori până la 110 °C, în funcție de aplicație).

J_{amb} - temperatura mediului înconjurător în °C (de exemplu 15 °C).

t_{ci} - timpul considerat în calcul, respectiv numărul de ore dintr-un an, 8760 de ore.

ANEXA 3.3.A Exemplu de calcul - Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum livrată la consumator, $Q_{w,nd}$

Să se determine necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, pentru un apartament într-o clădire de locuit, având aria suprafeței utile 75m². Apa caldă este preparată centralizat. Apartamentul este renovat, fiind dotat cu armături eficiente la punctele de consum.

Pasul 1

Pornind de la aria utilă A_u (m²) se calculează termenul n_P ,

$$n_P = A_u \times i_{Loc} = 75 \times 0,04 = 3 \text{ persoane.}$$

Pasul 2

Se alege necesarul specific pentru apă caldă de consum, din anexa 1, normativ I9. Se adoptă valoarea de 70 l/om,zi.

Va fi necesară corecția debitului specific de apă caldă, având în vedere că temperaturile considerate ulterior sunt $\vartheta_{W,draw} = 45^{\circ}C$ și $\vartheta_{W,c} = 10^{\circ}C$. Se utilizează relația:

$$V_{P,W,day} = 70 \frac{60-10}{45-10} = 100 \frac{l}{om,zi}$$

Pasul 3

Se determină volumul total zilnic de apă caldă, consumat în apartamentul analizat, utilizând relația:

$$V_t = V_{W,P,day} \cdot n_P$$

$$V_t = 100 \frac{l}{om,zi} \cdot 3 pers = 300 l/zi$$

Pasul 4

Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum livrată la consumator se determină utilizând relația:

$$Q_{W,nd} = V_t \cdot c_W \cdot \rho_W \cdot (\vartheta_{W,draw} - \vartheta_{W,c}) =$$

$$= 300 l/zi \cdot 4,186 KJ/Kg, K \cdot 1 kg/dm^3 \cdot (45 - 10)K = 43953 KJ/zi = 43953KJ / (24 \times 3600)$$

$$s \times 24 h = 12,21 KWh/zi$$

S-a considerat ipoteza de calcul conform căreia acest necesar de apă se livrează în 24 ore/zi.

ANEXA 3.3.B Determinarea pierderilor termice aferente conductelor de distribuție

Etapa 1

Se selectează date de intrare privind clădirea și rețeaua de distribuție pentru încălzire/răcire sau apă caldă de consum.

Nume parametru	Simbol	Unitate de măsură	Valoare adoptată în exemplul de calcul	Interval de valori recomandat
Date de intrare				
Lungimea clădirii	L_L	m	15	4...100
Lățimea clădirii	L_W	m	10	4...20
Număr de niveluri	N_{lev}	-	3	1...10
Înălțimea nivelului	h_{fl}	m	2,9	2...5
Lungime (conform B1.1 – din SR EN 15316-3:2016)	l_c	m	0	0 / 6
Transmitanța termică liniară pentru conducte izolate, în interiorul clădirii	ψ	W/(m·K)	0,2	0,05..0,5
Diametrul interior al conductei (fără izolație)	d_i	m	0,02	0,01...1,00
Diametrul exterior al conductei (cu izolație)	d_a	m	0,06	0,01...1,00

Nume parametru	Simbol	Unitate de măsură	Valoare adoptată în exemplul de calcul	Interval de valori recomandat
Conductivitatea termică a izolației	λ_D	W/(m·K)	0,04	0,01..0,08
Conductivitatea termică a materialului de îngropare	λ_{em}	W/(m·K)	1	0,01...5,0
Adâncimea de îngropare a țevii față de suprafața terenului	z	m	0,15	0,05..2,0
Conductivitatea termică a materialului conductei	λ_P	W/(m·K)	380	10..500
Diametrul interior al conductei	$d_{p,i}$	m	0,019	
Diametrul exterior al conductei	$d_{p,a}$	m	0,022	
Căldura specifică a materialului conductei	c_p	kWh/(kg·K)	0,106	0,02...0,25
Densitatea materialului conductei	ρ_p	kg/m ³	8900	1000...20000

Etapa 2 –

In cazul în care nu se cunosc traseele exacte ale distribuției, se pot adopta lungimi aproximative, obținute cu formula de calcul care utilizează geometria clădirii.

Instalația analizată	Simbol	Unitate de măsură	Valoare adoptată în exemplul de calcul	Formula de calcul (anexa B2.3 din SR EN 15316-3:2017)	Explicații suplimentare
Încălzire/răcire spațiu					
Lungimea conductelor de legătură de la radiator (echipament) la coloane;	l_A	m	247,50	$l_A = 0,55 \cdot l_L \cdot l_W \cdot N_{lev}$	
Lungimea coloanelor;	l_S	m	32,63	$l_S = 0,025 \cdot l_L \cdot l_W \cdot N_{lev} \cdot h_{lev}$	
Lungimea distribuției/colectorului inferioare a conductelor;	l_V	m	54,38	$l_V = 2 \cdot l_L + 0,01625 \cdot l_L \cdot l_W^2$	
Lungimea maxima a traseului de la generatorul de căldură către cel mai îndepărtat corp de încălzire/răcire	L_{max}	m	57,40	$L_{max} = 2 \cdot \left(L_L + \frac{l_W}{2} + N_{lev} \cdot h_{lev} + l_c \right)$	
Apa caldă de consum					
Lungimea conductelor din circuitul deschis (denumit cu indicele „stub”)	l_A	m	22,50	$l_A = 0,05 \cdot l_L \cdot l_W \cdot N_{lev}$	
Lungimea conductelor verticale	l_S	m	97,88	$l_S = 0,075 \cdot l_L \cdot l_W \cdot N_{lev} \cdot h_{lef}$ $l_V = 2 \cdot l_L + 0,0125 \cdot l_L \cdot l_W$	Lungimea conductelor verticale, însoțite de recirculare Sau * (0,5) Lungimea conductelor verticale, fără recirculare
Lungimea conductelor aferente distribuției	l_V	m	31,88		Lungimea conductelor verticale, însoțite de recirculare

Instalația analizată	Simbol	Unitate de măsură	Valoare adoptată în exemplul de calcul	Formula de calcul (anexa B2.3 din SR EN 15316-3:2017)	Explicații suplimentare
					Sau * (0,5) Lungimea conductelor verticale, fără recirculare
Lungimea maximă a conductelor, într-un circuit închis (distribuție și recirculare)	L_{max}	m	57,40	$L_{max} = 2 \cdot \left(L_L + \frac{L_W}{2} + N_{lev} \cdot h_{lev} + l_c \right)$	

Etapa 3 –

Se determină o serie de parametri, care caracterizează pierderile termice de-a lungul distribuției. Acești parametri sunt utilizați ulterior în calcul.

Parametru	Simbol	Unitate de măsură	Valoare adoptată în exemplul de calcul	Referință formulă	Formula de calcul	Explicații suplimentare
Factorul de corecție pentru condiții speciale de proiectare a sistemului de distribuție	$f_{X,corr}$		1,00			Anexa
Transmitanța termică liniară pentru conducte izolate, în interiorul clădirii	Ψ	W/(m·K)	0,20	Formula (3)	$\Psi = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_D} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \cdot d_a} \right)}$	
Transmitanța termică liniară pentru conducte îngropate	Ψ_{em}	W/(m·K)	0,21	Formula (4)	$\Psi_{em} = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_D} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\lambda_{em}} \cdot \ln \frac{4 \cdot z}{d_a} \right]}$	

Parametru	Simbol	Unitate de măsură	Valoare adoptată în exemplul de calcul	Referință formulă	Formula de calcul	Explicații suplimentare
Transmitanța termică liniară pentru conducte neizolate	Ψ_{non}	W/(m·K)	0,97	Formula (5)	$\Psi_{non} = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_p} \cdot \ln \frac{d_{p,a}}{d_{p,i}} + \frac{1}{h_a \cdot d_{p,a}}}$	Formula de calcul exact
Transmitanța termică liniară pentru conducte neizolate	Ψ_{non}	W/(m·K)	0,97	Formula (6)	$\Psi_{non} = h_a \cdot \pi \cdot d_{p,a}$	aproximare
Volumul conductelor din circuit deschis, definit pe zone	V_p	m ³	0,0064		$V_p = d_{p,i}^2 \cdot \pi / 4 \cdot L_p$	
Masa conductelor	m_p	kg/m ³	56,75		$m_p = \rho_p \cdot V_p$	
Factor de eficiență, pentru instalația X (încălzire/răcire, apa caldă de consum)	$f_{X,e}$		4,332	Formula (23)	$f_{X,e} = \left(1,25 + \left(\frac{0,2}{P_{X,hydr,des}} \right)^{0,5} \right) \cdot b$	
Factor utilizat in selecția pompei	b		1			constant
Constantă care depinde de sistemul de control (automatizare) a pompei	C_{P1}		0,90			HEAT_DIST R_CTRL_PM P 0 / 3 / 4
Constantă care depinde de sistemul de control (automatizare) a pompei	C_{P2}		0,10			HEAT_DIST R_CTRL_PM P 0 / 3 / 4
Factor de cheltuieli pentru energia pompelor de distribuție	$\varepsilon_{X,dis}$		4,80	Formula (22)	$\varepsilon_{X,dis} = f_{X,e} \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{X,dis}^{-1})$	
Factor f_{EEI}	f_{EEI}		0,43	Formula (28)	$f_{EEI} = \frac{EEI}{C_E}$	

Valori pentru coeficientul eficiența energetică EEI		
Încălzire		0,25
Răcire		0,25
Apa caldă de consum		0,30

Etapa 4 –

Determinarea și adoptarea altor parametri, necesari în calculul termic

Nume mărime	Simbol	Unitate de măsură	Valoare considerată în calcul	Interval optim	Modul de calcul	Mărime variabilă	Notă
Condiții inițiale							
Temperatura agentului termic, de intrare în echipamentul de emisie energie termică (încălzire)	$\theta_{H,em,in}$	°C	68	0..110	M3-5	Da	
Temperatura agentului termic, de ieșire din echipamentul de emisie energie termică (încălzire)	$\theta_{H,em,out}$	°C	58	0..110	M3-5	Da	
Debit, în circuitul de încălzire	\dot{V}_H	m³/h	3.5	0.....μ	M3-5	Da	
Temperatura agentului termic, de intrare în echipamentul de răcire (e.g ventiloconvector)	$\theta_{C,em,in}$	°C	6	0..110	M4-5	Da	
Temperatura agentului termic, de ieșire din echipamentul de răcire	$\theta_{C,em,out}$	°C	12	0..110	M4-5	Da	
Debit în circuitul de răcire	\dot{V}_C	m³/h	0.8	0.....μ	M4-5	Da	
Temperatura DHW (a apei calde de consum)	θ_W	°C	50	30..70	M8-1	Da	
Diferența de temperatură între temperatura de consum a apei	$\Delta\theta_W$	K	5	2..10	M8-1	Da	Doar pentru distribuții însoțite de recirculare

Nume mărime	Simbol	Unitate de măsură	Valoare considerată în calcul	Interval optim	Modul de calcul	Mărime variabilă	Notă
calde și temperatura pe conducta de recirculare							
Intervalul de calcul, pas de timp	t_{ci}	h	1	1...8760	M1-9	Da	
Durata de operare totală	t_{op}	h	1	0...8760	M1-6	Da	Suma intervalelor de calcul, a pașilor de timp
Temperatura mediului ambiant, pe durata intervalului de calcul, pe durata de încălzire	$\theta_{ah,H}$	°C	13	-30...+30	M2-2	Da	
Temperatura mediului ambiant, pe durata intervalului de calcul, pe durata de răcire	$\theta_{ah,C}$	°C	22	-30...+30	M2-2	Da	
Temperatura mediului ambiant, pe durata intervalului de calcul, pe durata de consum apă caldă	$\theta_{ah,W}$	°C	13	-30...+30	M2-2	Da	
Intervalul de timp între două utilizări ale armăturii, în vederea consumului	t_{atap}	h	2	0..24	M8-1	Da	
Timpu de operare a sistemului de distribuție	$t_{x,op}$	h	1	0...8760		Da	
Date utilizate în proiectarea sistemului							
<i>Date considerate în documentația tehnică aferentă instalației</i>							
Profil consum, exprimat prin frecvența de utilizare a armăturilor pentru apa caldă	n_{tap}	1/h	0,5	1..30	M8-1	Da	

Nume mărime	Simbol	Unitate de măsură	Valoare considerată în calcul	Interval optim	Modul de calcul	Mărime variabilă	Notă
Număr de operații (utilizări) ale pompei de recirculare	n_{nom}	1/d	2	0...24	M8-1	Da	
Temperatura medie a apei calde de consum în sistem închis, fără utilizare, considerată pentru pasul de timp	$\theta_{W,avg}$	°C	25	20...70	M8-1	Da	Se determina prin calcul
Factorul de rezistență al componentelor în sistemul de distribuție	f_{comp}		0.3	0...0,8			Se aplica LOCAL
Pierdere de sarcină liniară unitară	$R_{X,max}$	kPa/m	0.1	0,05...0,50			
Pierdere de sarcină locală	$\Delta p_{X,add}$	kPa	3	0...100		Da	
Sarcina termică determinată prin calcul, pentru încălzire (H) pentru o zonă	$F_{H,em.out}$	kW	50	1...μ			
Sarcina termică determinată prin calcul, pentru răcire (C), pentru o zonă	$F_{C,em.out}$	kW	50	1...μ			
Diferența de temperatură, de calcul, pentru circuitul de încălzire	$\Delta \theta_{H,dis,des}$	K	15	1...50			
Diferența de temperatură, de calcul, pentru circuitul de răcire	$\Delta \theta_{C,dis,des}$	K	6	1...20			
Diferența de temperatură, de calcul, pentru circuitul aferent apei calde de consum (distribuție + recirculare)	$\Delta \theta_{W,circ}$	K	5	1...10			
Factor de energie primară, pentru transport energie termică	$f_{X,Y}$		1,1				

Nume mărime	Simbol	Unitate de măsură	Valoare considerată în calcul	Interval optim	Modul de calcul	Mărime variabilă	Notă
Factor de energie primară, pentru transport energie electrică	$f_{X,Z}$		2,4				
Tipul de control al sistemului							
Tipul de control/automatizare a debitului	HEAT_DISTR_CTRL_PMP			0, 3, 4			
Tipul de control/automatizare a turației	HEAT_DISTR_CTRL			0, 2, 3			
Constante							
(căldură specifică x densitatea) apei	$c_w \cdot \rho_w$	kWh/(m ³ ·K)	1,15				
Căldura specifică a apei	c_w	kWh/(kg·K)	1,163				
Densitatea apei	ρ_w	kg/m ³	990				
Factor de selecție a pompei	b	-	1				Selecție la parametrii calculați ai instalației
	b	-	2				Selecție la parametrii diferiți de cei calculați ai instalației
Coefficientul global de transfer termic (convecție și radiație)	h_a	W/(m ² K)	8		Local	NU	Valoare pentru conducte izolate
	h_a	W/(m ² K)	14				Valoare pentru conducte neizolate

Etapa 5 –

Se determină, prin calcul, parametrii necesari, cuprinși în tabelul următor, respectiv pierderile termice aferente sistemului de distribuție.

Descriere termen calculat	Simbol	Unitate de măsură	Valoare obținută în urma calculului	Formula utilizată din SR EN 15316-3	Formulă	Note suplimentare
Temperatura medie a apei, în sistemul de distribuție pentru încălzire	$\theta_{H,em,mean}$	°C	63,0	Formula (1)	$\theta_{X,em,mean} = \frac{\theta_{X,em,in} + \theta_{X,em,out}}{2}$	Indice X: încălzire H
Temperatura medie a apei, în sistemul de distribuție pentru răcire	$\theta_{C,em,mean}$	°C	9,0	Formula (1)	$\theta_{X,em,mean} = \frac{\theta_{X,em,in} + \theta_{X,em,out}}{2}$	Indice X: răcire C
Temperatura medie a apei, în sistemul de distribuție pentru apa caldă de consum	$\theta_{W,em,mean}$	°C	47,5	Formula (2)	$\theta_{W,em,mean} = \theta_W - \frac{\Delta\theta_W}{2}$	
Pierderile termice aferente sistemelor de distribuție a agentului termic apă, pentru încălzire	$Q_{H,dis,ls}$	kWh	0,54	Formula (7)	$Q_{X,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{X,op}} \sum_j \Psi_j \cdot (\theta_{X,em,mean} - \theta_{X,ah,j}) \cdot L_j \cdot t_{ci}$	Pierdere termică în pasul de timp t_{ci}
Pierderile termice (aporturi) aferente sistemelor de distribuție a agentului termic apă, pentru răcirea spațiilor	$Q_{C,dis,ls}$	kWh	-0,64	Formula (7)	$Q_{X,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{X,op}} \sum_j \Psi_j \cdot (\theta_{X,em,mean} - \theta_{X,ah,j}) \cdot L_j \cdot t_{ci}$	Pierdere termică (aport de căldură) în pasul de timp t_{ci}
Pierderile termice aferente sistemelor de distribuție apă caldă de consum	$Q_{W,dis,ls}$	kWh	0,225	Formula (7)	$Q_{X,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{X,op}} \sum_j \Psi_j \cdot (\theta_{X,em,mean} - \theta_{X,ah,j}) \cdot L_j \cdot t_{ci}$	Pierdere termică în pasul de timp t_{ci} pentru lungimea conductelor de distribuție și recirculare
Debit masic pentru apa caldă de consum, în sistem deschis (de la circuitul distribuție-circulație)	$m_{W,dis,stub}$	kg/h	3,16	Formula (9)	$\dot{m}_{W,dis,stub} = \sum V_{stub,j} \cdot \rho_W \cdot n_{tap,j}$	

Descriere termen calculat	Simbol	Unitate de măsură	Valoare obținută în urma calculului	Formula utilizată din SR EN 15316-3	Formulă	Note suplimentare
către armături, neînsoțit de circulație)						
Pierderi suplimentare termice pentru conductele de distribuție neînsoțite de recirculare	$Q_{W,dis,stub}$	kWh	135.8	Formula (8)	$Q_{W,dis,ls,stub} = \dot{m}_{W,dis,stub} \cdot c_w \cdot (\vartheta_W - \vartheta_{W,amb,j}) \cdot t_{ci}$	
Debit masic pentru conductele de recirculare	$\dot{m}_{w,dis,nom}$	kg/h	0.53	Formula (11)	$\dot{m}_{W,dis,nom} = \frac{1}{24} \cdot \sum_j V_j \cdot \rho_W \cdot n_{nom,j}$	
Pierderi termice in sisteme de recirculare, in absenta consumului	$Q_{w,dis,nom}$	kWh	7.3	Formula (10)	$Q_{W,dis,nom} = \dot{m}_{W,dis,nom} \cdot c_w \cdot (\theta_{W,avg} - \theta_{W,ah,j}) \cdot t_{ci}$	
Temperatura apei calde de consum, pe perioada lipsei de consum, intre utilizările apei calde	$\theta_{W,dis,atap}$	°C	31.9	Formula (12)	$\theta_{W,dis,atap,i} = \theta_{W,ah,j} + (\theta_W - \theta_{W,ah,j}) \cdot e^{-C_i}$	
Exponent C_i utilizat pentru calculul scăderii temperaturii apei calde in conducte de distribuție, după o utilizare, in secțiunea i	C_i		0.674	Formula (13)	$C_i = \frac{q_i \cdot L_i \cdot t_{atap}}{c_w \cdot \rho_w \cdot V_i + c_p \cdot m_{p,i}} \cdot \frac{1}{(\theta_W - \theta_{W,ah,i})}$	
Flux de căldură specific liniar	q_i	W/m	7.4	Formula (14)	$q_i = \Psi_i \cdot (\theta_W - \theta_{W,ah,j})$	

Descriere termen calculat	Simbol	Unitate de măsură	Valoare obținută în urma calculului	Formula utilizată din SR EN 15316-3	Formulă	Note suplimentare
Factor / pondere a energiei termice recuperabile aferente sistemului de distribuție	$f_{H,dis,rbl}$		0.65	Formula (17)	$f_{H,dis,rbl} = \frac{Q_{H,dis,ls,heatedspace}}{Q_{H,dis,ls,total}}$	ipoteza
Pierderi termice recuperabile ale sistemului de distribuție pentru încălzirea în zona de amplasare a distribuției	$Q_{H,dis,rbl}$	kWh	0.35	Formula (18)	$Q_{HW,dis,rbl} = f_{HCW_dis_rbl} \cdot Q_{HW,dis,ls,total}$ $Q_{C,dis,rbl} = -f_{HCW_dis_rbl} \cdot Q_{C,dis,ls,total}$	
Energie termică necesară la intrarea în sistemul de emisie	$Q_{X,em}$	kWh	40.25	Formula (37)	$Q_{X,em} = \dot{V}_X \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{X,em,in} - \theta_{X,em,out}) \cdot t_{ci}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apa caldă de consum W
Factor de cost pentru energie	$\varepsilon_{X,dis}$		1.014	Formula (36)	$\varepsilon_{X,dis} = \frac{Q_{X,em} + Q_{X,dis,ls}}{Q_{X,em}} = 1 + \frac{Q_{X,dis,ls}}{Q_{X,em}}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apa caldă de consum W
Factor de cost pentru energia primara	$\varepsilon_{P,X,dis}$		0.018	Formula (38)	$\varepsilon_{P,X,dis} = \frac{f_{X,Y} \cdot Q_{X,dis,ls} + f_{X,Z} \cdot W_{X,dis,aux}}{Q_{X,em}}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apa caldă de consum W
Energie termică necesară la intrarea în sistemul de distribuție	$Q_{H,dis,in}$	kWh	40.794	Formula(39)	sau $Q_{X,dis,in} = \varepsilon_{X,dis} \cdot Q_{X,em}$ $Q_{X,dis,in} = Q_{X,em} + Q_{X,dis,ls}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apa caldă de consum W
Temperatura medie a apei calde de consum	$\theta_{W,avg}$	°C	40.93	Formula(15)	$\theta_{W,avg} = \frac{\theta_W + \theta_{W,dis,atap}}{2}$	
Temperatura medie a apei calde de consum, in sisteme deschise, forma simplificata	$\theta_{W,em,mean}$	°C	34.49	Formula(16)	$\theta_{W,em,mean} = 25 \cdot \Psi^{-0,2}$	

Etapa 6 –

Se determină, prin calcul, parametrii necesari, cuprinși în tabelul următor, respectiv energiile auxiliare consumate, aferente sistemului de distribuție.

Descriere termen calculat	Simbol	Unitate de măsură	Valoare obținută în urma calculului	Formula utilizată din SR EN 15316-3	Formula	Note suplimentare
Diferența de presiune aferentă unei zone din sistemul de distribuție	$\Delta p_{X,des}$	kPa	10,46	Formula (20)	$\Delta p_{X,des} = (1 + f_{comp}) \cdot R_{X,max} \cdot L_{max} + \Delta p_{X,add}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apă caldă de consum W
Debit volumic utilizat în proiectarea sistemelor de încălzire și răcire	$\dot{V}_{X,des}$	m ³ /h	7,25	Formula (21)	$\dot{V}_{X,des} = \frac{\Phi_{X,em,out}}{c_W \cdot \rho_W \cdot \Delta\theta_{X,dis,des}}$	Indice X: încălzire H, răcire C
Debit volumic utilizat în proiectarea sistemelor de distribuție apă caldă de consum	$\dot{V}_{W,des}$	m ³ /h	0,04	Formula (22)	$\dot{V}_{W,des} = \frac{Q_{W,dis,ls}}{c_W \cdot \rho_W \cdot \Delta\theta_{circ}}$	
Puterea proiectată a pompelor de recirculare a apei calde de consum	$P_{X,hydr,des}$	kW	0,021	Formula (19)	$P_{X,hydr,des} = \frac{\Delta p_{X,des} \cdot \dot{V}_{X,des}}{3600}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apă caldă de consum W
Energie auxiliară necesară pentru cabluri electrice încălzitoare	$W_{W,dis,aux,rib}$	kWh	0,225	Formula (19)	$W_{W,dis,aux,rib} = Q_{W,dis,ls}$	Se calculează cu lungimea conductelor de apă caldă și pe durata unui an

Descriere termen calculat	Simbol	Unitate de măsură	Valoare obținută în urma calculului	Formula utilizată din SR EN 15316-3	Formula	Note suplimentare
Factor de încărcare la sarcină parțială a sistemului de distribuție	$\beta_{X,dis}$		0,483	Formula (25)	$\beta_{X,dis} = \frac{\dot{V}_{X,dis}}{\dot{V}_{X,des}}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apă caldă de consum W
Necesar de energie al pompei din rețeaua de distribuție	$W_{X,dis,hydr}$	kWh	0,01	Formula (24)	$W_{X,dis,hydr,an} = P_{X,hydr,des} \cdot \beta_{X,dis} \cdot t_{X,op,an} \cdot f_{X,corr}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apă caldă de consum W
Necesarul de energie auxiliară	$W_{X,dis,aux}$	kWh	0,049	Formula (26)	$W_{X,dis,aux,an} = W_{X,dis,hydr,an} \cdot \epsilon_{X,dis}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apă caldă de consum W
Energia auxiliară recuperabilă aferentă distribuției, utilizată pentru încălzirea zonei considerate	$Q_{X,dis,aux,rbl}$	kWh	0,012	Formula (34)	$Q_{X,dis,aux,rbl} = 0,25 \cdot W_{X,dis,aux}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apă caldă de consum W
Energia auxiliară recuperată aferentă distribuției, utilizată pentru încălzirea zonei considerate	$Q_{X,dis,aux,rvd}$	kWh	0,037	Formula (35)	$Q_{X,dis,aux,rvd} = 0,75 \cdot W_{X,dis,aux}$	Indice X: încălzire H, răcire C, apă caldă de consum W
Energie auxiliară, consumată pe durata de funcționare în mod redus (setback operation)	$W_{X,dis,aux,sefb}$	kWh	0,021	Formula(30)	$W_{X,dis,aux,sefb} = P_{X,hydr,des} \cdot t_{ci}$	HEAT_DISTR_CTRL = 2

Descriere termen calculat	Simbol	Unitate de măsură	Valoare obținută în urma calculului	Formula utilizată din SR EN 15316-3	Formula	Note suplimentare
Energie auxiliară, consumată pe durata de funcționare în mod impuls (boost mode operation)	$W_{X,dis,aux,seib}$	kWh	0,069	Formula(31)	$W_{X,dis,aux,boost} = 3,3 \cdot P_{X,hydr,des} \cdot t_{ci}$	HEAT_DISTR_CTRL = 3

3.4. Instalații pentru iluminatul artificial; cuplarea cu iluminatul natural

3.4.1. Informații generale; alte referințe tehnice aplicabile

Metoda de calcul prezentată în acest capitol și care are ca obiectiv determinarea consumului global sau specific de energie pentru iluminarea unei clădiri/zone de clădire rezidențială sau nerezidențială urmează procedurile prezentate în standardul SR EN 15193-1 Performanța energetică a clădirilor. Cerințe energetice pentru iluminat. Partea 1: Specificații, Modul M9 și SR EN 15193-1.

Se presupune că atât clădirile existente cât și cele noi sau renovate sunt echipate cu sisteme de iluminat care respectă bunele practici și cerințele de proiectare prezentate în:

- SR EN 12464-1 pentru spațiile din clădirile nerezidențiale noi sau renovate destinate activităților lucrative
- SR EN 12193 pentru clădirile nerezidențiale noi sau renovate, destinate activităților sportive
- SR EN 1838 pentru iluminatul de siguranță din clădirile nerezidențiale noi sau renovate
- SR EN 15193-1 pentru sistemul de iluminat din clădirile rezidențiale.

Pentru înțelegerea completă și aplicarea corectă a procedurilor prezentate în acest capitol sunt utile și următoarele documente tehnice aplicabile domeniului ”iluminat”:

- SR EN 12665 Lumină și iluminat. Termeni de bază și criterii pentru specificarea cerințelor de iluminat
- SR EN 60598 (toate părțile) – Corpuri de iluminat
- SR EN 62722-1 Performanța corpurilor de iluminat. Partea 1: Prescripții generale
- SR EN 50470 (toate părțile) Echipamente de măsurare a energiei electrice (c.a.)
- ISO 10916. Calcularea impactului utilizării luminii naturale asupra rețelei electrice și necesarul final de energie pentru iluminat.

Metoda de calcul ia în considerare cuplarea în orice proporție a luminii provenite de la sistemul de iluminat artificial cu cea naturală.

3.4.2. Metode de calcul al indicatorului LENI (Lighting Energy Numeric Indicator)

Se vor prezenta în continuare metoda complexă și respectiv cea simplificată de calcul pentru determinarea performanței energetice a sistemelor de iluminat în diverse situații. Ambele metode țin cont de puterea electrică instalată pentru iluminat, nivelul de ocupare și nivelul iluminatului natural.

Notă: cu ajutorul procedurilor de estimare prin calcul al consumului de energie pentru iluminat se pot determina suplimentar valorile cu care sistemul de iluminat contribuie la necesarul de energie

pentru încălzire și respectiv răcire (WL din anexa P obținut cu formula P.4 din SR EN 15193-1 care semnifică $q_{int,L}$ din modulele M1-9, M2-7 și M4-3 din setul de standarde EPB) în vederea stabilirii performanței energetice totale a unei clădiri/zone dintr-o clădire.

3.4.2.1. Metoda complexă de calcul

Această metodă se aplică pentru determinarea consumului de energie al sistemelor de iluminat din clădirile/zone din clădirile rezidențiale și nerezidențiale, existente, noi sau renovabile, în cazul în care există informații detaliate despre aceste sisteme de iluminat.

Calculul se poate realiza anual, lunar sau orar în funcție de pasul de timp al setului de date necesare utilizate ca intrări în formulele de calcul. Rezultatul final al calculului este consumul de energie pentru pasul de timp ales, exprimat în kWh/an, pas de timp, respectiv coeficientul de performanță al sistemului de iluminat, coeficientul $LENI_{sub}$ (LENI pentru o zonă și/sau un pas de timp subanual) sau LENI, exprimat în kWh/an, m^2 (consumul total normalizat la suprafața unitară utilă a clădirii).

Datele de intrare necesare calcului atât pentru clădirile noi sau renovate cât și pentru clădirile existente, sunt:

- tipul de corpuri de iluminat, identificate fiecare cu un cod unic și respectiv caracterizate de date tehnice
- numărul din fiecare tip de corp de iluminat
- tipul de dispozitive de control al nivelului de iluminat
- factorul de mentenanță MF utilizat în procesul de proiectare sau în planul de întreținere

Pentru fiecare tip de corp de iluminat sunt necesare următoarele valori declarate de producător în baza standardelor aplicabile și ajustate ulterior în funcție de regimul de operare al sistemului de iluminat:

- puterea electrică P_i (W) – valoare conform documentației tehnice a corpurilor de iluminat utilizate sau anexa B, tabelul B.10 din SR EN 15193-1 pentru cazul clădirilor rezidențiale
- puterea electrică P_{ci} (W) absorbită în mod standby de către dispozitivele de control
- puterea electrică P_{ei} (W) necesară încărcării bateriilor pentru iluminatul de siguranță.

În cazul corpurilor de iluminat din clădirile existente pentru care nu sunt disponibile datele tehnice de mai sus, se va folosi metoda de testare in situ descrisă în anexa D a SR EN 15193-1.

Determinarea consumului total anual de energie al unui sistem de iluminat (pentru o zonă de clădire sau întreaga clădire) se face utilizând ecuațiile 1...13 din SR EN 15193-1 prin care se determină, în ordinea indicată mai jos:

1. timpul t_D în care se asigură iluminatul clădirii/zonei de clădiri utilizând și lumină naturală, conform anexei B, tabel B.2 din SR EN 15193-1
2. timpul t_N în care se asigură iluminatul clădirii/zonei de clădiri utilizând doar lumină artificială, conform anexei B, tabel B.2 din SR EN 15193-1

3. puterea electrică instalată totală a corpurilor de iluminat (include puterea lămpilor, a balastului și altor componente când funcționează la putere maximă), P_n conform ecuației (1)

$$P_n = \sum_{i=1}^{i=n} P_i [W] \quad (1)$$

4. puterea electrică totală instalată pentru încărcarea bateriilor din corpurile de iluminat de siguranță, P_{em} conform ecuației (2) și anexa eventual H din SR EN 15193-1

$$P_{em} = \sum_{i=1}^{i=n} P_{ei} [W] \quad (2)$$

5. puterea electrică totală a dispozitivelor de automatizare a funcționării corpurilor de iluminat, P_{pc} conform ecuației (3) și eventual anexa H din SR EN 15193-1

$$P_{pc} = \sum_{i=1}^{i=n} P_{ci} [W] \quad (3)$$

6. factorul de ocupare a spațiilor F_o , conform ecuațiilor 4-6 și anexei E din SR EN 15193-1
7. factorul de utilizare al luminii naturale F_D , conform ecuației 7 și anexei F din SR EN 15193-1

$$F_D = 1 - (F_{D,s} \times F_{D,c}) \quad (7)$$

8. factorul de dependență de nivelul constant de iluminare F_C , conform ecuației (8) și anexei G din SR EN 15193-1

$$F_C = 1 - \frac{1}{2} F_{CC} (1 - MF) \quad (8)$$

9. consumul de energie electrică necesară pentru îndeplinirea funcției de iluminare într-o zonă a clădirii, pentru pasul de timp utilizat t_s , $W_{L,t}$ (kWh/ t_s), conform ecuației (10) din SR EN 15193-1

$$W_{L,t} = \sum \{ (P_n \times F_o) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1000 \text{ [kWh / } t_s] \quad (10)$$

10. consumul de energie electrică necesară în perioadele în care nu este necesar iluminatul pentru bateriile corpurilor de iluminat de siguranță și pentru menținerea activă a dispozitivelor de control dispozitivelor pentru într-o zonă a clădirii, pentru pasul de timp utilizat t_s , $W_{P,t}$ (kWh/ t_s), conform ecuației (11) din SR EN 15193-1

$$W_{P,t} = \sum \{ (P_{pc} \times t_s) + (P_{em} \times t_e) \} / 1000 \text{ [kWh / } t_s] \quad (11)$$

11. consumul total de energie pe intervalul de timp t_s pentru corpurile de iluminat, bateriile corpurilor de iluminat de siguranță și dispozitivelor de control dintr-o clădire/zonă a clădirii, conform ecuației (9) din SR EN 15193-1

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \text{ [kWh / } t_s] \quad (9)$$

12. consumul anual total de energie electrică W (kWh/an) pentru iluminatul unei clădiri, conform ecuației (12) din SR EN 15193-1

$$W = \sum (8\,760 / t_s \times W_i) \text{ [kWh / an]} \quad (12)$$

13. LENI (kWh/m²×an), conform ecuației (13) din SR EN 15193-1.

$$LENI = W/A \text{ [kWh/(m}^2 \times \text{an)]} \quad (13)$$

Notațiile utilizate în formule, în afara celor menționate sunt:

- F_c Factor de iluminare constantă
- F_{cc} Factor pentru eficiența sistemului de control al iluminării constante
- F_D Factor de dependență de iluminat natural
- $F_{D,C}$ Factor al sistemului de control al iluminatului
- $F_{D,S}$ Factor de acces la iluminat natural
- F_o Factor de dependență de ocupare
- P_{ci} Putere în așteptare a sistemului de control al aparatului de iluminat, W
- P_{ei} Putere în așteptare a sistemului de iluminat de urgență al aparatului de iluminat, W
- P_i Putere a aparatului de iluminat pentru iluminare, W
- P_j Densitate de putere a zonei, W/m^3
- t_N Timp de utilizare în absența iluminatului natural, h
- t_s Perioada de timp, Oră / lună / an
- W energie auxiliară (electrică), kWh
- $W_{L,t}$ Energie totală pentru iluminat, kWh
- $W_{P,t}$ Energie totală pentru așteptare, kWh

3.4.2.2. Metoda simplificată de calcul

Această metodă se aplică doar în faza conceptuală a clădirilor rezidențiale și nerezidențiale, noi sau renovate, pentru determinarea consumului de energie al sistemelor de iluminat, în cazul în care există doar informații sumare despre aceste sisteme de iluminat.

Calculul se realizează doar pentru pas de timp anual, utilizează valori prestabilite, rezultatul final fiind consumul acoperitor anual de energie exprimat în kWh/an, respectiv coeficientul de performanță al sistemului de iluminat, coeficientul LENI, exprimat în kWh/an,m² (consumul total normalizat la suprafața unitară utilă a clădirii).

Metoda simplificată folosește valori predefinite fie la nivel național (anexa normativă A), fie conform propunerilor din anexa B a standardului SR EN 15193-1 și urmărește etapele de mai jos:

1. se estimează puterea instalată totală a corpurilor de iluminat, P_n , pentru o clădire/zonă de clădire; se poate folosi procedura din anexa C a standardului SR EN 15193-1 pentru clădirile nerezidențiale, iar pentru clădirile rezidențiale valorile din tabelul B.10, anexa B a standardului SR EN 15193-1

2. se utilizează valori predefinite pentru W_{pe} (energia consumată de corpurile de iluminat de siguranță) și W_{pc} (energia consumată de dispozitivele de control) conform anexei B, tabelul B.1 din standardul SR EN 15193-1
3. se determină factorul de ocupare F_o conform anexei B, tabel B.7 din standardul SR EN 15193-1
4. se calculează factorul de utilizare a luminii naturale F_D conform formulelor 25...31 din standardul SR EN 15193-1 și anexelor F și B (F.2, F.3.1, tabele B.3, B.4 și B.5) din standardul SR EN 15193-1
5. se alege factorul de dependență de nivelul constant de iluminare F_C din anexa B, tabelul B.8 din standardul SR EN 15193-1
6. se calculează factorul LENI pentru clădire/zona de clădire conform ecuațiilor (32) și (34) din SR EN 15193-1.

$$LENI_{sub} = \{F_C \times (P_i / 1\ 000) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N]\} + 1,0 + 1,5 \text{ [kWh/(m}^2 \text{ an)]} \quad (32)$$

$$LENI = \frac{\sum_{i=1}^n (LENI_{sub,i} \times A_i)}{A} \quad (34)$$

CAPITOLUL 4. EVALUAREA CONSUMURILOR DE ENERGIE PENTRU SISTEME DE INSTALAȚII UTILIZÂND SURSE REGENERABILE

4.1. Pompe de căldură

4.1.1. Generalități

În acest capitol sunt prezentate metodele de calcul al consumurilor de energie pentru încălzirea spațiilor și pentru producerea apei calde de consum în clădirile prevăzute cu pompe de căldură. Sunt analizate următoarele tipuri de sisteme:

- pompe de căldură acționate electric, cu ciclu de compresie a vaporilor;
- pompe acționate cu motor termic cu ciclu de compresie a vaporilor;
- pompe de căldură cu ciclu de absorbție a vaporilor.

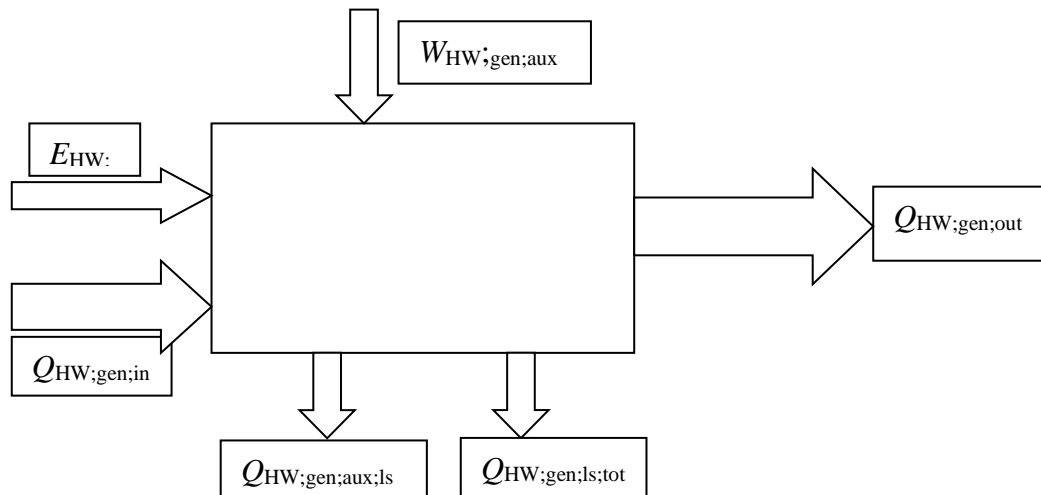


Figura 4.1 Bilanț energetic subsistemului de generare pentru încălzire

Legenda

- | | |
|--|---|
| 1 Aport de energie pentru acoperirea necesarului de energie termică (energie electrică, combustibil) $E_{HW;gen;in}$ | 8 Aport de energie auxiliară $W_{HW;gen;aux}$ |
| 2 Căldura preluată de pompa de căldură din sursa de căldură $Q_{HW;gen;in}$ | 9 Pierdere termică recuperată a componentelor auxiliare $Q_{HW;gen;aux;ls;rvd}$ |
| 3 Căldură furnizată de subsistemul de generare care acoperă necesarul de energie termică $Q_{HW;gen;out} = Q_{HW;gen;dis;out}$ | 10 Pierdere termică nerecuperată a componentelor auxiliare $Q_{HW;gen;aux;ls}$ |
| 4 Pierderi termice ale subsistemului de generare $Q_{HW;gen;ls;tot}$ | 11 Pierdere termică recuperabilă a componentelor auxiliare $Q_{H;gen;aux;ls;rbl}$ |
| 5 Pierderi termice recuperabile ale subsistemului de generare $Q_{H;gen;ls;rbl}$ | 12 Pierdere termică nerecuperabilă a componentelor auxiliare $Q_{HW;gen;aux;ls;nrb1}$ |
| 6 Pierderi termice nerecuperabile ale subsistemului de generare $Q_{HW;gen;ls;nrb1}$ | 13 Subsistem de generare |
| 7 Pierderi termice recuperabile totale ale subsistemului de generare $Q_{H;gen;ls;rbl;tot}$ | |

Bilanțul energetic pentru pompa de căldură cu generare acționată electric (prezentat schematic în figura 4.1), în mod de încălzire, este exprimat prin relația:

$$E_{HW;gen;in} \times COP_{HW;gen} = Q_{HW;gen;out} + Q_{HW;gen;ls;tot} - Q_{HW;gen;in} - f_{gen;aux;ls;rvd} \times W_{HW;gen;aux} \quad (4.1)$$

unde s-au folosit notațiile

- $E_{HW;gen;in}$ - aportul de energie provenit din energie electrică, combustibil sau aportul de căldură pentru a acoperi necesarul de energie termică al subsistemului de distribuție pentru încălzire (H) și apă caldă de consum (W), în kWh;
- $COP_{HW;gen}$ - coeficientul de performanță mediu pentru încălzire și apă caldă de consum
- $Q_{HW;gen;out}$ - energia termică furnizată
- $Q_{HW;gen;ls;out}$ - pierderile termice totale ale subsistemului de generare;
- $Q_{HW;gen;in}$ - energia termică ambientă preluată de pompa de căldură, din sursa de căldură;
- $f_{gen;aux;ls;rvd}$ - fracția de energie termică auxiliară recuperată (dacă nu este inclusă în COP);
- $W_{HW;gen;aux}$ - consumul de energie auxiliară necesar pentru subsistemul de generare

4.1.2. Mod de calcul (metoda lunară/anuală)

Scopul metodei este de a determina aportul de energie $E_{HW,gen,in}$, conform relației (4.1). Este dezvoltată o metodă lunară/anuală bazată pe BIN-uri.

Deoarece puterea termică și COP-ul pompei de căldură depind de condițiile de funcționare, (temperatura sursei și cea de disipare), calculul va fi efectuat pentru un număr de perioade j , în care temperatura sursei și temperatura de disipare sunt constante, iar rezultatele sunt însumate. Trebuie cunoscute (din calcule anterioare sau estimate) sarcina termică pentru încălzirea spațiilor și cea pentru prepararea apei calde de consum.

Metoda de calcul prezentată folosește BIN-uri ceea ce necesită evaluarea frecvenței cumulate a temperaturii aerului exterior, care utilizează datele climatice naționale, medii orare ale unui an.

Conform Anexei A din SR EN 15316-4-2, sunt necesare următoarele date de intrare:

A.1 Date referitoare la descrierea pompei de căldură

- tipul pompei de căldură (aer-apă, apă-apă, saramură-apă)
- tipul utilităților deservite (încălzire, apă caldă de consum, stocare apă)
- combustibilul utilizat de pompa de căldură (electricitate, gaz, biomasă etc)
- combustibilul utilizat de sistemul de back-up al pompei de căldură (electricitate, gaz, biomasă)
- datele tehnice ale pompei de căldură (capacitatea termică în condiții standard de evaluare la sarcina maximă/sarcini intermediare, COP în condiții standard de evaluare la sarcina maximă/sarcini intermediare, energia de intrare în condiții standard de evaluare la sarcina maximă/sarcini intermediare, temperatura de intrare în condiții standard de evaluare la sarcina maximă/sarcini intermediare, ecartul de temperatură la vaporizator în condiții standard de

evaluare la sarcina maximă, temperatura de ieșire în condiții standard de evaluare la sarcina maximă, ecartul de temperatură la condensator în condiții standard de evaluare la sarcina maximă, factorul de încărcare/ raportul de sarcină parțială la diverse sarcini intermediare, coeficient de depreciere/degradare, puterea electrică a echipamentelor auxiliare, constanta de timp pentru funcționarea în modul ON-OFF).

- coeficient de adaptare a COP-ului la condițiile de funcționare
- coeficient de adaptare a capacității termice la condițiile de funcționare
- factor de calcul pentru energia auxiliară
- coeficienți de funcționare la sarcină parțială (funcționare ON-OFF sau cu inverter)

A.2 Date de proiectare a sistemului

- temperatura de calcul, temperatura bivalentă, temperatura maximă de funcționare, temperatura maximă/minimă pentru sistemul de back-up
- locul de amplasare al pompei de căldură
- prioritatea de funcționare a subsistemelor (încălzire, apă caldă de consum, stocare)

A.3 Date privind condițiile de funcționare

- energia termică necesară și temperatura necesară pentru încălzire
- idem pentru prepararea apei calde de consum
- energia termică necesară pentru stocare
- diferența de temperatură la intrare (vaporizator)
- diferența de temperatură la ieșire (condensator)
- intervalul de timp de calcul
- temperatura interioară
- numărul de ore (pe lună/pe an) în care se regăsește fiecare valoare a temperaturii exterioare
- numărul de ore din lună (metoda lunară) sau an (metoda anuală) în care temperatura exterioară este inferioară celei de la pasul următor de timp
- factor privind aporturile datorate sistemului de reglaj
- factor pentru alte aporturi (interne, solare...)

Pașii de calcul sunt următorii:

- a) Construcția BIN-urilor
- b) Stabilirea cerințelor energetice pentru intervalele/bin-urile unice
- c) Calculul performanței termice a pompei de căldură
- d) Calculul necesarului de energie de rezervă ale BIN-urilor-urilor unice
- e) Calculul energiei auxiliare consumate
- f) Calculul pierderilor recuperabile ale subsistemului de generare
- g) Calculul energiei sursei de căldură
- h) Calculul energiei mecanice totale consumate pentru acoperirea cerințelor

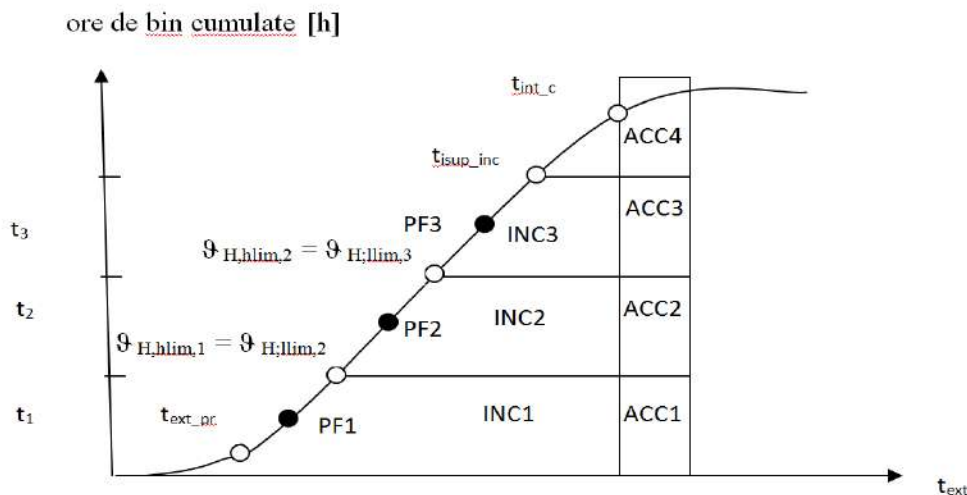
a) Construcția BIN-urilor

Numărul de bin-uri se alege în funcție de:

- tipul pompei de căldură
- informațiile disponibile referitoare la caracteristicile pompei de căldură, stabilite conform încercărilor standardizate
- perioada de calcul.

Criteriile de alegere a bin-urilor sunt:

- punctele de funcționare trebuie repartizate relativ uniform pe domeniul de funcționare;
- punctele de funcționare trebuie alese apropiate de punctele de încercare, pentru ca să se beneficieze de informații corecte privind caracteristicile pompei de căldură. Limitele bin-urilor sunt stabilite aproximativ în mijlocul punctelor de funcționare;
- numărul de bin-uri trebuie să reflecte variațiile de temperatură ale sursei de căldură și ale sistemului de disipare a căldurii (un singur bin este suficient dacă temperaturile sursei de căldură și ale sistemului de disipare a căldurii sunt constante pe tot domeniul de funcționare; în cazul variațiilor mari, trebuie să se aleagă un număr mai mare de bin-uri).



Legendă

- t_{ext_pr} = temperatura exterioară de proiectare
- t_{isup_inc} = temperatura ambiantă superioară pentru încălzire
- t_{int_c} = temperatura interioară de calcul
- t_{ext} = temperatura aerului exterior
- PF = punct de funcționare
- INC = încălzire, ACC = apă caldă de consum

Figura 4.2 – Ore de bin în funcție de temperatura aerului exterior – Exemplu cu 3 bin pentru încălzirea spațiilor și cerințe zilnice constante de energie termică pentru prepararea apei calde de consum (4 bin pentru prepararea apei calde de consum) (Sursa: SR EN 15316-4-2).

Această figură este reprodusă cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Frecvența cumulată depinde numai de temperatura aerului exterior și deci nu ia în considerare aporturile termice. Deși cantitatea de energie este corectă prin utilizarea necesarului de energie termică ale subsistemului de distribuție, redistribuirea energiei pe bin-uri depinde și de aporturile termice (interne și solare).

Pentru o perioadă de calcul lunară, frecvența cumulată trebuie calculată ca diferența timp-temperatură cumulată, conform SR EN ISO 15927-6, luând o valoare de bază a temperaturii interioare de calcul (de obicei de 20 °C). Pentru fiecare lună, calculul se efectuează pentru bin-uri alese în funcție de informațiile disponibile din încercări, privind caracteristicile pompei de căldură.

Pentru o perioadă de calcul anuală, este necesară o redistribuire pe bin-uri, stabilind o limită superioară a temperaturii pentru încălzire, care depinde de aporturile solare și interne. Aceasta poate fi limita regulatorului de temperatură sau se poate stabili în funcție de aporturile utilizate și de tipul clădirii (cu cât aporturile utilizate sunt mai mari, cu atât limita aleasă va fi mai scăzută).

Pentru fiecare bin, puterea termică și COP-ul pompei de căldură se vor evalua pe baza încercărilor standardizate efectuate.

b) Determinarea cerințelor energetice pentru bin-urile unice

b1) Încălzirea spațiilor

Necesarul de energie termică al subsistemului de distribuție a încălzirii $Q_{H,dis,in}$ poate fi calculat conform cap. 3.1 din această Metodologie.

Cantitățile de energie necesare pentru fiecare bin sunt specificate în tabelul 14 din SR EN 15316-4-2. Aceste cantități rezultă din sarcinile termice datorate condițiilor climatice exterioare, sistemelor de reglare și sarcinilor interne provenite de la oameni, iluminat și echipamente.

Se poate folosi și o metodă alternativă pentru determinarea necesarului de căldură pentru încălzire, care folosește sistemul grade-ore, prezentată în continuare.

Necesarul de energie pentru încălzire rezutat din diferența de temperatură dintre interior și exterior este calculat cu ajutorul unui factor de ponderare obținut din evaluarea frecvenței cumulate a temperaturii aerului exterior, dedus din numărul gradelor-oră de încălzire cumulate (DH_H):

$$f_{H,j} = \frac{Q_{H,gen,out,j}}{Q_{H,gen,out}} = \frac{NB_DH_{H,\theta_{ext};lim;low,j} - NB_DH_{H,\theta_{ext};lim;low}}{NB_DH_{H,tot}} \quad [-] \quad (4.2)$$

Necesarul de energie pentru încălzire, pentru fiecare bin este calculat cu relația:

$$Q_{H,gen,out,j} = \text{Max}[f_{H,j} \times f_{H,ctrl} \times Q_{H,gen,out} - Q_{H,rvd,i}; 0] \quad [\text{kWh}] \quad (4.3)$$

în care s-au folosit notațiile:

$f_{H,j}$	- factorul de ponderare al funcționării pompei de căldură pentru încălzire, în bin-ul j	(-)
$f_{H,ctrl}$	- factorul de ponderare care ia în considerare impactul sistemelor de reglare asupra necesarului de energie pentru încălzire, în bin-ul j	(-)
$Q_{H,gen,out,j}$	- necesarul de energie termică al sistemului de distribuție a încălzirii, în bin-ul j	[kWh]
$Q_{H,gen,out}$	- necesarul total de energie termică al sistemului de încălzire	[kWh]

$Q_{H;rvd;i}$	- energia recuperată pentru încălzirea spațiilor a bin-ului j	[kWh]
$DH_{H,0hlim,j}$	- grade-oră de încălzire cumulate până la limita temperaturii superioare a bin-ului j (preluate din datele climatice naționale)	[°Ch]
$DH_{H,0llim,j}$	- grade-oră de încălzire cumulate până la limita temperaturii inferioare a bin-ului j (preluate din datele climatice naționale)	[°Ch]
$DH_{H,tot}$	- gradelor-oră de încălzire totale cumulate până la limita temperaturii superioare pentru încălzirea spațiilor	[°Ch]
NB_DH	- număr de grade-oră	

Gradele-oră de încălzire cumulate pentru diferite zone climatice, trebuie preluate din datele climatice naționale.

Durata t_j a bin-ului j , în [s], rezultă din relația:

$$t_j = (N_{ho;0hlim,j} - N_{ho;0llim,j}) \cdot 3600 \quad (4.4)$$

unde:

$N_{ho;0hlim,j}$	- numărul cumulat de ore până la limita temperaturii superioare a bin-ului j	[h]
$N_{ho;0llim,j}$	- numărul cumulat de ore până la limita temperaturii inferioare a bin-ului j	[h]

Durata sezonului de încălzire se obține prin însumarea tuturor duratelor t_j pentru încălzire.

Durata efectivă a bin-ului se obține scăzând perioada de întrerupere zilnică din durata bin-ului :

$$t_{eff,j} = t_j \cdot \frac{24h - t_{co}}{24h} \quad (4.5)$$

unde

$t_{eff,j}$	- durata efectivă a binului j	[s]
t_j	- durata binului j	[s]
t_{co}	- număr de ore de întrerupere/zi	[h/zi]

b2) Prepararea apei calde de consum

Necesarul de energie termică al sistemului de apă caldă de consum, $Q_{W,dis,in}$ se calculează în conformitate cu cap. 3.3 din prezenta Metodologie. Pentru bin-ul j necesarul poate fi calculat folosind un factor de ponderare pentru prepararea apei calde de consum conform relației:

$$k_{W,j} = \frac{Q_{W,gen,out,j}}{Q_{W,gen,out}} = \frac{t_j}{t_{tot}} \quad (4.6)$$

Rezultă necesarul de energie $Q_{W,gen,out,j}$ pentru prepararea apei calde de consum pentru bin-ul j :

$$Q_{W,gen,out,j} = k_{W,j} \cdot Q_{W,gen,out} \quad [\text{kWh}] \quad (4.7)$$

unde

$k_{W,j}$	- factorul de ponderare pentru prepararea apei calde de consum în bin-ul j	[-]
$Q_{W,gen,out}$	- necesarul de energie termică al sistemului de distribuție a apei calde de consum	[kWh]
t_j	- durata bin-ului j	[s]
t_{tot}	- durata totală a preparării apei calde de consum	[s]

c) Calculul performanței termice a pompei de căldură

(Sursa: paragrafele 6.7.2.2 și 6.7.2.3 din SR EN 15316-4-2)

Această reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Calculul COP-ului și al puterii termice se face pornind de la valoarea de referință stabilită la sarcină totală, din datele de intrare specifice și din condițiile de ieșire.

COP la sarcină totală

Matricea care prezintă coeficienții implicați de calcul al COP și al puterii termice la sarcină totală se bazează pe valoarea de referință corespunzătoare condițiilor nominale ale temperaturilor de intrare și de ieșire ale pompei de căldură, în funcție de tipul surselor de căldură (aer, apă, apă glicol).

Valorile pentru COP și energia (puterea) consumată la puterea termică maximă pentru condițiile de funcționare se bazează pe interpolare pornind de la matricea reprezentând tipul pompei de căldură. Dacă sunt disponibile, pot fi utilizate valori specifice în locul valorilor implicite.

Un astfel de principiu este prezentat în tabelele 11 și 12 din SR EN 15316-4-2.

Valoarea de referință a COP ($COP_{gen,ref}$) se înmulțește cu factorul de ponderare specific $f_{COP,i,j}$.

Matricea care prezintă coeficienții de corecție ai COP pentru temperatura de intrare la nivelul vaporizatorului și temperatura de ieșire la nivelul condensatorului, așa cum au fost definiți anterior, este obținută cu ajutorul factorilor de ponderare care iau în considerare doar variațiile temperaturii de intrare la temperatura de ieșire de referință (ultima linie) și doar variațiile temperaturii de ieșire la temperatura de intrare de referință (ultima coloană).

În anexa B și anexa C din SR EN 15316-4-2 sunt dați coeficienți recomandați pentru diferitele tehnologii de pompe de căldură la care se referă standardul.

Atunci când acești coeficienți sunt cunoscuți, ceilalți coeficienți de corecție pentru variațiile combinate ale temperaturilor de intrare și de ieșire sunt calculați astfel:

$$f_{COP;k+1,l+1} = f_{COP;k,l} \times f_{COP;k+1,l} \times f_{COP;k,l+1} \quad [-] \quad (4.8)$$

unde

- k reprezintă indicele pentru coloană;
- l reprezintă indicele pentru linie;
- $f_{COP;k,l}$ reprezintă factorul de ponderare pentru COP pentru coloana k și linia l

Deoarece temperatura de intrare și temperatura de ieșire pentru pasul de timp considerat pot fi diferite de cele utilizate pentru stabilirea matricei, valorile dorite pentru COP la ϑ_{in} și $\vartheta_{w,out}$ sau ϑ_{in} și $\vartheta_{H,out}$ se calculează prin interpolare între valorile tabelare vecine.

Valorile implicite pentru coeficientul $f_{COP;k,l}$ pentru diferite tipuri de pompe de căldură sunt introduse în anexa B din SR EN 15316-4-2. Aceste valori pot fi altfel calculate conform anexei D din SR EN 15316-4-2 (sau anexa națională).

$$COP_{gen,LR100;k,l} = f_{COP;k,l} \times COP_{gen;Pn,ref} \quad [-] \quad (4.9)$$

unde

$COP_{gen, Pn,ref}$ reprezintă valoarea COP în condiții de performanță nominală și la sarcină totală;
 $f_{COP;k,l}$ reprezintă coeficientul de multiplicare pentru COP în condițiile k,l

Se calculează următorii coeficienți de multiplicare (l: indicele liniei, indicele coloanei k):

$$C_{COP}(\vartheta_{gen;in}) = \frac{\vartheta_{gen;in} - \vartheta_{gen;in,l}}{\vartheta_{gen;in,l+1} - \vartheta_{gen;in,l}} \text{ și } C_{COP}(\vartheta_{gen;out}) = \frac{\vartheta_{gen;out} - \vartheta_{gen;out,k}}{\vartheta_{gen;out,k+1} - \vartheta_{gen;out,k}} \quad [-] \quad (4.10)$$

unde

$$\vartheta_{gen;in,l+1} \geq \vartheta_{gen;in} \geq \vartheta_{gen;in,l} \text{ și } \vartheta_{gen;out,k+1} \geq \vartheta_{gen;out} \geq \vartheta_{gen;out,k}$$

Valoarea COP-ului pentru condițiile dorite de intrare și de ieșire se calculează cu relația:

$$COP_{gen,LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out}) = (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;in})) \times (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;out})) \times COP_{gen;LR100;k,l} + C_{COP}(\vartheta_{gen;in}) \times (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;out})) \times COP_{gen;LR100;k+1,l} + C_{COP}(\vartheta_{gen;out}) \times (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;in})) \times COP_{gen;LR100;k,l+1} + C_{COP}(\vartheta_{gen;in}) \times C_{COP}(\vartheta_{gen;out}) \times COP_{gen;LR100;k+1,l+1} \quad (4.11)$$

Putere termică disponibilă la sarcină totală

Valorile puterii termice utilizate de sistemul de încălzire cu pompă de căldură sunt obținute cu valori interpolate pornind de la temperaturile utilizate pentru calculul COP-ului la puterea de intrare maximă.

Valoarea de referință a $COP_{Pn;inref;outref}$ este multiplicată cu factorul de ponderare specific $f_{P;in;\theta out}$

Matricea este obținută cu aceleași principii descrise la calculul COP.

$$\Phi_{gen;LR100;k,l} = f_{gen;Pn;LR100;k,l} \times \Phi_{gen;Pn,ref} \quad [kW] \quad (4.12)$$

unde

$\Phi_{gen;Pn,ref}$ Puterea termică în condițiile de performanță nominală și la sarcină totală;
 $f_{gen;PnLR100}(k,l)$ Coeficientul de multiplicare pentru condițiile termice la condițiile k, l. În tabelul 4.4 acest coeficient este utilizat în versiune abreviată $f_{P;k,l} = f_{gen;Pn;LR100;k,l}$

Valoarea puterii termice a pompei de căldură pentru condițiile dorite de intrare și ieșire se obține utilizând coeficientul de corelație obținut cu relația (4.10), relația (4.12) și cu următoarea:

$$\begin{aligned} \Phi_{gen;LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out}) &= (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;in})) \times (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;out})) \times \Phi_{gen;LR100;k,l} \\ &\quad + C_{COP}(\vartheta_{gen;in}) \times (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;out})) \times \Phi_{gen;LR100;k+1,l} \\ &+ C_{COP}(\vartheta_{gen;out}) \times (1 - C_{COP}(\vartheta_{gen;in})) \times \Phi_{gen;LR100;k,l+1} + C_{COP}(\vartheta_{gen;in}) \times C_{COP}(\vartheta_{gen;out}) \times \Phi_{gen;LR100;k+1,l+1} \end{aligned} \quad (4.13)$$

Energia mecanică corespunzătoare este calculată sub forma unei combinații a COP și a puterii termice la sarcină totală pentru combinația dintre temperatura de intrare și cea de ieșire pentru apa caldă de consum, încălzirea spațiilor și stocării.

$$E_{gen;LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out}) = \frac{\Phi_{gen;LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out})}{COP_{gen;LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out})} \times t_{ci} \quad [kWh] \quad (4.14)$$

unde

t_{ci} reprezintă durata pasului de timp pentru calcul (h)

Atunci când nu este disponibilă din modul de lucru al încercării, energia electrică necesară funcționării pompei de căldură (pompa, reglare, dispozitive electrice) este dedusă din puterea energiei introduse la sarcină totală.

$$W_{gen;LR100;aux;el} = E_{gen;LR100} \times f_{gen;Pn;aux;int} \text{ [kWh]} \quad (4.15a)$$

Exprimarea energiei și a puterii termice a pompei de căldură la sarcină totală pentru diferitele tipuri de utilizare

Deoarece energia mecanică și puterea termică depind de temperaturile de intrare și de ieșire, expresia energiei mecanice și a puterii termice la sarcină totală sunt exprimate astfel:

$$\begin{aligned} \Phi_{gen;LR100;X}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{X;gen;out}) \\ COP_{gen;LR100;X}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{X;gen;out}) &= f_{gen;LR100;\Delta\vartheta}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{X;gen;out}) \times COP_{gen;LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out}) \\ E_{gen;LR100;X}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{X;gen;out}) &= \frac{\Phi_{X;gen;LR100;X}}{COP_{gen;LR100;X}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{X;gen;out})} \times t_{ci} \end{aligned} \quad (4.15b)$$

unde

$X = W, H$ sau sto;

$\vartheta_{X;gen;out} = \vartheta_{gen;X;flw}$ reprezintă temperatura de ieșire necesară pentru apa caldă de consum, încălzire sau stocare.

Compararea energiei la sarcină totală și cerințele energetice

Energia termică furnizată de pompa de căldură la sarcină totală este comparată cu energia termică necesară pentru diferitele subsisteme energetice.

Dacă energia primită de pompa de căldură este mai mică sau egală cerințelor energetice, pompa de căldură funcționează la sarcină totală. Energia suplimentară este furnizată de sistemul de rezervă sau de un alt sistem de generare conform autorizației furnizate de sistemul de reglare.

În caz contrar, energia primită de pompa de căldură reprezintă completarea energiei termice primite de diferitele sub-sisteme (apă caldă de consum, încălzire și stocare).

Energie primită și timpul de funcționare pentru prepararea apei calde de consum

Puterea termică a pompei de căldură este calculată pentru condițiile necesare conform relației 4.15.

Timpul de funcționare corespunzător al pompei de căldură t_w se obține după cum urmează cu condiția $t_w/t_{ci} < 1$.

$$t_w = \text{Min} \left(\frac{Q_{gen;W;out}}{\Phi_{gen;LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out})}; t_{ci} \right) \text{ [h]} \quad (4.16)$$

Energia mecanică primită de pompa de căldură și energia termică se calculează după cum urmează:

$$E_{gen;in;W} = \frac{\Phi_{gen;LR100;W}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out})}{COP_{gen;W;LR100}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out})} \times t_w \text{ [kWh]} \quad (4.17)$$

$$Q_{gen;in;W} = \Phi_{gen;LR100;W}(\vartheta_{gen;in}, \vartheta_{gen;out}) \times t_w \text{ [kWh]} \quad (4.18)$$

Calculul sarcinii parțiale (LR). Parametrii care influențează performanța la sarcină parțială.

Energia utilizată la sarcină parțială este rezultatul unor fenomene diferite:

- energia utilizată de grupul compresor după stabilirea condițiilor termice, $E_{gen,in,comp}$;
- energia corespunzătoare utilizată rezultată din acțiunea de pornire și oprire, E_{gen,in,ON_OFF} ;
- energia utilizată de dispozitivele auxiliare (pompe etc.), $E_{gen,in,aux}$.

Intrare: $\mathcal{G}_{gen,in}$, $\mathcal{G}_{gen,H,aut}$, $\mathcal{G}_{gen,W,aut}$, $Q_{gen;HW,aut}$, $E_{gen,LR100}$; $COP_{gen,LR100}$.

Evaluarea COP-ului și a energiei la sarcina parțială depinde de tehnologia utilizată pentru pompele de căldură:

- reglarea PORNIT/OPRIT: pompa de căldură funcționează cu cicluri PORNIT/OPRIT la sarcină totală pentru tot domeniul sarcinii parțiale;
- compresorul funcționează cu ciclu PORNIT/OPRIT la putere maximă sau la nivelul sarcinii minime.
- un inverter sau modularea vitezei compresorului va determina adaptarea vitezei compresorului la sarcină; dacă sarcina este sub nivelul minim al sarcinii, pompa de căldură va reacționa cu un ciclu PORNIT/OPRIT, dar la o putere termică minimă.

Sunt luate în considerare două moduri pentru sarcina parțială atunci când:

- compresorul funcționează continuu;
- compresorul funcționează cu cicluri PORNIT/OPRIT la putere maximă.

Ipoteză: pentru energia primită de sistemul de distribuție a apei calde de consum, se consideră că pompa de căldură funcționează la sarcină totală, dacă este necesară încălzirea pe parcursul aceluiași pas de timp al calculului, atunci sarcina parțială este luată în considerare pentru perioada de timp rămasă.

- Calculul factorului de sarcină parțială (LR)

Calculul factorului de sarcină parțială se bazează pe durata necesară de funcționare pentru a răspunde consumului de energie pentru diferite subsisteme (încălzire și stocare) și comparată cu durata de timp rămasă după funcționarea pentru apa caldă de consum.

Durata necesară de funcționare a pompei de căldură pentru încălzire, respectiv stocare, este:

$$t_H + t_{sto} = \frac{Q_{H;gen,H;dis,out}}{\Phi_{H;gen,LR100}} + \frac{Q_{H;gen;sto;dis,out}}{\Phi_{sto;gen,LR100}} \text{ [h]} \quad (4.19)$$

Cu $\Phi_{H;gen,LR100}$ și $\Phi_{sto;gen,LR100}$ obținute din relațiile 4.12-4.13.

Factorul de sarcină parțială corespunzător LR este obținut din relația 4.20 și este limitat la 1:

$$LR(t) = \frac{t_H + t_{sto}}{t_{ci} - t_W} \text{ [-]} \quad (4.20)$$

Calculul COP-ului și al energiei consumate la sarcină parțială pentru pompele de căldură cu compresor (pentru încălzire și stocare)

- Sarcină parțială atunci când compresorul funcționează continuu

Acest mod apare pentru pompa de căldură cu invertor atunci când energia necesară este mai mică decât energia primită de pompa de căldură la sarcină totală pentru temperaturile de intrare și de ieșire la pasul de timp considerat. Raportul de sarcină este mai mare decât factorul de sarcină minim pentru compresor ($LR > LR_{cont,min}$).

$$Q_{H,gen,out} \geq Q_{gen,H,LR100} \times LR_{cont,min} \text{ [kWh]} \quad (4.21)$$

Putere termică la sarcină parțială pentru modul continuu

Valoarea aportului de energie corespunde energiei necesare grupului compresor ($E_{gen,in,comp}$) și dispozitivelor auxiliare ($E_{gen,in,aux}$) pe parcursul întregului mod de funcționare continuă.

$$E_{H,gen,in} = (P_{gen,comp} + f_{gen,aux} \times E_{H,gen,in,ref}) \times t_H \text{ cu } f_{gen,aux} = \frac{P_{gen,aux}}{P_{gen,comp} + P_{gen,aux}} \text{ [kWh]} \quad (4.22)$$

COP-ul la sarcină parțială se calculează pe baza energiei utilizate de grupul compresor (fără nici un dispozitiv auxiliar) sub forma unei funcții a sarcinii termice (necesară) pe parcursul modului continuu.

Valoarea minimă pentru modul continuu $LR_{cont,min}$, și coeficientul de performanță corespunzător, $f_{COP,LRcont,min}$, pentru compresor și dispozitivele auxiliare pot fi obținute pornind de la performanțele încercării la sarcină parțială sau pe baza valorilor declarate de producător.

NOTĂ - Energia pentru compresor nu poate fi separată de energia utilizată pentru dispozitivele auxiliare.

COP la sarcină parțială pentru modul continuu

Valorile pentru $COP_{gen,net}$ și $f_{COP,net}$ corespunzător, fără influența dispozitive auxiliare, se determină separat. $f_{gen,LRcont,min,net}$ este deci o funcție obținută din valoarea minimă pentru o funcționare modulată continuă pentru un domeniu al factorului de sarcină de la $LR_{cont,min}$ la 1 (sarcină totală).

$$COP_{gen,LR100,net} = \frac{Q_{gen,out,LR100}(t)}{P_{comp,LR100} \times t_{ci}} = \frac{COP_{gen,LR100}(t) \times Q_{H,gen,LR100}(t)}{Q_{H,gen,LR100}(t) - P_{gen,aux} \times t_{ci} \times COP_{gen,LR100}} \text{ [-]} \quad (4.23)$$

$$f_{gen,LR,cont,min,net} = \frac{LR_{cont,min} \times P_{comp,LR100} \times t_{ci}}{LR_{cont,min} \times P_{gen,LR100}(t) - P_{gen,aux} \times t_{ci}} \text{ [-]} \quad (4.24)$$

unde

$$P_{comp,LR100} = P_{gen,LR100}(t) - P_{gen,aux} \quad (4.25)$$

Valoarea COP-ului la un raport de sarcină parțială ($LR_{cont,min} < LR \leq 1$) se calculează după cum urmează:

$$COP_{gen,LR,net} = COP_{gen,LR100,net} \times \left(1 + \left[(f_{gen,LRcont,min,net} - 1) \times \frac{(1-LR)}{(1-LR_{cont,min})} \right] \right) \text{ (-)} \quad (4.26)$$

$$P_{comp,LR} = \frac{Q_{H,gen,out}(t)}{COP_{gen,LR,net} \times t_H} \text{ [kW]} \quad (4.27)$$

$$E_{gen,in}(t) = (P_{comp,LR} + P_{gen,aux}) \times t_{ci} \text{ [kWh]} \quad (4.28)$$

$$COP_{LR}(t) = \frac{Q_{H,gen,out}(t)}{E_{gen,in}(t)} \text{ [-]} \quad (4.29)$$

Sarcină parțială atunci când compresorul funcționează în modul PORNIT/OPRIT

Acest mod se produce:

- pentru o pompă de căldură care funcționează în modul PORNIT/OPRIT;
- pentru o pompă de căldură cu invertor atunci când raportul de sarcină este mai mic decât sarcina minimă aplicabilă compresorului.

Compresorul funcționează în modul PORNIT/OPRIT:

1 - Pe parcursul pasului de timp al calcului în modul de încălzire și stocare t_H+t_{sto} , energia utilizată este o funcție liniară pornind de la 0 (modul PORNIT/OPRIT) sau $P_{gen;LR;cont,min}$ (pentru pompa de căldură cu invertor) sau de la valoarea maximă în condițiile de funcționare.

cu

$$P_{gen;comp;LR} = P_{gen;LR;cont,min} \times \left(1 - \frac{LR_{cont,min} - LR(t)}{LR_{cont,min}} \right) \text{ [kW]} \quad (4.30)$$

$$\text{cu } P_{gen;LR;cont,min} = P_{gen;LR100}(t) \times LR_{cont,min} \text{ [kW]} \quad (4.31)$$

2 - Energia electrică utilizată de dispozitivele auxiliare se calculează pornind de la puterea utilizată de căldură la sarcină totală pentru condițiile pasului de timp:

$$W_{gen,aux}(t) = \frac{P_{gen,aux}}{E_{gen,Pn,ref}} \times E_{gen,in,LR100}(t) \times (t_H + t_{sto}) \text{ [kWh]} \quad (4.31)$$

3 - Puterea utilizată datorită nereversibilității pompei de căldură (inerție) $P_{gen,comp,ONOF}$ este egală cu 0 la limita intervalului ($LR = 0; LR = LR_{cont,min}$) și în interiorul acestui interval este egală cu ce urmează:

$$P_{gen;comp;ONOF;LR} = P_{gen;LR;comp,min} \times \frac{\tau_{eq} \times LR \times (1-LR)}{\tau_{out,em,type}} \text{ [kWh]} \quad (4.32)$$

τ_{eq} este un parametru caracteristic al pompei de căldură, datorită inerției pe parcursul regimului tranzitoriu PORNIT/OPRIT. Valorile implicite sunt propuse în anexa B din SR EN 15316-4-2.

$\tau_{out,em,type}$ reprezintă timpul de funcționare pentru a atinge condițiile necesare ale sistemului de distribuție. Această valoare depinde de categoria emițătorilor pentru încălzire și de temperatura apei calde de consum. Valorile implicite sunt propuse în tabelul 13 din SR EN 15316-4-2.

Pentru pasul de timp considerat, energia utilizată de pompa de căldură și COP-ul corespunzător sunt calculate după cum urmează:

$$E_{H;gen,in}(t) = (P_{gen,comp,LR} + P_{gen,aux} + P_{gen,comp,ONOF,LR}) \times t_H \text{ [kWh]} \quad (4.33)$$

$$COP_{H;gen;LR}(t) = \frac{Q_{H;gen,out}(t)}{E_{H;gen,in}(t)} \text{ [-]} \quad (4.34)$$

Funcționare atunci când cererea de energie este zero ($Q_{gen,out}(t) = 0$)

$$\text{Pompă de căldură alimentată: } E_{gen,in;LR0}(t) = P_{gen,aux} \times t_{ci} \text{ [kWh]} \quad (4.35)$$

$$\text{Pompă de căldură nealimentată: } E_{gen,in;LR0}(t) = 0 \text{ [kWh]} \quad (4.36)$$

Energie auxiliară ($W_{H;gen;aux}$)

Energia utilizată de dispozitivele auxiliare se calculează cu relația:

$$W_{H;gen;aux} = (f_{gen,aux} + f_{gen,Pn,aux,el}) \times E_{H+W,gen,in} + LR_{sto} \times P_{sto,aux} \times t_{ci} \text{ [kWh]} \quad (4.37)$$

Energie utilizată provenită de la sursa de căldură

Energia utilizată provenită de la sursa de căldură corespunde diferenței dintre energia primită și energia utilizată pentru funcționarea pompei de căldură (unde pierderile energetice prin anvelopa pompei de căldură sunt neglijate):

$$Q_{H;gen;ren,in} = \sum_{H,W,Sto} Q_{H,gen,out,j}(t) - \sum_{H,W,Sto} E_{H,gen,in,i}(t) \text{ [kWh]} \quad (4.38)$$

Calculul încălzitorului de rezervă

Energia de rezervă se calculează cu relația:

$$Q_{gen,bu,out} = Q_{H,gen,dis,out} + Q_{W,gen,dis,out} - Q_{H,gen,out} - Q_{W,gen,out} + Q_{gen,ls} \text{ [kWh]} \quad (4.39)$$

unde

- $Q_{gen,bu,out}$ reprezintă energia termică de rezervă furnizată la limita de funcționare a pompei de căldură la momentul j ;
- $Q_{H;gen,out}$ corespunde cerințelor de energie termică ale subsistemului de distribuție pentru încălzire;
- $Q_{W;gen,out}$ corespunde cerințelor de energie termică ale subsistemului de distribuție a apei calde de consum
- $Q_{H;gen,out}$ reprezintă energia termică furnizată de pompa de căldură în condițiile de funcționare pentru încălzire;
- $Q_{W;gen,out}$ reprezintă energia termică furnizată de pompa de căldură în condițiile de funcționare pentru apa caldă de consum.

Temperatura limită de funcționare trebuie să provină din datele producătorului sau să fie evaluată pe baza fluidului de răcire.

Pierderi totale și recuperabile ale subsistemului de generare

Pierderi termice recuperabile din consumul dispozitivelor auxiliare

Pierderile termice prin intermediul agentului termic se calculează cu relația:

$$Q_{HW,gen,aux,rvd} = \sum_k W_{gen,aux,k} \cdot f_{gen,aux,ls,rvd,k} \text{ [kWh]} \quad (4.40)$$

unde

- $Q_{HW,gen,aux,rvd}$ reprezintă energia auxiliară total recuperată
- $W_{gen,aux,k}$ reprezintă consumul de energie auxiliară a componentei auxiliare k
- $f_{gen,aux,ls,rvd,k}$ reprezintă fracțiunea de energie auxiliară total recuperată sub formă de energie termică a componentei k

$f_{gen,aux,ls,rvd,k} = 0$ pentru pompa de căldură acționată electric.

Pierderile termice ale dispozitive auxiliare în mediul ambiant pot fi calculate conform relației:

$$Q_{HW,gen,aux,ls} = \sum_k W_{gen,aux,k} \cdot f_{gen,aux,ls,k} \text{ [kWh]} \quad (4.41)$$

iar pierderile termice în mediul ambiant sunt presupuse a fi recuperabile.

Pierderile termice recuperabile se calculează cu relația:

$$Q_{H,gen,aux,ls,rbl} = \sum_k W_{gen,aux,k} \cdot f_{gen,aux,ls,k} \cdot (1 - b_{gen,aux,k}) \text{ [kWh]} \quad (4.42)$$

unde

$Q_{HW,gen,aux,ls}$	corespunde pierderilor termice ale componentelor auxiliare în mediul ambiant
$Q_{H,gen,aux,ls,rbl}$	corespunde pierderilor termice recuperabile ale componentelor auxiliare în mediul ambiant
$W_{gen,aux}$	corespunde pierderilor termice ale componentelor auxiliare
$f_{gen,aux,ls,k}$	reprezintă fracțiunea de energie electrică transmisă mediului ambiant
	Aceste valori trebuie definite într-o anexă națională. Dacă nu există nicio valoare națională, valorile implicite sunt date în anexa A.
$b_{gen,aux,k}$	reprezintă factorul de reducere a temperaturii pentru componenta k , legat de amplasamentul componentei
	Valorile $b_{gen,aux,k}$ trebuie date într-o anexă națională. Dacă nu exista valori naționale, valorile implicite sunt date în anexa A.

Pierderi totale ale subsistemului de generare

Pierderile termice totale prin anvelopa subsistemului de generare obțin prin însumarea pierderilor diferitelor componente (prin anvelopa pompei de căldură, pierderile datorate motorului pompelor de căldură acționate cu ajutorul unui motor cu ardere internă, pierderile de stocare pentru încălzirea spațiilor și prepararea apei calde de consum, pierderile datorate conductelor de racordare dintre generator și stocare), conform relației:

$$Q_{HW,gen,ls,tot} = \sum_k Q_{gen,ls,k} + Q_{HW,gen,aux,ls} \text{ [kWh]} \quad (4.43)$$

unde

$Q_{HW,gen,ls,tot}$	corespunde pierderilor termice totale ale subsistemului de generare în mediul ambiant	[kWh]
$Q_{gen,ls,k}$	corespunde pierderilor termice în mediul ambiant ale componentei k a subsistemului de generare	[kWh]
$Q_{HW,gen,aux,ls}$	corespunde pierderilor termice ale componentelor auxiliare în mediul ambiant	[kWh]

Pierderi termice recuperabile datorate pierderilor prin anvelopa subsistemului de generare

Pierderile prin anvelopă (considerate recuperabile) se calculează cu relația:

$$Q_{H,gen,ls,rbl} = \sum_k Q_{gen,ls,k} \cdot (1 - b_{gen,k}) \text{ [kWh]} \quad (4.44)$$

unde

$Q_{H,gen,ls,rbl}$	corespunde pierderilor termice recuperabile totale ale subsistemului de generare	[kWh]
$Q_{gen,ls,k}$	corespunde pierderilor termice în mediul ambiant ale componentei k a subsistemului de generare	[kWh]
$b_{gen,k}$	reprezintă factorul de reducere a temperaturii pentru componenta k , legat de amplasamentul componentei	[-]

Valorile $b_{gen,aux,k}$ trebuie date într-o anexă națională. Dacă nu există valori naționale, valorile implicite sunt date în anexa A.

Pierderi termice recuperabile totale ale subsistemului de generare

Pierderile recuperabile totale pot fi obținute prin însumarea pierderilor prin anvelopa subsistemului de generare și a pierderilor dispozitivelor auxiliare în mediul ambiant, conform relației:

$$Q_{H,gen,ls,rbl,tot} = Q_{H,gen,ls,rbl} + Q_{H,gen,aux,ls,rbl} \text{ (kWh)} \quad (4.45)$$

unde

$Q_{H,gen,ls,rbl,tot}$	corespunde pierderilor termice totale recuperabile ale subsistemului de generare	[kWh]
$Q_{H,gen,ls,rbl}$	corespunde pierderilor termice recuperabile ale subsistemului de generare	[kWh]
$Q_{H,gen,aux,ls,rbl}$	corespunde pierderilor termice recuperabile ale dispozitivelor auxiliare	[kWh]

Căldură ambiantă utilizată de subsistemul de generare

Cantitatea de căldură ambiantă utilizată pentru energia termică produsă de pompa de căldură pentru acoperirea cerințelor pentru încălzirea spațiilor și/sau prepararea apei calde de consum cât și a pierderilor subsistemului de generare, se calculează cu relația (4.1), în care energia dispozitivelor auxiliare recuperată trebuie stabilită la $f_{gen,Aux,ls,rvd} = 0$ pentru pompele de căldură acționate electric, supuse încercării în conformitate cu standardele SR EN 14511. Pentru pompele de căldură acționate cu ajutorul motorului cu ardere internă sau cu gaz, $f_{gen,Aux,ls,rvd}$ depinde de fracțiunea luată în considerare pe parcursul încercărilor.

Energie regenerabilă (sau recuperată) utilizată de pompa de căldură

Cantitatea de energie regenerabilă (sau recuperată, dacă sursa de intrare este sistemul de recuperare a aerului) se calculează cu relația:

$$E_{H,gen;ren;in} = Q_{HW;gen;dis;out} - (E_{HW;gen;in} + E_{HW;gen;bu;in}) \text{ [kWh]} \quad (4.46)$$

d) Determinarea energiei de rezervă a bin-urilor unice

$$E_{H,gen;bu;in} = \sum_{i=1}^{BIN_NB} [Nb_h(j) \times E_{H,gen;bu;in}(j)] \text{ [kWh]} \quad (4.47)$$

unde

$Nb_h(j)$	reprezintă numărul de ore pentru bin-ul j
$E_{H,gen;bu;in}(j)$	reprezintă aportul de energie de rezervă pentru bin-ul j

e) Calculul aportului de energie auxiliară

Dacă este necesar, plecând de la relația 4.37, rezultatele sunt aplicate, pentru numărul de ore $Nb_h(j)$ ale bin-ului:

$$W_{H,gen;aux} = \sum_{i=1}^{BIN_NB} [Nb_h(j) \times W_{H,gen;aux}(j)] \quad [\text{kWh}] \quad (4.48)$$

unde

$W_{H,gen;bu;in}(j)$ - aportul de energie de rezervă pentru bin-ul j [kWh]

f) Calculul pierderilor subsistemului de generare recuperabile

Ca și în cazul energiei de rezervă, rezultatele din relațiile 4.43-4.45 pot fi aplicate, dacă este necesar, pentru numărul de ore ale bin-ului, $Nb_h(j)$.

$$Q_{H,gen;ls;rbl} = \sum_{i=1}^{BIN_NB} [Nb_h(j) \times Q_{H,gen;ls;rbl}(j)] \quad [\text{kWh}] \quad (4.49)$$

unde

$Q_{H,gen;ls;rbl}(j)$ reprezintă aportul de energie de rezervă pentru bin-ul j [kWh]

g) Calculul energiei din sursa de căldură

Calculul prezentat anterior, a fost efectuat în funcție de datele utilizate pentru caracterizarea performanței pompei de căldură. Pe urmă, rezultatele pot fi multiplicare, pentru numărul total de ore ale bin-ului j , $Nb_h(j)$.

În funcție de pompa de căldură, energia adăugată energiei primite de la exterior poate fi considerată o energie recuperată, de exemplu pentru pompele de căldură aer/apă care funcționează cu aer recuperat și indicele „ren” din relația 4.50 devine „rvd”.

$$Q_{H,gen;ren;in} = \sum_{i=1}^{BIN_NB} [Nb_h(j) \times Q_{H,gen;ren;in}(j)] \quad [\text{kWh}] \quad (4.50)$$

unde

$Q_{H,gen;ren;in}(j)$ reprezintă aportul de energie regenerabilă pentru bin-ul j [kWh]

h) Calculul energiei mecanice totale consumate pentru acoperirea cerințelor

Calculul prezentat pentru fiecare bin j a fost efectuat cu datele disponibile pentru caracterizarea performanței pompei de căldură. Pe urmă, rezultatele pot fi multiplicare, pentru numărul total de ore ale bin-ului j , $Nb_h(j)$.

$$E_{H,gen,in} = \sum_{i=1}^{BIN_NB} [Nb_h(j) \times E_{H,gen,in}(j)] \quad [\text{kWh}] \quad (4.51)$$

unde

$E_{H,gen,in}(j)$ reprezintă aportul de energie mecanică pentru bin-ul j [kWh]

Același principiu se aplică pierderilor de energie recuperabile $Q_{H,gen;ls,rbl}$, aportului de energie regenerabilă $Q_{H,gen;ren,in}$, energiei auxiliare $E_{H,gen,aux}$ și energiei de rezervă $Q_{H,gen;bu,in}$ care sunt calculate în conformitate cu relația 4.50.

4.1.3. Metoda orară de calcul

În cele ce urmează se prezintă doar pașii de calcul ai metodei; prezentarea completă se găsește în standardul SR EN 15316-4-2. Etapele care trebuie parcurse sunt următoarele:

- a) Determinarea necesarului de energie pentru încălzirea spațiilor și pentru prepararea apei calde de consum pentru perioadele de timp considerate - conform cap. 6.6 din SR EN 15316-4-2
- b) Calculul COP și a capacității termice la sarcină totală pentru pasul de timp considerat - conform cap. 6.7 din SR EN 15316-4-2
- c) Calculul energiei livrate de sistemul cu pompă de căldură funcție de condițiile climatice și de necesarurile de energie la sarcină totală pentru fiecare utilizare (încălzirea spațiilor și prepararea apei calde de consum)
- d) Verificarea necesității unui încălzitor de rezervă
- e) Calculul raportului de sarcină a pompei de căldură în diferite moduri de funcționare conform subcap. 6.7.2.6.2, din SR EN 15316-4-2
- f) Calculul consumului de energie auxiliara - conform cap. 6.8 din SR EN 15316-4-2
- g) Calculul pierderilor recuperabile ale subsistemului de generare - conform cap. 6.11 din SR EN 15316-4-2
- h) Calculul energiei totale de intrare care să acopere necesarurile conform subcap. 6.7.2.7, din SR EN 15316-4-2
- i) Calculul energiei de back-up- conform cap. 6.10 din SR EN 15316-4-2
- j) Sumarul valorilor de ieșire necesare și opționale

Metoda se bazează pe calculul cantităților de energie livrate și cedate de pompa de căldură, în funcție de datele de produs obținute prin încercări standardizate.

Rezultatele obținute prin aplicarea metodei orare sunt:

- pierderile totale de căldură recuperate ($Q_{HW,gen,aux,rvd}$)
- pierderile de căldură de la sursa auxiliară ($Q_{HW,gen,aux,ls}$)
- pierderile totale de căldură recuperate de la sursa auxiliară ($Q_{H,gen,aux,ls,rbl}$)
- consumul de energie din surse regenerabile ($Q_{HW,gen,ren,in}$)
- energia auxiliară totală ($W_{HW,gen,aux}$)
- energia de back up ($Q_{gen,bu,out}$)
- COP-ul sistemului
- energia livrată pentru încălzire ($Q_{H,gen,dis,out}$)
- energia livrată pentru prepararea apei calde de consum ($Q_{W,gen,dis,out}$)

Schema logică a modului de calcul (pompa de căldură pentru încălzire și preparare apă caldă de consum) este prezentată în figura 4.3.

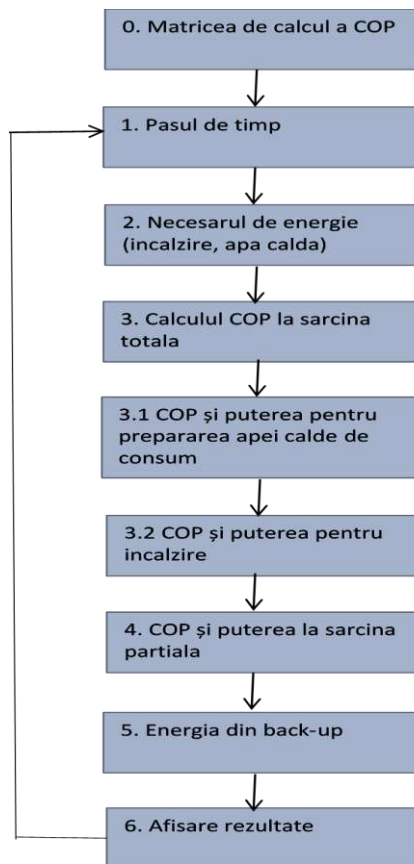


Figura 4.3. Evaluarea consumului de energie pentru instalații de încălzire, climatizare, ventilare mecanică, apă caldă de consum și iluminat în situația utilizării surselor regenerabile de energie

În situația utilizării surselor regenerabile de energie, consumul de energie pentru încălzire și/sau prepararea apei calde de consum, se diminuează cu valorile determinate pentru $Q_{H,gen,dis,out}$ și $Q_{W,gen,dis,out}$.

4.2. Sisteme solare termice

4.2.1. Domeniu de aplicare

Metoda de calcul se aplică în cazul clădirilor rezidențiale sau nerezidențiale dotate cu instalații de captare și utilizare a energiei solare pentru încălzirea spațiilor și prepararea apei calde de consum.

Instalația de captare și utilizare a energiei solare este compusă de regulă dintr-o buclă conținând suprafața de captare a energiei solare și un schimbător de căldură imersat într-un rezervor de acumulare sau plasat exterior rezervorului. Dacă schimbătorul de căldură al buclei solare este plasat la partea inferioară a rezervorului, la partea superioară a acestuia se află schimbătorul de căldură al sursei de rezervă bazată pe combustibil clasic. Agentul termic preparat în rezervorul de

acumulare este agentul termic utilizat în instalația de încălzire centrală a consumatorului dacă utilitatea este încălzirea spațiilor consumatorului sau apa caldă livrată consumatorului.

Captatoarele solare utilizate pot fi captatoare plane cu placa absorbantă sau captatoare solare cu tuburi vidate. Rezervorul de acumulare are, în general, un volum care să permită consumatorului fructificarea întregii energii termice captate zilnic, de bucla solară.

4.2.2. Descrierea metodei

Metoda de evaluarea performanțelor energetice ale instalației de utilizare a energiei solare este o așa numită metodă lunară care permite, pe fiecare lună din an și pe întreg anul sau sezonul respectiv, să se evalueze performanțele energetice.

Metoda presupune în prima etapă prelevarea unei serii de informații de natură constructiv-funcțională despre suprafața de captare a energiei solare, pompa și schimbătorul de căldură din cadrul buclei solare. De asemenea sunt necesare informații despre consumatorul de apă caldă sau de încălzire a spațiilor, informații cum ar fi consumurile zilnice, suprafața de încălzire și temperaturile de dimensionare a instalației etc. O categorie importantă și distinctă de date necesare sunt datele climatice referitoare la temperaturile exterioare și intensitățile radiației solare.

Odată cunoscute aceste date se trece la etapa a doua - aplicarea metodei propriu-zise, prin evaluarea unor parametri intermediari care vor permite în continuare evaluarea efectivă a performanțelor energetice ale instalației de utilizare a energiei solare pe fiecare lună din an și pe fiecare sezon și întreg anul. Etapa a treia constă în evaluarea performanțelor energetice ale sistemului care sunt reprezentate de randamentul de captare al buclei solare, gradul de acoperire energetică oferit consumatorului și energiile lunare, sezoniere și anuale captate.

Metoda de evaluare a performanțelor energetice ale instalației solare pentru încălzirea spațiilor și metoda de evaluare a performanțelor energetice ale instalației solare pentru prepararea apei calde de consum au o serie de elemente comune în fiecare din cele trei etape menționate însă în continuare se vor prezenta independent.

Termeni specifici și definiții

- F' – Factorul geometric de corecție al fluxului termic – este o caracteristică a captatorului solar care depinde de geometria acestuia prin raportul între diametrul țevilor și lățimea aripioarei longitudinale prin materialul plăcii absorbante etc;
- E_C – modulul termic al suprafeței de captare și reprezintă un factor sintetic care conține toate elementele constructiv-funcționale aferente suprafeței de captare care condiționează captarea energiei solare și transformare în energie termică – și este un parametru univoc dependent de numărul de unități de transfer termic aferent suprafeței de captare cu utilitate directă în evaluările energetice;
- F_C - factorul caracteristic aporturi-pierderi al captatorului solar m^2K/W
- E_S – modulul termic al suprafeței schimbătorului de căldură dintre suprafața de captare și rezervorul de acumulare și reprezintă un factor sintetic care conține toate elementele constructiv-funcționale aferente acestui schimbător de căldură care condiționează puterea termică transferată agentului termic secundar din rezervorul de acumulare – și este un

parametru univoc dependent de numărul de unități de transfer termic aferent suprafeței acestui echipament cu utilitate directă în evaluările energetice;

- E_{CS} – modulul termic al buclei solare compuse din suprafața de captare și schimbătorul de căldură imersat în rezervorul de acumulare sau exterior acestuia și reprezintă un factor sintetic care conține toate elementele constructiv-funcționale aferente acestei secțiuni, care condiționează puterea termică captată și transferată agentului termic secundar din rezervorul de acumulare – și este un parametru stabilit pe baza modulelor termici aferenți suprafeței de captare și a schimbătorului de căldură din cadrul buclei cu utilitate directă în evaluările energetice;
- F_R^B – factor de corecție a fluxului termic captat aferent buclei solare – suprafața de captare solară și schimbător de căldură;
- R_{INC} – rezistența termică a instalației de încălzire a consumatorului – este inversul coeficientului global de transfer termic aferent suprafeței instalației de încălzire a consumatorului;
- F_R^{BC} – factor de corecție a fluxului termic captat de întreg sistemul captare -consumator;
- β_{REF} – parametrul termic sintetic la care este supus ansamblul compus din bucla solară de captare și consumator – este raportul dintre diferența temperaturilor de intrare în sistemul captare-consumator și intensitatea radiației solare;
- η_{CC} – randamentul buclei de captare solară, - este raportul între puterea termică captată și intensitatea radiației solare;

Simboluri și abrevieri

- ϕ_I – unghiul de înclinare al captatorilor solari față de planul orizontal, °;
- ϕ_A – unghiul azimutal – unghiul între orientarea cardinală a captatorului solar față de orientarea sud, °;
- α - coeficientul de absorbție al plăcii captatorului, -;
- τ - coeficientul de transparență al elementului vitrat al captatorului, -;
- S_c – suprafața totală a captatoarelor solare utilizate de sistem, m²;
- k_C – coeficientul global de transfer termic al captatorilor solari, W/m².K;
- F' – factor geometric de corecție al performanțelor captatorilor solari, -;
- S_S - suprafața schimbătorului de căldură din cadrul buclei solare, m²;
- k_S – coeficientul global de transfer termic al schimbătorului de căldură al buclei solare, W/m².K;
- G_C – debitul de agent termic vehiculat în bucla solară, l/h;
- V_a – volumul rezervorului de acumulare, l;
- G_{CONS} – debitul orar mediu zilnic de consum de apă caldă, l/h;
- S_{INC} – suprafața instalației de încălzire centrală a consumatorului, m²;
- G_{INC} – debitul de agent termic vehiculat în instalația de încălzire, l/h;
- t_r – temperatura apei reci, °C;
- t_c – temperatura apei calde, °C;
- t_{T0} – temperatura nominală a agentului termic la intrarea în instalația de încălzire centrală a consumatorului, °C;
- t_{R0} – temperatura nominală a agentului termic la ieșirea din instalația de încălzire centrală a consumatorului, °C;
- t_{m0} – media temperaturilor nominale ale agentului termic din instalația de încălzire a consumatorului, °C;
- t_T – temperatura agentului termic la intrarea în instalația de încălzire centrală a consumatorului, °C;
- t_R – temperatura agentului termic la ieșirea din instalația de încălzire centrală a consumatorului, °C;

t_m – media temperaturilor agentului termic din instalația de încălzire, °C;
 t_{e0} – temperatura exterioară nominală, °C;
 t_e – temperatura exterioară, °C;
 t_{em} – temperaturi exterioare medii lunare, °C;
 I – intensitatea globală a radiației solare pe planul suprafeței de captare, W/m²;
 I_0 – intensitatea globală a radiației solare pentru un plan orizontal W/m², W/m²;
 a – debitul specific de agent termic în bucla solară, m³/s.m²;
 F_C – factorul caracteristic aporturi-pierderi al captatorului solar, m².K/W;
 F_R^B – factor de corecție a fluxului termic captat de bucla solară, -;
 F_R^C – factor de corecție al fluxului termic captat datorat consumatorului, -;
 f_{cap} – factor de corecție al intensității globale a radiației solare datorat unghiului de înclinare al captatorilor solari și unghiului de deviație de la orientarea SUD al captatorilor solari, -;
 F_R^{BC} – factor de corecție a fluxului termic captat de sistemul compus din bucla solară și consumator, -;
 β_{REF} – parametrul termic sintetic la care este supus ansamblul compus din bucla solară de captare și consumator, m².K/W;
 η_{BC} – randamentul buclei de captare solară, -;
 f_u – factorul de utilizare al energiei captate, -;
 G_{AET} – gradul de acoperire energetică termic al buclei solare, %;
 G_{AE} – gradul de acoperire energetică al buclei solare, %;
 RND – randamentul de captare al sistemului, %;
 P_{CP} – puterea termică captată și livrată consumatorului, W;
 P_{CONS} – puterea termică solicitată de consumator, W;
 E_I – energia solară incidentă pe suprafața de captare, kWh;
 E_{CP} – energia termică captată de bucla solară, kWh;
 E_{CONS} – energia solicitată de consumator, kWh;
 Φ_{NEC0} – necesarul de căldură de calcul al clădirii consumatorului, W;
 N_{Zl} – numărul de zile din lună, zi/lună;
 P_P – puterea pompei din bucla solară, W;
 P_{EL} – puterea medie zilnică a pompei din bucla solară, W;
 R_{INC} – rezistența termică a instalației de încălzire a consumatorului, m².K/W; este inversul coeficientului global de transfer termic aferent suprafeței instalației de încălzire a consumatorului;
 F_{INC} – factor adimensional de corecție.

4.2.3. Metoda lunară

Metoda de evaluarea performanțelor energetice ale instalației de utilizare a energiei solare este o metodă lunară care permite, pentru fiecare lună din an și pe întreg anul sau pe un sezon, să se evalueze performanțele energetice.

Metoda presupune în prima etapă prelevarea unei serii de informații de natură constructiv-funcțională despre suprafața de captare a energiei solare, pompa și schimbătorul de căldură din cadrul buclei solare. De asemenea sunt necesare informații despre consumatorul de apă caldă sau de încălzire a spațiilor, informații cum ar fi consumurile zilnice, suprafața de încălzire și temperaturile de dimensionare a instalației etc. O categorie importantă și distinctă de date necesare sunt datele climatice referitoare la temperaturile exterioare și la intensitățile radiației solare.

Odată cunoscute aceste date se trece la etapa a doua - aplicarea metodei propriu-zise, prin evaluarea unor parametri intermediari care vor permite în continuare evaluarea efectivă a

performanțelor energetice ale instalației de utilizare a energiei solare.. Etapa a treia constă în evaluarea performanțelor energetice ale sistemului care sunt reprezentate de randamentul de captare al buclei solare, gradul de acoperire energetică oferit consumatorului și energiile lunare, sezoniere și anuale captate.

Metoda de evaluare a performanțelor energetice ale instalației solare pentru încălzirea spațiilor și metoda de evaluare a performanțelor energetice ale instalației solare pentru prepararea apei calde de consum au o serie de elemente comune în fiecare din cele trei etape menționate însă în continuare se vor prezenta independent.

Valori recomandate ale parametrilor implicați în relațiile metodei :

- Factorul geometric de corecție a fluxului termic captat, F' :
 - 0,9 – pentru captatoarele solare cu placa plană absorbantă;
 - 0,95 – pentru captatoarele solare cu tuburi vidate;
- Coeficientul global de transfer termic al schimbătorului de căldură din cadrul buclei solare, k_s :
 - 600 $W/m^2.K$ – pentru instalațiile solare noi cu schimbătoare de căldură imersate în rezervorul de acumulare
 - 400 $W/m^2.K$ – pentru instalațiile solare vechi cu schimbătoare de căldură imersate în rezervorul de acumulare;
 - 2000 $W/m^2.K$ – pentru instalațiile solare cu schimbătoare de căldură cu plăci plasate în exteriorul rezervorului de acumulare;
- Rezistența termică a sistemului de încălzire centrală – R_{INC} :
 - 0,145 $m^2.K/W$ - Instalație cu corpuri statice de încălzire;
 - 0,48 $m^2.K/W$ – încălzire de joasă temperatură prin pardoseală;

Etapizarea calculelor este următoarea:

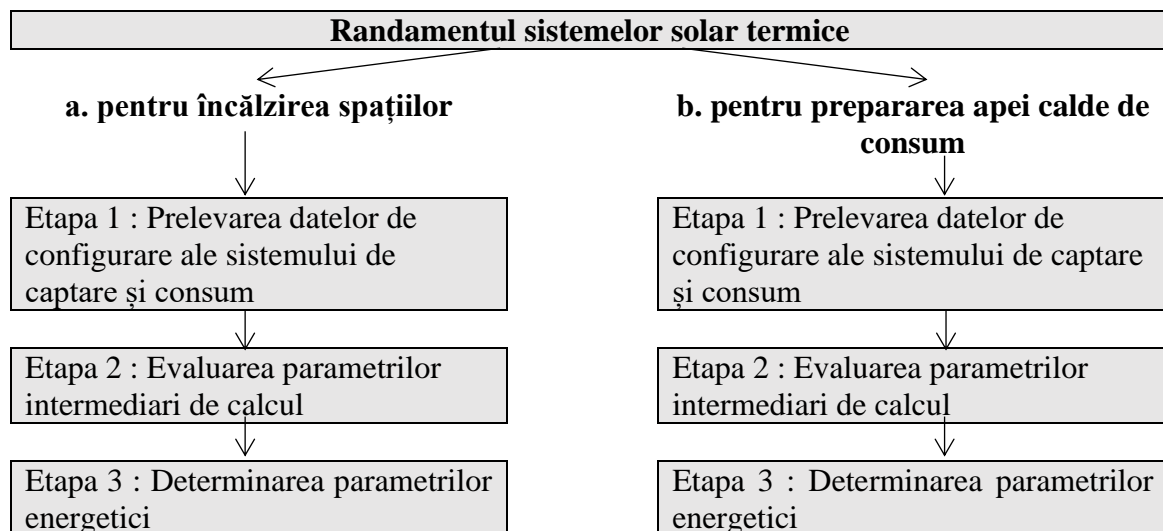


Figura 4.4. Schema etape metoda lunară

Pentru încălzirea spațiilor

- A. Etapa 1 : Prelevarea datelor de configurare ale sistemului de captare și consum
 - a. Suprafața de captare solară S_C ;
 - b. Factorul geometric de corecție a fluxului termic captat, F' ;

- c. Coeficientul global de transfer termic al captatoarelor solare, k_C ;
- d. Coeficientul de absorbție al plăcii captatoare, α ;
- e. Coeficientul de transparentță al elementului vitrat al captatoarelor, τ ;
- f. Unghiul înclinare față de planul orizontal, al captatoarelor, φ_I ;
- g. Unghiul deviere al orientării suprafeței de captare față de SUD, φ_A ;
- h. Suprafața schimbătorului de căldură din cadrul buclei solare, S_S ;
- i. Volumul rezervorului de acumulare, V_a ;
- j. Coeficientul global de transfer termic al schimbătorului de căldură din cadrul buclei solare, k_S ;
- k. Debitul de agent termic vehiculat în bucla solară, G_C ;
- l. Suprafața instalației de încălzire centrală a consumatorului, S_{INC} ;
- m. Temperaturile nominale ale agentului termic la dimensionarea instalației, t_{T0} , t_{R0} ;

Notă : În cazul în care temperaturile nominale ale agentului termic nu sunt cunoscute, acestea vor fi determinate pe baza evaluării necesarului de căldură de calcul Φ_{NECO} , al clădirii consumatorului și a suprafeței stabilite pentru instalația de încălzire centrală a acestuia.

- n. Intensitățile radiației solare, medii lunare, pentru o suprafață de captare orizontală, I_0 , pentru lunile sezonului rece din an, conform anexei cu date climatice;
- o. Temperaturile exterioare medii lunare pentru lunile sezonului rece, t_e ;

B. Etapa 2 : Evaluarea parametrilor intermediari de calcul :

- a. Se stabilește modulul termic al suprafeței de captare :

$$E_C = \exp\left(-\frac{F \cdot k_C \cdot S_C}{1.163 \cdot G_C}\right) \quad (4.52)$$

- b. Se stabilește modulul termic al schimbătorului de căldură al buclei solare :

$$E_S = \exp\left(-\frac{k_S \cdot S_S}{1.163 \cdot G_C}\right) \quad (4.53)$$

- c. Se stabilește modulul termic al buclei de captare :

$$E_{CS} = \frac{E_C \cdot (1 - E_S) + E_S \cdot (1 - E_C)}{1 - E_C \cdot E_S} \quad (4.54)$$

- d. Se stabilește transmitanța clădirii :

- i. Dacă se cunosc temperaturile nominale ale agentului termic :

$$R_{t1} = \frac{t_{m0} - t_{i0}}{t_{i0} - t_{e0}} \quad (4.55)$$

$$R_{t2} = \frac{t_{m0} - t_{i0}}{t_{T0} - t_{R0}} \quad (4.56)$$

$$H = \frac{S_{inc}}{R_{INC}} \cdot R_{t1} \quad (4.57)$$

$$G_{INC} = \frac{S_{inc}}{R_{INC}} \cdot \frac{R_{t2}}{1.163} \quad (4.58)$$

unde :

$$t_{m0} = \frac{t_{T0} + t_{R0}}{2} \quad (4.59)$$

ii. Dacă nu se cunosc temperaturile nominale ale agentului termic :

$$H = \frac{\Phi_{NEC0}}{t_{i0} - t_{e0}} \quad (4.60)$$

$$t_{m0} = \left(1 + \frac{H}{S_{INC}/R_{INC}}\right) \cdot t_{i0} - \frac{H}{S_{INC}/R_{INC}} \cdot t_{e0} \quad (4.61)$$

$$\delta_{t0} = \frac{H \cdot (t_{i0} - t_{e0})}{1.163 \cdot G_{INC}} \quad (4.62)$$

$$t_{T0} = t_{m0} + \frac{\delta_{t0}}{2} \quad (4.63)$$

$$t_{R0} = t_{m0} - \frac{\delta_{t0}}{2} \quad (4.64)$$

e. Se stabilește factorul de corecție aferent buclei solare, F_R^B :

$$F_R^B = \frac{1.163 \cdot G_C}{k_C \cdot S_C} \cdot (1 - E_{CS}) \quad (4.65)$$

f. Se stabilește factorul de corecție aferent consumatorului F_R^C :

$$F_R^C = 2 \cdot \frac{H}{S_C \cdot k_C} \cdot \frac{t_{i0} - t_{e0}}{t_{T0} - t_{R0}} \quad (4.66)$$

g. Se stabilește factorul de corecție al ansamblului buclă captare – consumator F_R^{BC} :

$$F_R^{BC} = \left(\frac{1}{F_R^B} + \frac{1}{F_R^C}\right)^{-1} \quad (4.67)$$

h. Se stabilește factorul adimensional F_{INC} :

$$F_{INC} = \frac{t_{R0} - t_{e0}}{t_{i0} - t_{e0}}$$

sau cu:

$$F_{INC} = 1 + \frac{H}{S_{INC}/R_{INC}} - \frac{0.43 \cdot H}{G_{INC}}$$

sau cu:

$$F_{INC} = 1 + \left(1 - \frac{0.5}{R_{t2}}\right) \cdot \frac{H}{S_{INC}/R_{INC}} \quad (4.68)$$

i. Se stabilește factorul de utilizare al energiei captate în funcție de valoarea raportului $V_a/(75 \cdot S_C)$:

$$f_u = 0.35 + 0.71836 \cdot \exp \left[-0.1 / \left(\frac{V_a}{75 \cdot S_C} \right) \right] \quad (4.69)$$

C. Etapa 3-a : Determinarea parametrilor energetici

- a. Se stabilește factorul de corecție de unghi de înclinare și unghi de deviere de la orientarea SUD – f_{cap} , conform Anexei 1, pentru fiecare lună din an;
- b. Se stabilesc valorile intensității radiației medii lunare pentru lunile sezonului rece :

$$I = f_{cap} \cdot I_0 \quad (4.70)$$

- c. Se stabilește valoarea parametrului β_{REF} pentru fiecare lună a sezonului rece:

$$\beta_{REF} = \frac{t_{i0} - t_e}{f_s \cdot I} \quad (4.71)$$

unde

f_s – factor solar având valoarea :

Lunile : octombrie ... martie : $f_s = 4,5$

Lunile : aprilie ... septembrie : $f_s = 3,5$

- d. Se stabilește randamentul buclei solare pentru fiecare lună a sezonului rece:

$$\eta_{BC} = F_R^{BC} \cdot [(\alpha \cdot \tau) - k_C \cdot F_{INC} \cdot \beta_{REF}] \quad (4.72)$$

- e. Se stabilește puterea termică necesară pentru încălzirea spațiilor în fiecare lună :

$$P_{CONS} = H \cdot (t_{i0} - t_e) \quad (4.73)$$

- f. Se stabilesc puterile termice medii lunare incidente :

$$P_I = S_C \cdot I \quad (4.74)$$

- g. Se stabilesc puterile termice medii lunare captate :

$$P_{CP} = S_C \cdot I \cdot \eta_{BC} \cdot f_u \quad (4.75)$$

Daca $P_{CP} < 0$ atunci se va considera $P_{CP} = 0$

Daca $P_{CP} > P_{CONS}$ atunci se va considera $P_{CP} = P_{CONS}$.

- h. Se stabilesc randamentele de captare medii lunare :

$$RND = \frac{P_{CP}}{P_I} \cdot 100 \quad (4.76)$$

- i. Se stabilesc gradele de acoperire energetică termică medii lunare :

$$G_{AET} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS}} \cdot 100 \quad (4.77)$$

j. Se stabilesc energiile incidente pe suprafața de captare în fiecare luna :

$$E_I = \frac{P_I \cdot 24 \cdot N_{zi}}{1000} \quad (4.78)$$

k. Se stabilesc energiile necesare la consumator în fiecare luna :

$$E_{CONS} = \frac{P_{CONS} \cdot 24 \cdot N_{zi}}{1000} \quad (4.79)$$

l. Se stabilesc energiile captate și livrate consumatorului de bucla solară în fiecare din lunile sezonului rece :

$$E_{CP} = \frac{P_{CP} \cdot 24 \cdot N_{zi}}{1000} \quad (4.80)$$

m. Se evaluează puterea medie zilnică a pompei din cadrul buclei solare :

$$P_{EL} = 0.25 \cdot P_P \quad (4.81)$$

n. Se stabilesc gradele de acoperire energetică medii lunare totale :

$$G_{AE} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS} + P_{EL}} \cdot 100 \quad (4.82)$$

Pentru prepararea apei calde de consum

Etapa 1 : Prelevarea datelor de configurare ale sistemului de captare și consum

- a. Suprafața de captare solară S_C ;
- b. Factorul geometric de corecție a fluxului termic captat, F' ;
- c. Coeficientul global de transfer termic al captatoarelor solare, k_C ;
- d. Coeficientul de absorbție al plăcii captatoare, α ;
- e. Coeficientul de transparență al elementului vitrat al captatoarelor, τ ;
- f. Unghiul de înclinare față de planul orizontal, al captatoarelor, φ_I ;
- g. Unghiul de deviere al orientării suprafeței de captare față de SUD, φ_A ;
- h. Suprafața schimbatorului de căldură din cadrul buclei solare, S_S ;
- i. Volumul rezervorului de acumulare, V_a ;
- j. Coeficientul global de transfer termic al schimbatorului de căldură din cadrul buclei solare, k_S ;
- k. Debitul de agent termic vehiculat în bucla solară, G_C ;
- l. Debitul orar mediu zilnic de apă caldă de consum, G_{CONS} ;
- m. Temperatura apei reci și a apei calde, t_r , t_c ;
- n. Intensitățile radiației solare, medii lunare, pentru o suprafață de captare situată în plan orizontal pentru toate lunile anului, I_o , conform anexei cu date climatice;
- o. Temperaturile exterioare medii lunare pentru toate lunile anului, t_e .

Etapa 2: Evaluarea parametrilor intermediari de calcul :

a. Se stabilește modulul termic al suprafeței de captare :

$$E_C = \exp\left(-\frac{F' \cdot k_C \cdot S_C}{1.163 \cdot G_C}\right) \quad (4.83)$$

b. Se stabilește modulul termic al schimbatorului de căldură al buclei solare :

$$E_S = \exp\left(-\frac{k_S \cdot S_S}{1.163 \cdot G_C}\right) \quad (4.84)$$

c. Se stabilește modulul termic al buclei de captare :

$$E_{CS} = \frac{E_C \cdot (1 - E_S) + E_S \cdot (1 - E_C)}{1 - E_C \cdot E_S} \quad (4.85)$$

d. Se stabilește factorul de corecție aferent buclei solare, F_R^B :

$$F_R^B = \frac{1.163 \cdot G_C}{k_C \cdot S_C} \cdot (1 - E_{CS}) \quad (4.86)$$

e. Se stabilește factorul de corecție aferent consumatorului, F_R^C :

$$F_R^C = 2 \cdot \frac{1.163 \cdot G_{CONS}}{S_C \cdot k_C} \quad (4.87)$$

f. Se stabilește factorul de corecție al ansamblului buclă captare – consumator, F_R^{BC} :

$$F_R^{BC} = \left(\frac{1}{F_R^B} + \frac{1}{F_R^C}\right)^{-1} \quad (4.88)$$

g. Se stabilește factorul de utilizare al energiei captate în funcție de valoarea raportului $V_a / (75 \cdot S_C)$:

$$f_u = 0.35 + 0.71836 \cdot \exp\left[-0.1 / \left(\frac{V_a}{75 \cdot S_C}\right)\right] \quad (4.89)$$

Etapa 3: Determinarea parametrilor energetici

a. Se stabilește factorul de corecție de unghi de înclinare și unghi de deviere de la orientarea SUD – f_{cap} , conform Anexei 1, pentru fiecare lună din an;

b. Se stabilesc valorile intensității radiației medii lunare pentru lunile anului :

$$I = f_{cap} \cdot I_0 \quad (4.90)$$

c. Se stabilește valoarea parametrului β_{REF} pentru fiecare lună din sezonul rece :

$$\beta_{REF} = \frac{t_r - t_e}{f_s \cdot I} \quad (4.91)$$

unde f_s – factor solar având valoarea :

Lunile : octombrie ... martie : $f_s = 4,5$

Lunile : aprilie ... septembrie : $f_s = 3,5$

d. Se stabilește randamentul buclei solare pentru fiecare lună din sezonul rece:

$$\eta_{BC} = F_R^{BC} \cdot [(\alpha \cdot \tau) - k_C \cdot \beta_{REF}] \quad (4.92)$$

e. Se stabilește puterea termică necesară pentru prepararea apei calde de consum în fiecare lună :

$$P_{CONS} = 1.163 \cdot G_{CONS} \cdot (t_c - t_r) \quad (4.93)$$

f. Se stabilesc puterile termice medii lunare incidente :

$$P_I = S_C \cdot I \quad (4.94)$$

g. Se stabilesc puterile termice medii lunare captate :

$$P_{CP} = S_C \cdot I \cdot \eta_{BC} \cdot f_u \quad (4.95)$$

Daca $P_{CP} < 0$ atunci se va considera $P_{CP} = 0$

Daca $P_{CP} > P_{CONS}$ atunci se va considera $P_{CP} = P_{CONS}$.

h. Se stabilesc randamentele de captare medii lunare :

$$RND = \frac{P_{CP}}{P_I} \cdot 100 \quad (4.96)$$

i. Se stabilesc gradele de acoperire energetică termică medii lunare :

$$G_{AET} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS}} \cdot 100 \quad (4.97)$$

j. Se stabilesc energiile incidente pe suprafata de captare în fiecare luna :

$$E_I = \frac{P_I \cdot 24 \cdot N_{zi}}{1000} \quad (4.98)$$

k. Se stabilesc energiile necesare la consumator în fiecare luna :

$$E_{CONS} = \frac{P_{CONS} \cdot 24 \cdot N_{zi}}{1000} \quad (4.99)$$

l. Se stabilesc energiile captate și livrate consumatorului de buclă solară în fiecare luna :

$$E_{CP} = \frac{P_{CP} \cdot 24 \cdot N_{zi}}{1000} \quad (4.100)$$

m. Se evaluează puterea medie zilnică a pompei din cadrul buclei solare :

$$P_{EL} = 0.25 \cdot P_P \quad (4.101)$$

n. Se stabilesc gradele de acoperire energetică medii lunare totale :

$$G_{AE} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS} + P_{EL}} \cdot 100 \quad (4.102)$$

4.2.4. Exemple de calcul pentru metoda lunară

Metoda de evaluare a performanțelor energetice ale instalației solare, atât pentru încălzirea spațiilor cât și pentru prepararea apei calde poate fi implementată într-un program de calcul tabelar. Se prezintă în continuare, în acest sens, un exemplu pentru încălzirea spațiilor și un alt exemplu pentru prepararea apei calde de consum. Rezervorul de acumulare are, în general, un volum care să permită consumatorului fructificarea întregii energii termice captate diurn de bucla solară.

a. Pentru încălzirea spațiilor

Date Configuratie Sistem Captare, Consumator, Date Clima			
Suprafata de Captare			
1	Unghi inclinare suprafata captare (φ_i) (°) =		40
2	Unghi azimut suprafata captare (φ_a) (°) =		0° SUD
3	Coeficient transfer termic captatoare (k_c) (W/m ² .K) prospect		3
4	Suprafata de captare solara (S_c) (m ²) =		85.1
5	Coeficient absorbtie captatoare (α) (-) =	prospect	0.9
6	Coeficient transparenta captatoare (τ) (-) =	prospect	0.85
7	Factor geometric captatoare (F') (-) =	prospect	0.9
Serpentina rezervor acumulare			
1	Suprafata serpentina rezervor (S_s) (m ²) =		8.51
2	Coeficient transfer termic serpentina (k_s) (W/m ² .K) =		800
3	Volum rezervor acumulare (V_a) (l) =		4256
4	Debit agent termic bucla captatoare-serpentina (G_c) (l/h) =		4256
Consumator			
1	Suprafata instalatiei de incalzire centrala (S_{inc}) (m ²) =		216
2	Temperaturi nominala tur incalzire (t_{T0}) (°C) =		60
3	Temperatura nominala retur incalzire (t_{R0}) (°C) =		40
4	Temperatura interioara normata (t_{i0}) (°C) =		20
5	Temperatura exterioara nominala (t_{e0}) (°C) =		-15
6	Rezistenta termica instalatie incalzire (R_{inc}) (m ² .K/W) =		0.145
7	Coeficient transfer de caldura al instalatiei k_{INC} (W/m ² K) =		6.90

Etape de Calcul			
1	Modulul termic al suprafetei de captare (E_c) (-) =		0.955
2	Modulul termic al suprafetei serpentinei (E_s) (-) =		0.253
3	Modulul termic al buclei de captare (E_{cs}) (-) =		0.955
4	Raportul diferentelor de temperaturi (R_{t1}) (-) =		0.857
5	Raportul diferentelor de temperaturi (R_{t2}) (-) =		1.500
6	Debit agent termic instalatie incalzire (G_{inc}) (l/h) =		1921.3
7	Factorul adimensional FRB (-) =		0.866
8	Factorul adimensional FRC (-) =		17.5
9	Factorul adimensional FRBC (-) =		0.825
10	Factorul adimensional FINC (-) =		1.571
11	Factor de utilizare a energiei solare (f_u) (-) =		0.968

Date Climatice	Localitatea		Bucuresti											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	AN	
I_o (W/m ²)	49.6	85	124.8	167.2	205.6	233.5	200.8	233.2	175.5	114.2	54.2	41.3		
te (°C)	-1.2	1.2	5.6	11.3	17.5	21.4	23.4	22.5	16.8	11.1	5.2	-0.2		
Stabilirea temperaturilor de reglaj termic calitativ														
Zile	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
f _{cap}	1.71	1.43	1.25	1.07	0.97	0.91	0.93	1.05	1.22	1.44	1.58	1.63		
I (W/m ²)	84.816	121.55	156	178.904	199.432	212.485	186.744	244.86	214.11	164.448	85.636	67.319		
Nh (ore)	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744		
Performanta Energetica														
f _s	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5		
β_{REF} (m ² .K/W)	0.056	0.034	0.021	0.014	0.004	-0.002	-0.005	-0.003	0.004	0.012	0.038	0.067		
η_{BC} (-)	0.42	0.50	0.55	0.58	0.62	0.64	0.65	0.64	0.61	0.58	0.48	0.37		
P _i (W)	7220	10347	13279	15229	16976	18087	15896	20843	18226	13998	7290	5730		
P _{cons} (W)	27069	24005	18387	11109	0	0	0	0	0	11364	18897	25792		
P _{cp} (W)	2903	4986	7092	8513	0	0	0	0	0	7923	3402	2064		
P _{CT} (W)	24166	19019	11295	2596	0	0	0	0	0	3441	15496	23729		
GAet (%)	10.72	20.77	38.57	76.63						69.72	18.00	8.00	27	
RND (%)	40.208	48.185	53.406	55.899						56.603	46.665	36.013	50	
E _i (kWh)	5372	6953	9880	10965						10415	5249	4263	53096	
E _{cp} (kWh)	2160	3350	5276	6129						5895	2449	1535	26795	
E _{cons} (kWh)	20139	16131	13680	7998						8455	13606	19189	99199	

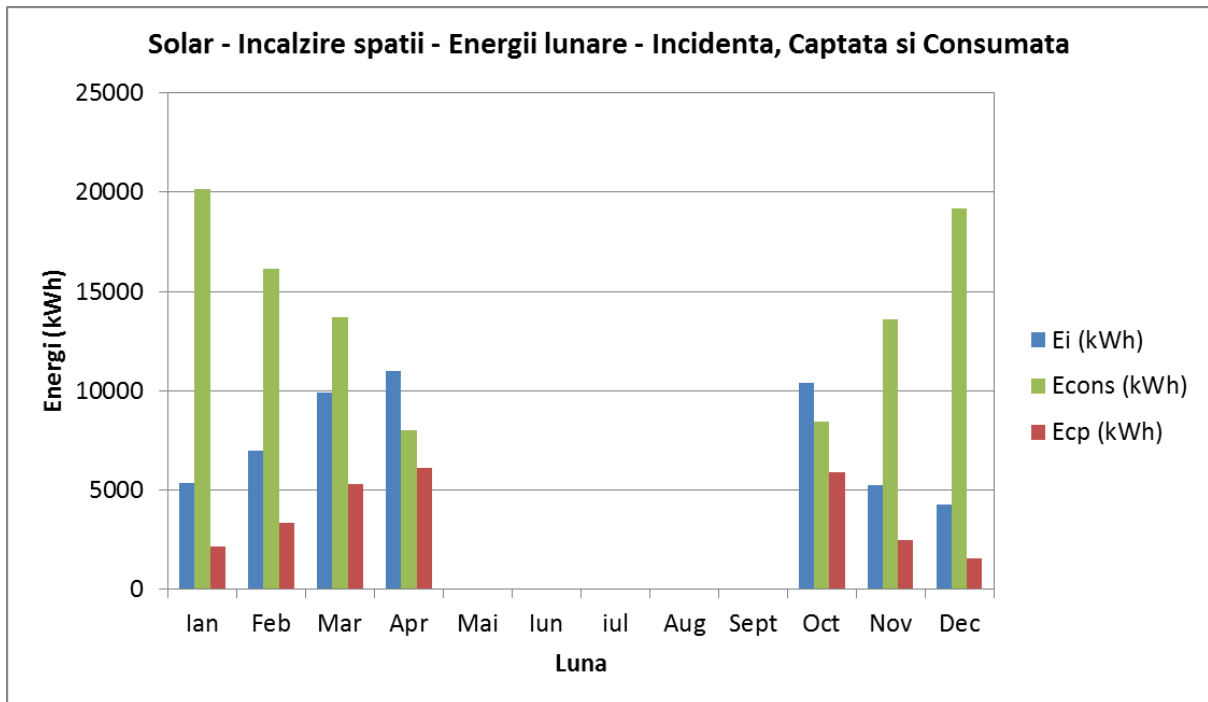


Figura 4.5. Energii lunare pentru incalzirea spatiului: Incidentă (Ei), Captată (Ecp) și Consumată (Econs)

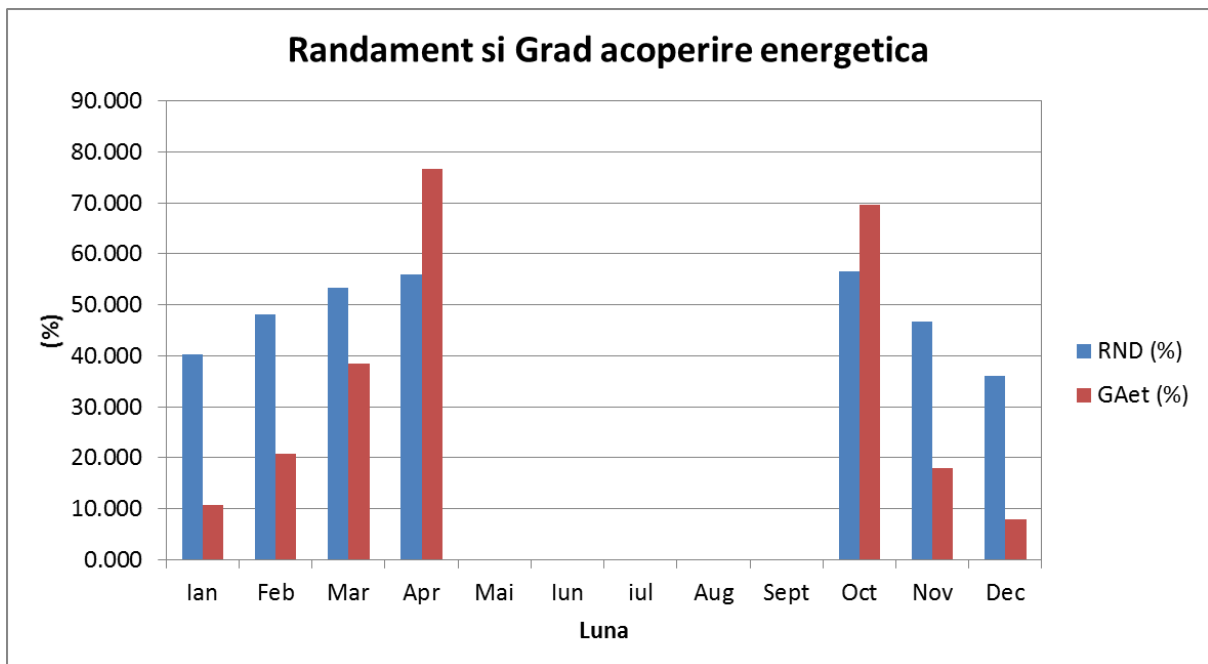


Figura 4.6 Randament și Grad acoperire energetică

b. Pentru prepararea apei calde de consum

Date Configuratie Sistem Captare, Consumator, Date Clima			
Suprafata de Captare			
1	Unghi inclinare suprafata captare fata de planul orizontal (ϕ_i) ($^\circ$) =		40
2	Unghi azimut suprafata captare (ϕ_a) (θ) =		0° SUD
3	Suprafata de captare solara (S_c) (m^2) =		22.5
4	Coeficient absorbtie captatoare (α) (-) =		0.9
5	Coeficient transparenta captatoare (τ) (-) =		0.85
6	Coeficient transfer termic captatoare (k_c) ($W/m^2.K$) =	prospect	3.5
7	Factor geometric captatoare (F') (-) =		0.9
Serpentina rezervor acumulare			
1	Suprafata serpentina rezervor (S_s) (m^2) =		1.5
2	Coeficient transfer termic serpentina (k_s) ($W/m^2.K$) =		800
3	Volum rezervor de acumulare (V_a) (l) =		1687.5
4	Debit agent termic bucla captatoare-serpentina (G_c) (l/h) =		1575
Consumator			
1	Debit orar de apa calda de consum (G_{cons}) (l/h) =		93.75
2	Temperaturi apa calda consum (θ_{ac}) ($^\circ C$) =	variabila lunar	55
3	Temperatura apa rece (θ_{ar}) ($^\circ C$) =	variabila lunar	15

Etape de Calcul			
1.	Modulul termic al suprafetei de captare (E_c) (-) =		0.962
2.	Modulul termic al suprafetei serpentinei (E_s) (-) =		0.519
3.	Modulul termic al buclei de captare (E_{cs}) (-) =		0.964
4.	Factor corectie sistem (FRB) (-) =		0.848
5.	Factor corectie consumator (FRC) (-) =		2.769
6.	Factor corectie bucla captare consumator (FRBC) (-) =		0.649
7.	Factor de utilizare (f_u) (-) =		1.000

	Localitatea												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Date Climatice	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
I_o (W/m ²)	49.6	85	124.8	167.2	205.6	233.5	200.8	233.2	175.5	114.2	54.2	41.3	
te (°C)	-1.2	1.2	5.6	11.3	17.5	21.4	23.4	22.5	16.8	11.1	5.2	-0.2	
tar (°C)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Stabilirea intensitatilor radiatiei solare globale pe suprafata de captare													AN
f _{cap}	1.71	1.43	1.25	1.07	0.97	0.91	0.93	1.05	1.22	1.44	1.58	1.63	
I (W/m ²)	84.816	121.55	156	178.904	199.432	212.485	186.744	244.86	214.11	164.448	85.636	67.319	
Nh (ore)	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	8760
Performanta Energetica													
f _s	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	
β _{REF} (m ² .K/W)	0.042	0.025	0.013	0.006	-0.004	-0.009	-0.013	-0.009	-0.002	0.005	0.025	0.050	
η _{BC} (-)	0.400	0.439	0.466	0.483	0.505	0.516	0.526	0.517	0.502	0.485	0.439	0.383	
P _i (W)	1908.36	2734.875	3510	4025.34	4487.22	4780.913	4201.74	5509.35	4817.475	3700.08	1926.81	1514.678	3593.07
P _{cons} (W)	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250	4361.250
P _{CP} (W)	763.724	1201.474	1636.424	1945.112	2265.067	2467.895	2209.467	2845.737	2418.860	1793.312	845.599	579.566	1747.686
P _{ELECLPOMPA} (W)	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000	28.000
RND (%)	40.020	43.932	46.622	48.322	50.478	51.620	52.585	51.653	50.210	48.467	43.886	38.263	49
G _{AET} (%)	17.51	27.55	37.52	44.60	51.94	56.59	50.66	65.25	55.46	41.12	19.39	13.29	40
GAE (%)	17.40	27.37	37.28	44.32	51.60	56.23	50.34	64.83	55.11	40.86	19.27	13.20	40
E _i (kWh)	1419.82	1837.836	2611.44	2898.245	3338.492	3442.257	3126.095	4098.956	3468.582	2752.86	1387.303	1126.92	31508.81
E _{cp} (kWh)	568.2109	807.3908	1217.5	1400.481	1685.209	1776.884	1643.843	2117.228	1741.58	1334.224	608.831	431.1968	15332.58
E _{cons} (kWh)	3244.77	2930.76	3244.77	3140.1	3244.77	3140.1	3244.77	3244.77	3140.1	3244.77	3140.1	3244.77	38204.55
E _{ELECPOMPA} (kWh)	20.832	18.816	20.832	20.16	20.832	20.16	20.832	20.832	20.16	20.832	20.16	20.832	20.440

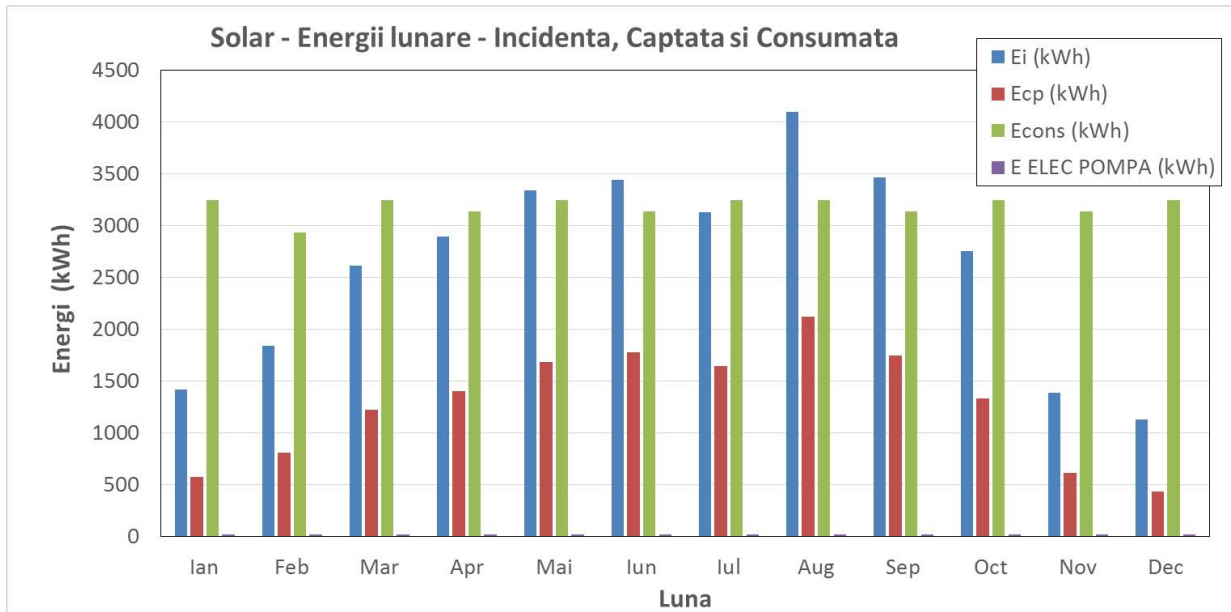


Figura 4.7 Solar - Energii lunare : Incidentă, Captată și Consumată

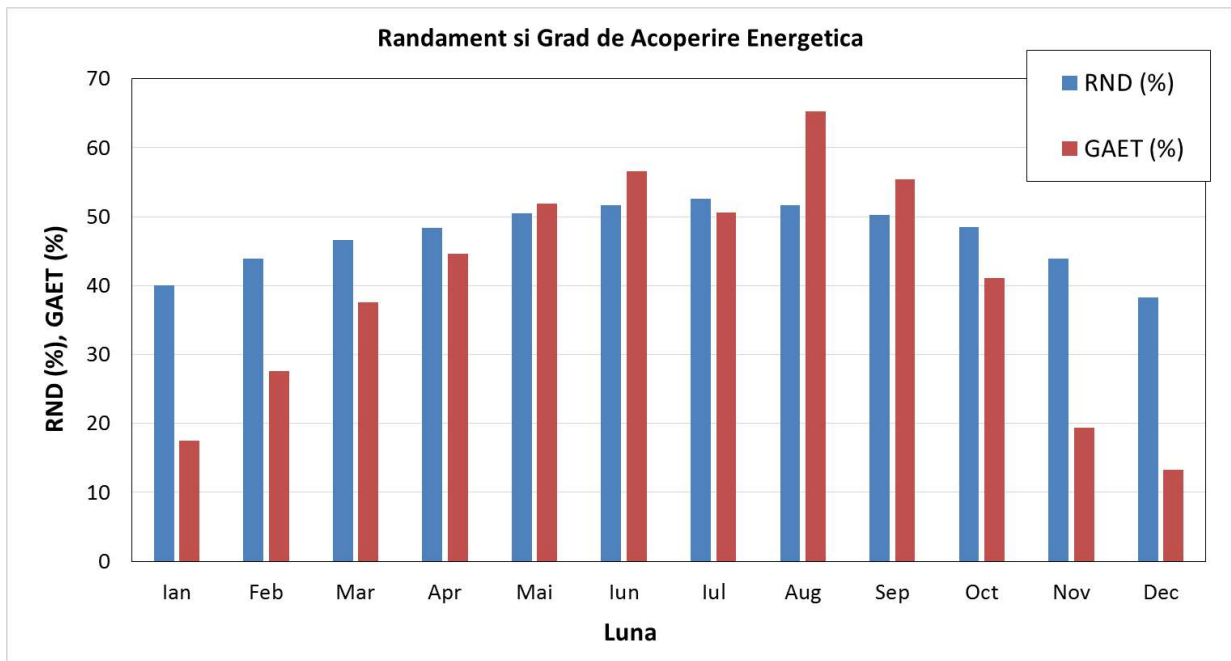


Figura 4.8 Randament si Grad de Acoperire Energetică

Anexa A1 (informativă)

Valorile factorului de corecție, f_{cap} , funcție de unghiul de înclinare și orientarea față de
axa Sud – Nord

ϕ_i	30°						
	Vest 90°	Vest 60°	Vest 30°	0°	Est 30°	Est 60°	Est 90°
ian	0.94	1.23	1.48	1.59	1.51	1.29	0.99
feb	0.93	1.13	1.30	1.37	1.32	1.17	0.97
mar	0.92	1.06	1.17	1.22	1.20	1.11	0.97
apr	0.94	1.02	1.07	1.09	1.07	1.02	0.94
mai	0.94	0.99	1.01	1.01	1.00	0.97	0.92
iun	0.93	0.96	0.97	0.97	0.96	0.95	0.92
iul	0.91	0.95	0.97	0.98	0.99	0.98	0.95
aug	0.94	1.02	1.06	1.08	1.05	1.00	0.92
sep	0.95	1.09	1.18	1.21	1.17	1.07	0.93
oct	0.96	1.16	1.32	1.37	1.31	1.15	0.95
nov	0.94	1.19	1.40	1.49	1.42	1.23	0.97
dec	0.96	1.23	1.45	1.52	1.43	1.20	0.94

ϕ_i	35°						
	Vest 90°	Vest 60°	Vest 30°	0°	Est 30°	Est 60°	Est 90°
ian	0.93	1.25	1.53	1.66	1.57	1.31	0.99
feb	0.92	1.14	1.32	1.40	1.35	1.18	0.96
mar	0.91	1.06	1.18	1.24	1.21	1.11	0.96
apr	0.92	1.01	1.06	1.08	1.06	1.01	0.92
mai	0.92	0.97	0.99	0.99	0.98	0.95	0.90
iun	0.91	0.94	0.95	0.94	0.94	0.93	0.90
iul	0.89	0.93	0.95	0.96	0.97	0.96	0.93
aug	0.92	1.01	1.06	1.07	1.04	0.99	0.90
sep	0.94	1.08	1.19	1.22	1.17	1.06	0.91
oct	0.94	1.17	1.34	1.41	1.34	1.16	0.93
nov	0.92	1.20	1.44	1.54	1.47	1.25	0.96
dec	0.95	1.25	1.49	1.58	1.47	1.22	0.92

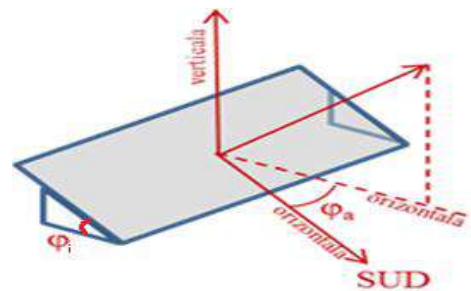
ϕ_i	40°						
	Vest 90°	Vest 60°	Vest 30°	0°	Est 30°	Est 60°	Est 90°
ian	0.91	1.26	1.57	1.71	1.62	1.33	0.98
feb	0.90	1.14	1.34	1.43	1.37	1.18	0.95
mar	0.89	1.05	1.18	1.25	1.21	1.10	0.94
apr	0.90	1.00	1.05	1.07	1.05	1.00	0.90
mai	0.90	0.95	0.97	0.97	0.96	0.93	0.87
iun	0.88	0.92	0.92	0.91	0.92	0.91	0.88
iul	0.87	0.91	0.93	0.93	0.95	0.94	0.90
aug	0.90	0.99	1.04	1.05	1.03	0.97	0.87
sep	0.92	1.08	1.19	1.22	1.17	1.06	0.89
oct	0.93	1.17	1.36	1.44	1.35	1.16	0.91
nov	0.91	1.21	1.47	1.58	1.50	1.26	0.95
dec	0.94	1.27	1.54	1.63	1.51	1.23	0.91

ϕ_i	45°						
	Vest 90°	Vest 60°	Vest 30°	0°	Est 30°	Est 60°	Est 90°
ian	0.90	1.27	1.61	1.76	1.66	1.35	0.97
feb	0.88	1.13	1.35	1.45	1.38	1.18	0.93
mar	0.87	1.04	1.18	1.25	1.21	1.09	0.92
apr	0.88	0.98	1.04	1.05	1.04	0.98	0.88
mai	0.88	0.93	0.95	0.94	0.94	0.91	0.85
iun	0.86	0.89	0.89	0.88	0.89	0.88	0.85
iul	0.84	0.89	0.90	0.90	0.92	0.92	0.88
aug	0.88	0.97	1.02	1.03	1.00	0.95	0.85
sep	0.90	1.07	1.18	1.22	1.17	1.04	0.87
oct	0.91	1.17	1.37	1.45	1.36	1.16	0.90
nov	0.89	1.21	1.49	1.62	1.53	1.26	0.93
dec	0.92	1.27	1.57	1.67	1.54	1.23	0.89

φi	50°						
φa	Vest 90°	Vest 60°	Vest 30°	0°	Est 30°	Est 60°	Est 90°
ian	0.88	1.26	1.63	1.80	1.69	1.35	0.95
feb	0.86	1.12	1.35	1.46	1.39	1.18	0.91
mar	0.84	1.02	1.17	1.24	1.20	1.08	0.90
apr	0.86	0.96	1.01	1.03	1.01	0.96	0.86
mai	0.85	0.91	0.92	0.91	0.91	0.88	0.82
iun	0.83	0.86	0.86	0.84	0.85	0.85	0.82
iul	0.81	0.86	0.87	0.87	0.89	0.89	0.85
aug	0.86	0.95	0.99	1.00	0.98	0.92	0.82
sep	0.87	1.05	1.17	1.21	1.15	1.02	0.85
oct	0.89	1.16	1.38	1.46	1.37	1.15	0.88
nov	0.87	1.20	1.51	1.65	1.55	1.26	0.92
dec	0.90	1.27	1.59	1.70	1.56	1.23	0.87

φi	55°						
φa	Vest 90°	Vest 60°	Vest 30°	0°	Est 30°	Est 60°	Est 90°
ian	0.86	1.26	1.64	1.82	1.70	1.35	0.94
feb	0.84	1.11	1.35	1.47	1.39	1.17	0.89
mar	0.82	1.00	1.15	1.23	1.19	1.06	0.88
apr	0.83	0.93	0.99	1.00	0.99	0.93	0.83
mai	0.82	0.88	0.89	0.87	0.87	0.85	0.79
iun	0.80	0.83	0.82	0.80	0.81	0.82	0.79
iul	0.78	0.83	0.83	0.83	0.85	0.86	0.83
aug	0.83	0.92	0.96	0.96	0.95	0.89	0.79
sep	0.85	1.03	1.15	1.19	1.13	1.00	0.82
oct	0.87	1.15	1.37	1.46	1.36	1.13	0.85
nov	0.85	1.19	1.51	1.66	1.55	1.25	0.90
dec	0.88	1.27	1.60	1.72	1.57	1.22	0.85

φi	60°						
φa	Vest 90°	Vest 60°	Vest 30°	0°	Est 30°	Est 60°	Est 90°
ian	0.84	1.25	1.65	1.84	1.71	1.34	0.92
feb	0.81	1.09	1.34	1.46	1.38	1.15	0.87
mar	0.80	0.98	1.13	1.21	1.17	1.04	0.85
apr	0.81	0.91	0.96	0.96	0.95	0.91	0.81
mai	0.79	0.85	0.85	0.83	0.83	0.82	0.76
iun	0.77	0.80	0.78	0.75	0.77	0.79	0.76
iul	0.75	0.79	0.79	0.78	0.81	0.83	0.80
aug	0.80	0.89	0.93	0.92	0.91	0.86	0.77
sep	0.82	1.00	1.12	1.17	1.11	0.98	0.80
oct	0.85	1.13	1.36	1.45	1.34	1.11	0.83
nov	0.83	1.18	1.51	1.67	1.55	1.24	0.87
dec	0.86	1.25	1.61	1.73	1.57	1.21	0.82



4.3. Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a sistemelor de cogenerare

4.3.1. Obiective și domenii de aplicare

În acest capitol se descrie o metoda de evaluare a performanțelor unităților de cogenerare integrate în clădiri. Aceste unități sunt cunoscute sub numele de unități de microcogenerare, minicogenerare sau unități de cogenerare de mică putere (respectiv de puteri electrice mai mici de 1 MWe). Metoda se bazează pe calculul producției de energie electrică, al producției de căldură utilă și al pierderilor termice recuperabile.

O unitate de cogenerare integrată în clădire este o unitate de cogenerare instalată cu scopul de a furniza diverse servicii (ex. încălzire, preparare apă caldă pentru consum menajer și eventual, răcirea într-o clădire - ceea ce conduce la conceptul de trigenerare).

Unitatea de cogenerare poate funcționa individual, ca sursă unică de producere a energiei termice în clădire sau, așa cum se întâmplă de cele mai multe ori, asociată și cu alte surse de producere a energiei termice/frigului (cum ar fi cazane, mașini frigorifice cu absorbție sau compresie mecanică).

Spre deosebire de sistemele de încălzire centralizată în care căldura și energia electrică sunt produse la nivelul instalațiilor centrale și apoi transmise printr-un ansamblu de rețele la consumatorii situați la distanțe mai mici sau mai mari față de sursă, o unitate de cogenerare integrată în clădire produce căldură utilă care va fi utilizată local, chiar în interiorul clădirii.

Energia electrică produsă de unitatea de cogenerare integrată poate fi la rândul ei utilizată integral în clădire, sau poate fi și exportată în rețeaua de distribuție a energiei electrice (în SEN- sistemele naționale de distribuție a energiei electrice).

Calculul se bazează pe caracteristici de performanță ale unităților de cogenerare în condițiile de funcționare bazate pe cererea de căldură a consumatorilor. Aceste caracteristici de performanță trebuie să fie în acord cu reglementările europene și cu Regulamentul 305/2011 privind condițiile armonizate pentru comercializarea produselor pentru construcții.

Unitatea de cogenerare poate fi de orice tip (ex. motor termic, pilă de combustie etc.), de cele mai multe ori incluzând o sursă de vârf suplimentară și un rezervor de acumulare a energiei termice. Pentru calcule, sunt necesare datele de intrare, deci sistemul să fi fost testat în ansamblul său și să existe valori ale parametrilor caracteristici, pentru a avea toate informațiile necesare privind performanța energetică.

Primul pas este acela de a se realiza o schemă care definește limitele sistemului și fluxurile energetice. În Figura 4.9. este ilustrat un exemplu de configurare a unui sistem - ansamblu de instalații, utilizând un motor termic.

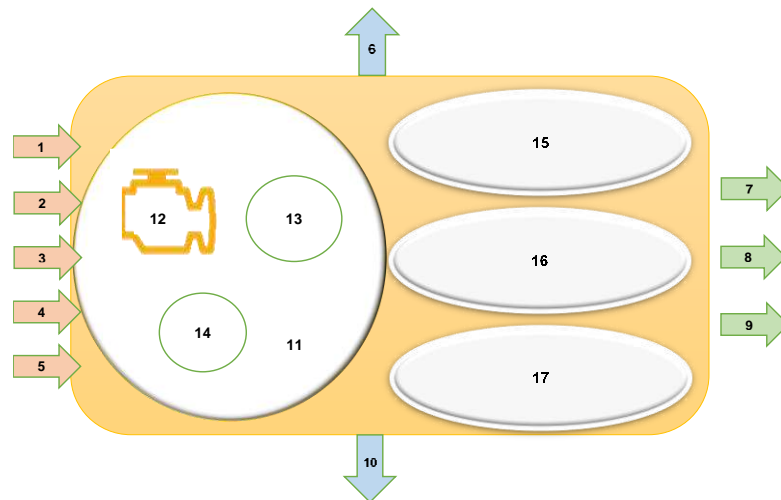


Figura 4.9. Configurația limitelor pentru un sistem cu o unitate de cogenerare de mică putere cu motor cu ardere internă

1-energia primară introdusă prin combustibilul utilizat;2-energie electrică aferentă echipamentelor auxiliare; 3-alimentare cu aer; 4- alimentare cu gaz; 5- sursă de apă rece de consum;6- produse de ardere; 7- agent termic de încălzire;8- energie electrică;9- apă caldă de consum;10- condensat;11- ansamblul echipamentelor unității de cogenerare; 12- motor cu ardere internă;13- generator de energie electrică; 14- sistem de control al producției de energie termică și electrică; 15- sursă de vârf pentru căldură; 16-modulul de reglare (management) a furnizării căldurii; 17- modulul de control/reglare/automatizare a funcționării unității și serviciilor furnizate

4.3.2. Principiul metodelor de calcul

Metodele ce se pot aplica vizează calculul consumului de combustibil, al energiei necesare funcționării echipamentelor auxiliare și calculul pierderilor recuperabile din unitățile de cogenerare ce furnizează energie electrică și energie termică necesară pentru încălzire, preparare a apei calde de consum și eventual răcire. Se pot aplica în principiu 2 metode: metoda profilului anual de încărcare și respectiv metoda „contribuției fracționate”.

Metoda profilului de încărcare anuală

Această metodă presupune trasarea curbelor clasate anuale pentru necesarul de căldură și de energie electrică. În această metodă se presupune ca întreaga căldură produsă în unitatea de cogenerare este consumată.

Metoda „contribuției fracționate”

În această metodă, la fiecare pas de timp de calcul ales se determină producția de energie termică din unitatea de cogenerare. Pentru fiecare putere termică, puterea electrică este calculată prin interpolare liniară între valori de date ale produselor în conformitate cu SR EN 50465. Calculele se pot realiza utilizând valori medii pe perioada unui an, divizând anul în intervale care pot fi ore,

lunare, săptămânale, sau cu alt pas de timp, calculând consumurile aferente, și apoi însumând-le. Această metoda oferă o acuratețe mai bună a rezultatelor obținute, de aceea se va prezenta în continuare mai detaliat.

Performanța unei unități de microcogenerare (randamentul termic, randamentul electric, randamentul global) variază în funcție de sarcina și condițiile de funcționare. În acest sens, în Raportul tehnic SR CEN/TR 15316-6-7 sunt furnizate informații suplimentare și sunt redată și valori implicite ce pot fi utilizate în calcule pentru diverse unități de cogenerare. Energia termică produsă poate fi utilizată pentru diverse servicii (încălzire, producere de apă caldă de consum menajer și eventual pentru răcire, prin intermediul unei mașini frigorifice cu absorbție - MFA). Pentru aceste servicii sunt necesare diverse racorduri la surse de apă, cuplarea cu rezervoare de acumulare etc. care trebuie cunoscute pentru aplicarea metodei de calcul. Componentele conexiunilor electrice nu sunt luate în considerare decât dacă fac parte din unitatea de cogenerare și dacă au fost supuse la încercări/teste împreună.

4.3.2.1. Date de ieșire relevante pentru evidențierea performanței energetice

Pentru cazul surselor de cogenerare, din calculele efectuate se va urmări obținerea următoarelor date relevante pentru performanța energetică (Tabelul 4.1.):

Tabel 4. 1 Date relevante pentru performanța energetică

Descriere	Simbol	Unitatea de măsură
Consumul de energie primară	$E_{gen;in,cr}$	kWh
Producția de căldură utilă	$Q_{CHW;gen;out}$	kWh
Energie electrică (utilă) la ieșire din sistem	$E_{el;gen;out}$	kWh
Pierderi termice recuperabile	$Q_{gen;ls;rbt}$	kWh
Energia aferentă consumului aparatelor /echipamentelor auxiliare	$W_{gen;aux}$	kWh
Tipul de combustibil consumat (combustibil lichid, gaz, biogaz, biomasă etc.)	CGN_FUEL	
Randament electric la sarcina nominală $P_{th;gen;out}$	$\eta_{el;cg}$	-
Randament termic la sarcina nominală $P_{th;gen;out}$	$\eta_{th;cg}$	-
Timp echivalent de funcționare la sarcina nominală	t_{cg}	h
Factor de consum energetic	ϵ_{cg}	-
Indicele de cogenerare (raportul între energie electrică și termică)	σ_{cg}	-

4.3.2.2. Date de intrare

Datele de intrare necesare se referă atât la identificarea calitativă a echipamentelor (tipului acestora) dar și din punct de vedere cantitativ (valori ale parametrilor de interes necesari în

calcule). Datele utilizate în calcule respectiv cele furnizate de producători trebuie să fie declarate conform SR EN 50465 sau a SR ISO 3046-1. Datele de intrare solicitate pentru unitățile de cogenerare sunt redată în ANEXA A din SR EN 15316-4-4. Atunci când nu se cunosc aceste valori, unele date de bază pot fi introduse cu valori implicite furnizate în Anexa B aferentă SR EN 15316-4-4 și ANEXA C din SR CEN/TR 15316-6-7. În figura următoare este redat un exemplu de date de produs, declarate conform SR EN 50465, care descriu performanțele unităților de cogenerare la diverse sarcini de funcționare.

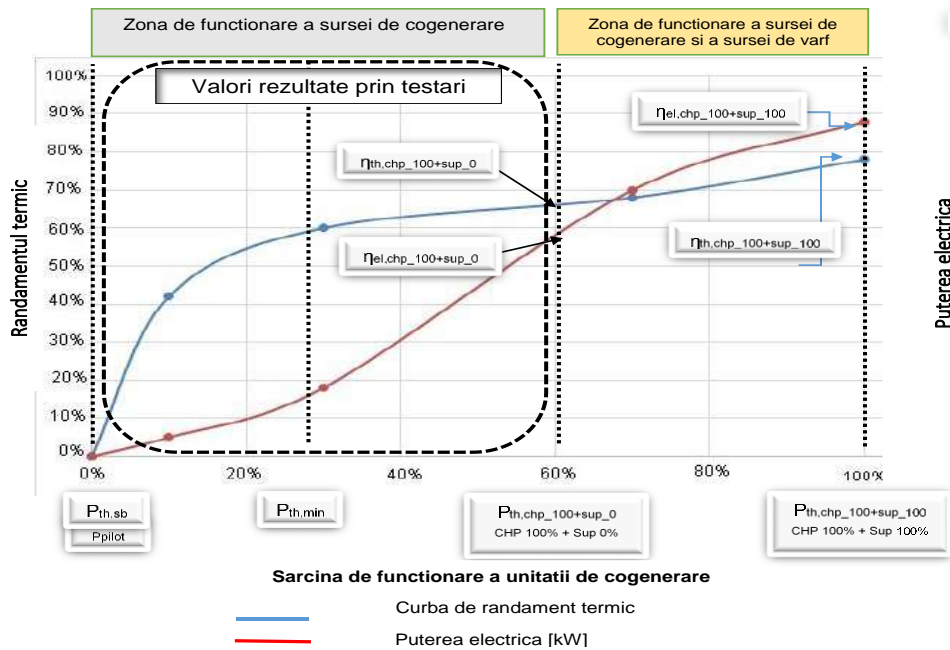


Figura 4.10. Exemplu de curbe sarcină-performanță pentru randamentul termic și electric pentru date de produs conform SR EN 50465

Date caracteristice și de identificare a echipamentelor

Descrierea produselor (identificare calitativa)

Datele necesare pentru identificarea calitativă a produselor pentru această metodă de calcul sunt prezentate în SR EN 15316-4-4 Tabelul B.1.din ANEXA B.

Datele tehnice ale echipamentelor (din punct de vedere cantitativ)

Evaluarea performanței energetice a unităților de cogenerare este bazată pe testările de (echipamente) în conformitate cu SR EN 50465. În cazul în care se utilizează unități ce conțin pile de combustibil, trebuie acordată o atenție specială deoarece acestea impun condiții de funcționare și constrângeri speciale. Datele tehnice ale produselor necesare pentru această metodă de calcul sunt prezentate în Tabelul 4.2.

Tabel 4.2 Date tehnice de intrare necesare pentru aplicarea metodei
(sursa: SR EN 15316-4-4:2017)

Caracteristici	Simbol	Unitate de măsură din catalog	Unitate de măsură de calcul	Interval de valori valide
Producție de căldură utilă la funcționarea la sarcină maximă a surselor, atât de cogenerare (CHP) cât și a sursei de vârf (Sup) CHP 100 % + Sup 100 %	$P_{th;chp_{100+sup_{100}}$	kW	kW	[0:70]
Putere electrică utilă (la ieșire) la CHP 100 % + Sup 100 %	$P_{el;out;chp_{100+sup_{100}}$	kW	kW	[0:50]
Puterea aferentă aparatelor auxiliare la CHP 100 % + Sup 100 %	$P_{aux;chp_{100+sup_{100}}$	kW	kW	[0:20]
Randament global la CHP 100 % + Sup 100 %	$\eta_{chp_{100+sup_{100}}$	-	-	[0:1,2]
Randament termic la CHP 100 % + Sup 100 %	$\eta_{th;chp_{100+sup_{100}}$	-	-	[0:1]
Randament electric la CHP 100 % + Sup 100 %	$\eta_{el;chp_{100+sup_{100}}$	-	-	[0:0,5]
Producție de căldură utilă la funcționarea la sarcină maximă a sursei de cogenerare fără sursa de vârf (Sup) CHP 100 % + Sup 0 %	$P_{th;chp_{100+sup_{0}}$	kW	kW	[0:70]
Putere electrică nominală la ieșire la CHP 100 % + Sup 0 %	$P_{el;out;chp_{100+sup_{0}}$	kW	kW	[0:50]
Puterea aparatelor auxiliare la CHP 100 % + Sup 0 %	$P_{aux;chp_{100+sup_{0}}$	kW	kW	[0:20]
Randamentul global la CHP 100 % + Sup 0 %	$\eta_{chp_{100+sup_{0}}$	-	-	[0:1,2]
Randament termic la CHP 100 % + Sup 0 %	$\eta_{th;chp_{100+sup_{0}}$	-	-	[0:1]
Randament electric la CHP 100 % + Sup 0 %	$\eta_{el;chp_{100+sup_{0}}$	-	-	[0:0,5]
Putere termică minimă reglată constant	$P_{th;min}$	kW	kW	[0:50]
Pierderi termice în regim stabilizat	$P_{ls;sb}$	kW	kW	[0:20]
Putere termică la ieșire în mod în așteptare” (stand-by)	$P_{el;out;sb}$	kW	kW	[0:20]

Caracteristici	Simbol	Unitate de măsură din catalog	Unitate de măsură de calcul	Interval de valori valide
Puterea aparatelor/echipamentelor auxiliare în mod „în așteptare” (stand-by)	$P_{aux;sb}$	kW	kW	[0:20]
Puterea permanentă a arzătorului ce inițiază aprinderea	P_{pilot}	kW	kW	[0:20]

Acest tabel este reprodus cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Se pot utiliza valori implicite care sunt furnizate în Anexa A Tabel B2. din SR EN 15316-4-4.

Datele de configurare a sistemului și proceselor

Datele necesare pentru configurarea sistemului se referă la amplasamentul unității de cogenerare (în spațiu încălzit/neîncălzit), racordurile hidraulice pe care le are unitatea (de exemplu existența rezervoarelor de acumulare etc.) precum și modul de reglare a funcționării sistemului.

Unitățile de cogenerare funcționează la puteri reglabile cuprinse între valori minime și maxime și funcționează în general în funcție de cererea de căldură. Pot fi aplicate și alte criterii de reglare și care pot influența performanța echipamentului de mCHP .

Date privind condițiile de funcționare

Datele condițiilor de funcționare necesare pentru această metodă de calcul sunt prezentate în tabelul următor.

Tabel 4.3 Condiții de funcționare (sursa SR EN 15316-4-4:2017)

Nume	Simbol	Unitate de măsură	Plajă de valori
Energia termică (la ieșire) transmisă spre subsistemul sau subsistemele de distribuție de a căldurii	$Q_{CHW;dis;in}$	kWh	0...∞
Pasul de timp	t	h, m	1...8 760
Durata modului „în așteptare” (stand-by)	t_{sb}	h	1...8 760

Aceast tabel a fost reprodus cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Standardele SR EN 50465 și SR ISO 3046-1 oferă date:

- la încărcare de 0% (regim „în așteptare” – stand-by);
- la funcționarea CHP 100% și Sup 0% (energia termică și electrică produse de sursa de bază, în cogenerare, fără funcționarea sursei de vârf);

- la CHP 100% și Sup 100% (energia termică și electrică produse de sursa de bază, în cogenerare, dar și energia termică produsă de sursele de vârf, la capacitățile lor nominale).

La funcționare între aceste puncte se face o interpolare liniară, pentru a estima puterea electrică, puterea aferentă echipamentelor auxiliare și pierderile termice pentru fiecare punct, între sarcinile de la 0% la 100%.

4.3.2.3. Pasul de timp

Pasul de timp recomandat, care oferă acuratețea cea mai bună, este pasul de timp orar; dar se poate utiliza și un pas de timp anual sau lunar.

4.3.2.4. Procedura de calcul

Producția de energie termică a unității de cogenerare se calculează la fiecare pas de timp de calcul. Corespunzător acesteia, prin interpolare liniară ale datelor produselor, se determină puterea electrică (un exemplu este dat în figura 4.11).

Puterea termică reală se calculează ca fiind:

$$P_{th,gen,out} = \min(P_{th,chp_100+sup_100} ; (Q_{CHW,gen,out}/t)) \quad [kW] \quad (4.103)$$

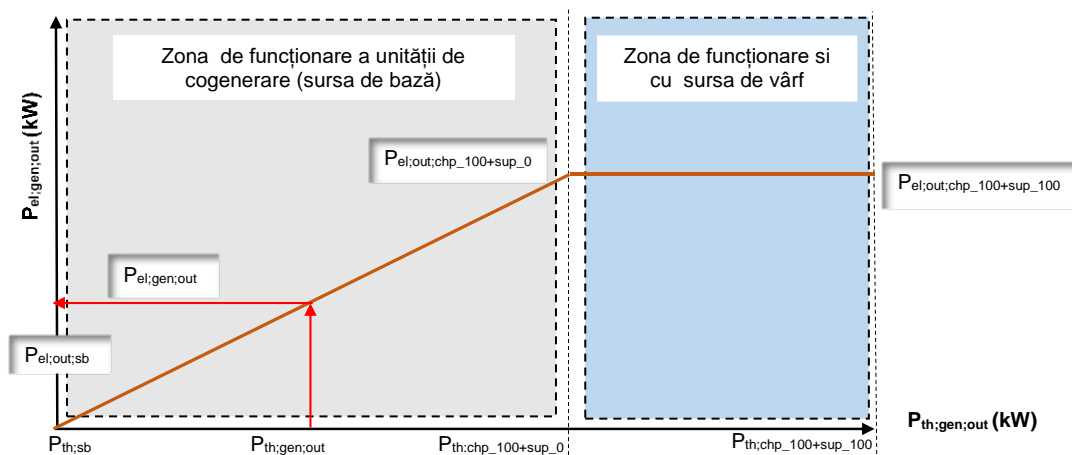


Figura 4.11. Mod de determinare a puterii electrice

$P_{th,sub}$ corespunde modului de funcționare „în așteptare” (stand-by).

Puterea electrică în această condiție de funcționare, $P_{el,out,sub}$, este egală cu 0. Pentru alte poziții ale punctului de funcționare, din interpolare rezultă:

— Pentru $P_{th,sub} < P_{th,gen,out} < P_{th,chp_100+sup_0}$

$$P_{el,gen,out} = P_{el,out,sub} + (P_{el,out,chp_100+sup_0} - P_{el,out,sub}) * ((P_{th,gen,out} - P_{th,sub}) / (P_{th,chp_100+sup_0} - P_{th,sub})) \quad (4.104)$$

— Pentru $P_{th,chp_100+sup_0} < P_{th,gen,out} < P_{th,chp_100+sup_100}$

$$P_{el;gen,out} = P_{el;out;chp_100+sup_0} + (P_{el;out;chp_100+sup_100} - P_{el;out;chp_100+sup_0}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})) \quad (4.105)$$

Prin multiplicarea puterii rezultate cu timpul, rezultă energia electrică furnizată de sistem:

$$E_{el;gen,out} = P_{el;gen,out} t \quad (4.106)$$

Puterea aferentă echipamentelor auxiliare: trebuie calculată la fiecare pas de timp, inclusiv în modul de funcționare „în așteptare” (stand-by). Pentru fiecare putere termică, puterea echipamentelor auxiliare este calculată prin interpolare liniară (figura 4.12). Astfel:

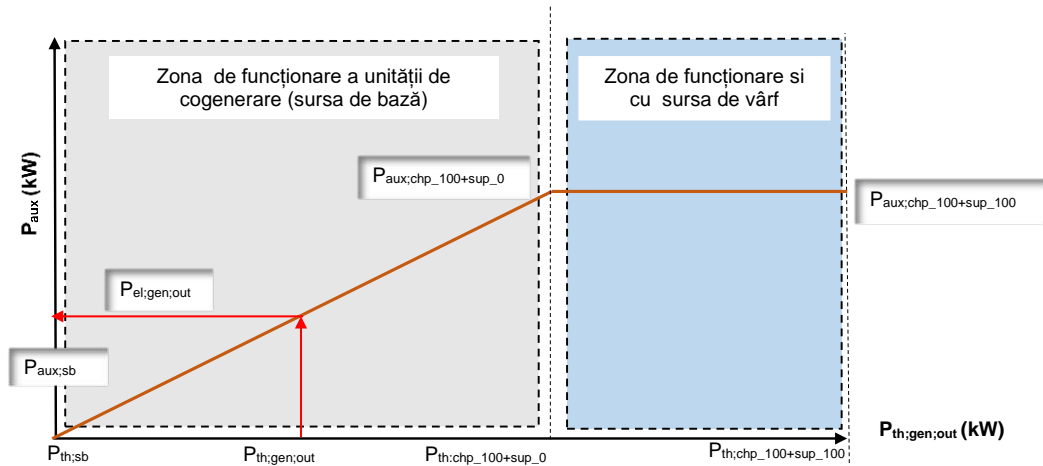


Figura 4.12. Mod de determinare a puterii aferente echipamentelor auxiliare

— pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_0}$

$$P_{aux} = P_{aux;sb} + (P_{aux;chp_100+sup_0} - P_{aux;sb}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb})) \quad (4.107)$$

— pentru $P_{th;chp_100+sup_0} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_100}$

$$P_{aux} = P_{aux;chp_100+sup_0} + (P_{aux;chp_100+sup_100} - P_{aux;chp_100+sup_0}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})) \quad (4.108)$$

Energia aferentă echipamentelor auxiliare pentru pasul de timp este calculată cu relația :

$$W_{gen;aux} = P_{aux} t \quad (4.109)$$

P_{aux} nu poate fi determinată la fiecare pas de timp dacă este măsurată și cunoscută doar producția de energie electrică netă (adică producția de energie electrică totală minus consumul de energie al echipamentelor auxiliare). Prin multiplicarea puterii rezultate cu timpul, energia aparatelor auxiliare care trebuie luată în considerare corespunde celei din modul în așteptare” (standby), cu durata t_{sb} .

$$W_{gen;aux} = P_{aux;sb} * t_{sb} \quad (4.110)$$

Această valoare este prevăzută în SR EN 15316-1.

Pierderile termice:

Puterea aferentă pierderilor termice la sursă $P_{gen;ls;sb}$, este suma pierderilor termice în regim stabilizat (permanent) P_{pilot} și în modul în așteptare (stand-by), $P_{th;sb}$.

$$P_{gen;ls;sb} = P_{ls;sb} + P_{pilot} \tag{4.111}$$

Pierderile termice la sursă sunt evidențiate prin randamentele termice :

$$P_{gen;in;chp_100+sup_0} = P_{th;chp_100+sup_0} / \eta_{th;chp_100+sup_0} \tag{4.112}$$

$$P_{gen;in;chp_100+sup_100} = P_{th;chp_100+sup_100} / \eta_{th;chp_100+sup_100} \tag{4.113}$$

Pierderile termice la CHP_100 % + Sup_0 % și CHP_100 % + Sup_100 % sunt calculate pe baza randamentului termic corespunzător acestor puncte de încercare/testare.

$$P_{gen;ls;chp_100+sup_0} = (1 - \eta_{th;chp_100+sup_0} - \eta_{el;chp_100+sup_0}) * P_{gen;in;chp_100+sup_0} \tag{4.114}$$

$$P_{gen;ls;chp_100+sup_100} = (1 - \eta_{th;chp_100+sup_100} - \eta_{el;chp_100+sup_100}) * P_{gen;in;chp_100+sup_100} \tag{4.115}$$

La fiecare pas de timp, se determină energia termică produsă de unitatea de cogenerare. Pentru fiecare putere termică pierderile termice sunt determinate prin interpolare lineară între valorile datelor produselor (figura 4.13). Astfel:

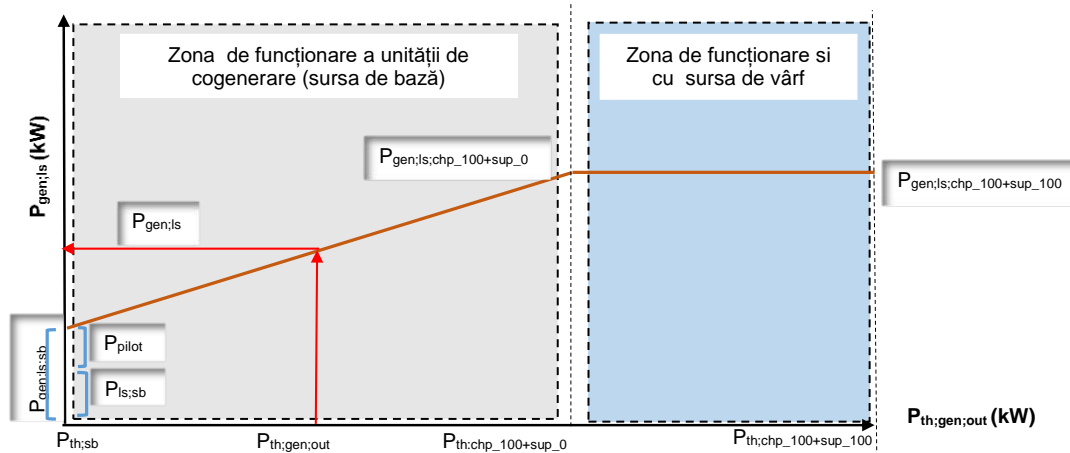


Figura 4.13. Mod de determinare a pierderilor termice

- Pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_0}$

$$P_{gen;ls} = P_{gen;ls;sb} + (P_{gen;ls;chp_100+sup_0} - P_{gen;ls;sb}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb})) \tag{4.116}$$

- Pentru $P_{th;chp_100+sup_0} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_100}$

$$P_{gen;ls} = P_{gen;ls;chp_100+sup_0} + (P_{gen;ls;chp_100+sup_100} - P_{gen;ls;chp_100+sup_0}) * [(P_{th;gen,out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})] \tag{4.117}$$

Pierderile termice pentru pasul de timp considerat sunt calculate cu relația :

$$Q_{gen;ls} = P_{gen;ls} * t \quad (4.118)$$

Pierderile termice recuperabile

Din toate pierderile termice, doar pierderile în regim stabilizat pot fi recuperate în funcție de amplasarea unității de mCHP.

Daca aparatul se găsește într-un spațiu încălzit atunci :

$$Q_{gen;ls;rbl;CHW} = P_{ls;sb} * t \quad (4.119)$$

Daca aparatul nu este amplasat în spațiu încălzit atunci :

$$Q_{gen;ls;rbl;CHW} = 0 \quad (4.120)$$

În general unitățile de cogenerare nu sunt testate cu rezervor de acumulare, de aceea nu există date privind randamentele unui sistem de cogenerare care să aibă rezervor de acumulare.

Deoarece nici SR EN 50465, nici SR ISO 3046-1 nu furnizează informații suplimentare, în cazul existenței unui rezervor de acumulare, pierderile aferente stocării trebuie să fie calculate separat.

4.3.3. Calculul energiei primare în cazul unităților de cogenerare

Deoarece în calculul performanței energetice interesează consumul de energie primară acesta se calculează astfel:

- Puterea termică introdusă prin combustibilul utilizat în unitatea de mCHP

$$P_{gen;in} = P_{th;gen;out} + P_{el;gen;out} + P_{gen;ls} \quad (4.121)$$

- Energia la intrare, introdusă prin combustibilul utilizat în unitatea de mCHP :

$$E_{gen;in} = P_{gen;in} * t \quad (4.122)$$

Această valoare este prevăzută în SR EN 15316-1 și trebuie să fie corelată cu tipurile de combustibil folosit de unitățile de mCHP :

Dacă se utilizează biocombustibil lichid $E_{gen;in,bf} = E_{gen;in}$ (4.123)

Dacă se utilizează biogaz $E_{gen;in,bg} = E_{gen;in}$ (4.124)

Dacă se utilizează biomasa $E_{gen;in,bm} = E_{gen;in}$ (4.125)

Dacă se utilizează gaz natural $E_{gen;in,ng} = E_{gen;in}$ (4.126)

Dacă se utilizează ulei $E_{gen;in,oi} = E_{gen;in}$ (4.127)

Randamentele proceselor

La finalul calculelor se evidențiază următoarele valori:

— Randament electric : $\eta_{el;cgn}$ corespunzător $P_{th;gen;out}$

$$\eta_{el;cgn} = (P_{el;gen;out}) * t / E_{gen;in} \quad (4.128)$$

— Randament termic : $\eta_{th;cgn}$ corespunzător $P_{th;gen;out}$

$$\eta_{th;cgn} = P_{th;gen;out} * t / E_{gen;in} \quad (4.129)$$

— Timpul echivalent de funcționare la sarcină nominală : t_{cgn}

$$t_{cgn} = \min (1; (Q_{CHW;gen;out} / (P_{th;chp_100+sup_100} * t))) * t \quad (4.130)$$

— Factorul de consum energetic : ε_{cgn}

$$\varepsilon_{cgn} = E_{gen;in} / (Q_{CHW;gen;out} + E_{el;gen;out}) \quad (4.131)$$

— Raportul între energia electrică și cea termică : σ_{cgn}

$$\sigma_{cgn} = (E_{el;gen;out} - W_{gen;aux}) / Q_{CHW;gen;out} \quad (4.132)$$

În ANEXA 4.3.A este redată informativ schema de calcul pentru sistemele cu unități de cogenerare. În ANEXA 4.3.B este redat un exemplu de calcul în cazul utilizării unităților de cogenerare. În ANEXA 4.3.C este redat randamentul orientativ pentru diferite tehnologii de cogenerare integrate în clădiri (bazate pe puterea calorică inferioară a combustibilului).

ANEXA 4.3.A – SCHEMA DE CALCUL PENTRU UTILIZAREA UNITĂȚILOR DE COGENERARE (sursa SR CEN TR 15316-6-7)

$P_{th;gen;out} = \min (P_{th;chp_{100+sup_{100}} ; (Q_{CHW;gen;out} / t))$	1
Pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen;out} < P_{th;chp_{100+sup_0}}$ $P_{el;gen;out} = P_{el;out;sb} + (P_{el;out;chp_{100+sup_0}} - P_{el;out;sb}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_{100+sup_0}} - P_{th;sb}))$	2
Pentru $P_{th;chp_{100+sup_0}} < P_{th;gen;out} < P_{th;chp_{100+sup_{100}}}$ $P_{el;gen;out} = P_{el;out;chp_{100+sup_0}} + (P_{el;out;chp_{100+sup_{100}}} - P_{el;out;chp_{100+sup_0}}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;chp_{100+sup_0}}) / (P_{th;chp_{100+sup_{100}}} - P_{th;chp_{100+sup_0}}))$	3
$E_{el;gen;out} = P_{el;gen;out} * t$	4
Pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen;out} < P_{th;chp_{100+sup_0}}$ $P_{aux} = P_{aux;sb} + (P_{aux;chp_{100+sup_0}} - P_{aux;sb}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_{100+sup_0}} - P_{th;sb}))$	5
Pentru $P_{th;chp_{100+sup_0}} < P_{th;gen;out} < P_{th;chp_{100+sup_{100}}}$ $P_{aux} = P_{aux;chp_{100+sup_0}} + (P_{aux;chp_{100+sup_{100}}} - P_{aux;chp_{100+sup_0}}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;chp_{100+sup_0}}) / (P_{th;chp_{100+sup_{100}}} - P_{th;chp_{100+sup_0}}))$	6
$W_{gen;aux} = P_{aux} * t$	7
$P_{gen;ls;sb} = P_{ls;sb} + P_{pilot}$	8
$P_{gen;in;chp_{100+sup_0}} = P_{th;chp_{100+sup_0}} / \eta_{th;chp_{100+sup_0}}$	9
$P_{gen;in;chp_{100+sup_{100}}} = P_{th;chp_{100+sup_{100}}} / \eta_{th;chp_{100+sup_{100}}}$	10
$P_{gen;ls;chp_{100+sup_0}} = (1 - \eta_{th;chp_{100+sup_0}} - \eta_{el;chp_{100+sup_0}}) * P_{gen;in;chp_{100+sup_0}}$	11
$P_{gen;ls;chp_{100+sup_{100}}} = (1 - \eta_{th;chp_{100+sup_{100}}} - \eta_{el;chp_{100+sup_{100}}}) * P_{gen;in;chp_{100+sup_{100}}}$	12
Pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen;out} < P_{th;chp_{100+sup_0}}$ $P_{gen;ls} = P_{gen;ls;sb} + (P_{gen;ls;chp_{100+sup_0}} - P_{gen;ls;sb}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_{100+sup_0}} - P_{th;sb}))$	13
Pentru $P_{th;chp_{100+sup_0}} < P_{th;gen;out} < P_{th;chp_{100+sup_{100}}}$ $P_{gen;ls} = P_{gen;ls;chp_{100+sup_0}} + (P_{gen;ls;chp_{100+sup_{100}}} - P_{gen;ls;chp_{100+sup_0}}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;chp_{100+sup_0}}) / (P_{th;chp_{100+sup_{100}}} - P_{th;chp_{100+sup_0}}))$	14
$Q_{gen;ls} = P_{gen;ls} * t$	15
Daca $CGN_LOC = INT$ $Q_{gen;ls;rbl;CHW} = P_{ls;sb} * t$	16
Daca $CGN_LOC <> INT$ $Q_{gen;ls;rbl;CHW} = 0$	17
$P_{gen;in} = P_{th;gen;out} + P_{el;gen;out} + P_{gen;ls}$	18
$E_{gen;in} = P_{gen;in} * t$	19
Daca $CGN_COMBUSTIBIL = BF$ $E_{gen;in;bf} = E_{gen;in}$	20
Daca $CGN_COMBUSTIBIL = BG$ $E_{gen;in;bg} = E_{gen;in}$	21
Daca $CGN_COMBUSTIBIL = BM$ $E_{gen;in;bm} = E_{gen;in}$	22
Daca $CGN_COMBUSTIBIL = NG$ $E_{gen;in;ng} = E_{gen;in}$	23
Daca $CGN_COMBUSTIBIL = OI$ $E_{gen;in;oi} = E_{gen;in}$	24
$\eta_{el;cgn} = (P_{el;gen;out} - P_{aux}) * t / E_{gen;in}$	25
$\eta_{th;cgn} = P_{th;gen;out} * t / E_{gen;in}$	26
$t_{cgn} = \min (1; (Q_{CHW;gen;out} / (P_{th;chp_{100+sup_{100}}} * t)))$	27
$\epsilon_{cgn} = E_{gen;in} / (Q_{CHW;gen;out} + E_{el;gen;out} - W_{gen;aux})$	28
$\sigma_{cgn} = (E_{el;gen;out} - W_{gen;aux}) / E_{gen;in}$	29

Aceast tabel este reprodus cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

ANEXA 4.3.B Exemplu de calcul pentru cazul aplicării unui sistem cu unitate de cogenerare
Tabelul B.1 — Date de intrare (Sursa SR CEN TR 15316-6-7)

	Valoare măsurată	Valoare implicită	
CGN_TYPE		FC	
CN_FUEL		BF	
CN_LOC		INT	
$\eta_{th;chp_100+sup_100}$	0,58	0,35	-
$\eta_{el;chp_100+sup_100}$	0,14	0,25	-
$\eta_{th;chp_100+sup_0}$	0,78	0,70	-
$\eta_{el;chp_100+sup_0}$	0,20	0,50	-
$P_{Is;sb}$	0,70	0,70	kW
P_{pilot}	0,00	0,00	kW
$P_{th;sb}$		0,00	kW
t_{ci}	1		h
$P_{th;chp_100+sup_100}$	70		kW
$P_{el;out;chp_100+sup_100}$	10		kW
$P_{aux;chp_100+sup_100}$	2		kW
$P_{th;chp_100+sup_0}$	50		kW
$P_{el;out;chp_100+sup_0}$	10		kW
$P_{aux;chp_100+sup_0}$	1		kW
$Q_{CHW;gen;out}$	60		kWh
$P_{el;out;sb}$	0		kW
$P_{aux;sb}$	0,2		kW

Aceast tabel este reprodus cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

Tabelul B.2 — Exemplu de calcul

$P_{th;gen;out} = \min(P_{th;chp_100+sup_100} ; (Q_{CHW;gen;out} / t))$	1	$P_{th;gen;out}$	60	kW
<u>Pentru</u> $P_{th;sb} \leq P_{th;gen;out} \leq P_{th;chp_100+sup_0}$ $P_{el;gen;out} = P_{el;out;sb} + (P_{el;out;chp_100+sup_0} - P_{el;out;sb}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb}))$	2	$P_{el;gen;out}$		kW
<u>Pentru</u> $P_{th;chp_100+sup_0} \leq P_{th;gen;out} \leq P_{th;chp_100+sup_100}$ $P_{el;gen;out} = P_{el;out;chp_100+sup_0} + (P_{el;out;chp_100+sup_100} - P_{el;out;chp_100+sup_0}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;chp_100+sup_0}) /$	3	$P_{el;gen;out}$	10,000	kW

$(P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})$				
$E_{el;gen;out} = P_{el;gen;out} * t$	4	$E_{el;gen;out}$	10,000	kWh
<u>Pentru</u> $P_{th;sb} \leq P_{th;gen;out} \leq P_{th;chp_100+sup_0}$ $P_{aux} = P_{aux;sb} + (P_{aux;chp_100+sup_0} - P_{aux;sb}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb}))$	5	P_{aux}		kW
<u>Pentru</u> $P_{th;chp_100+sup_0} \leq P_{th;gen;out} \leq P_{th;chp_100+sup_100}$ $P_{aux} = P_{aux;chp_100+sup_0} + (P_{aux;chp_100+sup_100} - P_{aux;chp_100+sup_0}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0}))$	6	P_{aux}	1,500	kW
$W_{gen;aux} = P_{aux} * t$	7	$W_{gen;aux}$	1,500	kWh
$P_{gen;ls;sb} = P_{ls;sb} + P_{pilot}$	8	$P_{gen;ls;sb}$	0,70	kW
$P_{gen;in;chp_100+sup_0} = P_{th;chp_100+sup_0} / \eta_{th;chp_100+sup_0}$	9	$P_{gen;in;chp_100+sup_0}$	64,103	kW
$P_{gen;in;chp_100+sup_100} = P_{th;chp_100+sup_100} / \eta_{th;chp_100+sup_100}$	10	$P_{gen;in;chp_100+sup_100}$	120,690	kW
$P_{gen;ls;chp_100+sup_0} = (1 - \eta_{th;chp_100+sup_0} - \eta_{el;chp_100+sup_0}) * P_{gen;in;chp_100+sup_0}$	11	$P_{gen;ls;chp_100+sup_0}$	1,282	kW
$P_{gen;ls;chp_100+sup_100} = (1 - \eta_{th;chp_100+sup_100} - \eta_{el;chp_100+sup_100}) * P_{gen;in;chp_100+sup_100}$	12	$P_{gen;ls;chp_100+sup_100}$	33,431	kW
<u>Pentru</u> $P_{th;sb} \leq P_{th;gen;out} \leq P_{th;chp_100+sup_0}$ $P_{gen;ls} = P_{gen;ls;sb} + (P_{gen;ls;chp_100+sup_0} - P_{gen;ls;sb}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb}))$	13	$P_{gen;ls}$		kW
<u>Pentru</u> $P_{th;chp_100+sup_0} \leq P_{th;gen;out} \leq P_{th;chp_100+sup_100}$				
$P_{gen;ls} = P_{gen;ls;chp_100+sup_0} + (P_{gen;ls;chp_100+sup_100} - P_{gen;ls;chp_100+sup_0}) * [(P_{th;gen;out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})]$	14	$P_{gen;ls}$	17,357	kW
$Q_{gen;ls} = P_{gen;ls} * t$	15	$Q_{gen;ls}$	17,357	kWh
Dacă CGN_LOC = INT $Q_{gen;ls;rbl;CHW} = P_{ls;sb} * t$	16	$Q_{gen;ls;rbl;CHW}$	0,700	kWh
Dacă CGN_LOC < > INT $Q_{gen;ls;rbl;CHW} = 0$	17	$Q_{gen;ls;rbl;CHW}$		
$P_{gen;in} = P_{th;gen;out} + P_{el;gen;out} + P_{gen;ls}$	18	$P_{gen;in}$	87,357	kW
$E_{gen;in} = P_{gen;in} * t$	19	$E_{gen;in}$	87,357	kWh
Dacă CGN_FUEL = BF $E_{gen,in,bf} = E_{gen,in}$	20	$E_{gen,in,bf} =$	87,357	kWh

Dacă CGN_FUEL = BG $E_{gen,in,bg} = E_{gen,in}$	21	$E_{gen,in,bg} =$	0,000	kWh
Dacă CGN_FUEL = BM $E_{gen,in,bm} = E_{gen,in}$	22	$E_{gen,in,bm} =$	0,000	kWh
Dacă CGN_FUEL = NG $E_{gen,in,ng} = E_{gen,in}$	23	$E_{gen,in,ng} =$	0,000	kWh
Dacă CGN_FUEL = OI $E_{gen,in,oi} = E_{gen,in}$	24	$E_{gen,in,oi} =$	0,000	kWh
$\eta_{el,cgn} = (P_{el,gen,out}) * t / E_{gen,in}$	25	$\eta_{el,cgn}$	0,114	-
$\eta_{th,cgn} = P_{th,gen,out} * t / E_{gen,in}$	26	$\eta_{th,cgn}$	0,687	-
$t_{cgn} = \min (1 ; (Q_{CHW,gen,out} / (P_{th,chp,100+sup,100} * t)))$	27	t_{cgn}	0,857	-
$\epsilon_{cgn} = E_{gen,in} / (Q_{CHW,gen,out} + E_{el,gen,out} - W_{gen,aux})$	28	ϵ_{cgn}	1,275	-
$\sigma_{cgn} = (E_{el,gen,out} - W_{gen,aux}) / E_{gen,in}$	29	σ_{cgn}	0,097	-

ANEXA 4.3.C Exemplu de date pentru instalațiile de cogenerare

Randamentele orientative și datele aferente pentru instalațiile de cogenerare integrate în clădiri sunt prezentate în tabelul C.1.

Tabelul C1. Randamentul orientativ pentru diferite tehnologii ale instalațiilor de cogenerare integrate în clădiri (bazate pe valoarea calorică inferioară a combustibilului)⁽¹⁾ (Sursa: SR CEN TR 15316-6-7)

	Unitate de măsură	Motor cu ardere internă (gaz)	Motor cu ardere internă (diesel)	Microturbină	Motor Stirling	Pilă de combustie
P putere termică nominală (100 % CHP + 100 % Sup)	kW					
P putere termică nominală (100 % CHP + 0 % Sup)	kW					
P _{th,min} putere termică reglată constantă	kW					
η randament termic (100 % CHP + 100 % Sup)	-	0.45 - 0.61	0.50 - 0.60	0.52 - 0.66	0.61 - 0.95	0.35 - 0.70
η randament electric (100 % CHP + 100 % Sup)	-	0.21 - 0.38	0.30 - 0.40	0.13 - 0.32	0.10 - 0.25	0.25 - 0.50
η randament global (100 % CHP + 100 % Sup)	-	0.73 - 0.95	0.78 - 0.95	0.70 - 0.90	0.83 - 1.05	0.75 - 0.95
η randament termic (100 % CHP + 0 % Sup)	-					

⁽¹⁾ Cifre preliminare, deoarece majoritatea sistemelor de cogenerare care utilizează tehnologia motorului Stirling și cea a sistemelor cu pile de combustie se află încă în stadiul de dezvoltare sau demonstrative.

η randament electric (100 % CHP + 0 % Sup)	-					
η overall efficiency (100 % CHP + 0 % Sup)	-					
$P_{el,max}$ energie electrică auxiliară (100 % CHP + 100 % Sup)	kW					
$P_{el,min}$ energie electrică auxiliară (100 % CHP + 0 % Sup)	kW					
P_{sb} energie electrică auxiliară (modul în așteptare)	kW					
P_{thsb} pierderi termice în modul în așteptare	kW					
P_{pilot} puterea permanentă a arzătorului de aprindere	kW [Hs]					

Aceasta reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

4.4. Sisteme urbane pentru încălzire/răcire

4.4.1. Obiective și domeniu de aplicare

În acest capitol se determină indicatorii energetici ai sistemelor energetice de tip centralizat. Sistemele energetice centralizate pot fi încălzirea centralizată, răcirea centralizată sau alt serviciu care implică agenți termici produși și distribuiți centralizat.

Nota: În Directiva 2012/27/EU articol 2 Nr. (41) se definește prin "încălzire și răcire centralizată, eficientă" *"un sistem centralizat de încălzire sau răcire care utilizează cel puțin 50% energie regenerabilă, 50% căldură reziduală, 75% energia termică produsă în cogenerare sau 50% dintr-o combinație de acest fel"*.

4.4.2. Principiul metodei de calcul

Sistemul energetic centralizat este considerat ca o „cutie neagră” (figura 4.14) pentru care indicatorii de performanță energetică sunt determinați și exprimați prin raportul dintre energia introdusă în sistem și energia furnizată de acesta.

Calculul surselor și a rețelelor de distribuție se poate face considerând un singur sistem, sau acestea pot fi împărțite în subsisteme (figura 4.16). Aceasta situație poate să apară când părți ale

rețelei de transport sunt operate de diferite companii de utilități sau funcționează cu parametri de sistem diferiți. Astfel, acest mod de tratare a problemei va avea ca rezultat subsisteme care consumă energie și respectiv subsisteme care furnizează energie. Energia dintr-un subsistem furnizor se evaluează prin intermediul propriilor indicatori de energie. Pentru subsistemul consumator, aceasta este o sursă externă de energie care este luată în considerare ca energie de intrare, având indicatorii ei energetici specifici. Conform SR EN 15316-4-5 - Tabelul B.7, subdiviziunea sistemelor este permisă numai dacă energia este măsurată la limita sistemului. Această cerință asigură faptul că indicatorii care rezultă urmează fluxurile energetice fizice. Dacă este cazul și există cerințe specifice (de exemplu soluții contractuale diferite), acestea trebuie prezentate printr-un tabel urmând formatul recomandat de SR EN 15316-4-5: 2018-Tabelul A.7.

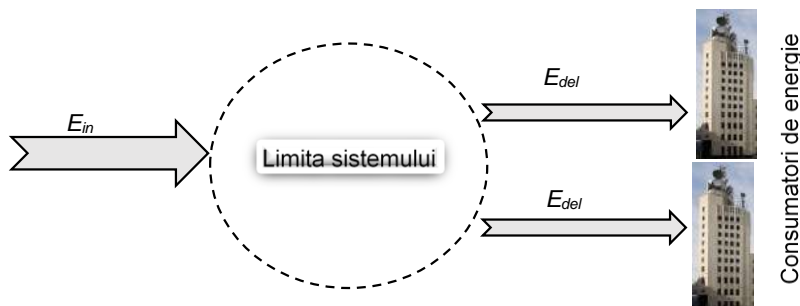


Figura 4.14. Schema bloc tipică pentru un sistem centralizat cu o singură ieșire

E_{in} -energia introdusa în sistem; E_{del} -energia ieșită din sistem (furnizata consumatorilor) ;

Astfel, se pot calcula coeficientul de pondere a sistemului energetic centralizat:

$$f_{we;des} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \cdot f_{we;cr}}{\sum E_{del}} \quad (4.133)$$

unde:

$E_{in;cr}$ conținutul energetic la intrare al agentului energetic cr ;

$f_{we;cr}$ coeficientul de pondere a sistemul de transport al energiei cr (calculat separat);

E_{del} energia furnizată de sistem;

Modulul M1-7 aferente standardelor oferă valori implicite care se pot utiliza în calculele efective.

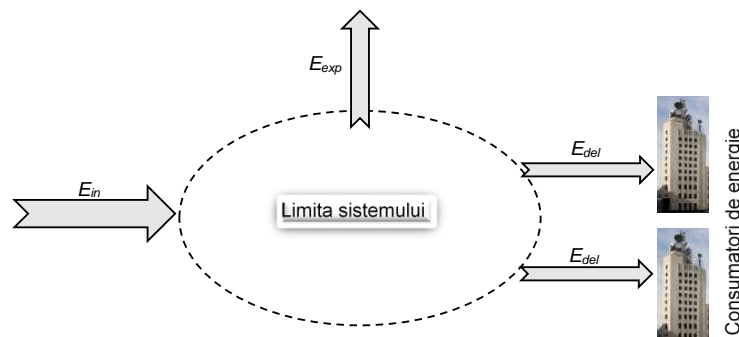


Figura 4.15. Schema bloc tipică pentru un sistem energetic centralizat cu mai multe ieșiri, cu energie exportată

E_{in} -energia introdusă în sistem ; E_{del} -energia ieșită din sistem ; E_{exp} -energia exportată ;

$$f_{we;des} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \cdot f_{we;cr} - E_{exp} \cdot f_{we;exp}}{\sum E_{del}} \quad (4.134)$$

unde

E_{exp} energia exportată către un sistem extern (de exemplu sistemul energetic national -SEN) sau o zonă externă;

$f_{we;exp}$ coeficientul de pondere a energiei exportate (se calculează separat).

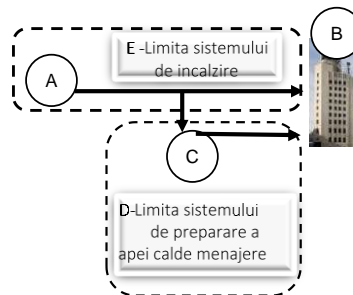


Figura 4.16. Schema bloc tipică pentru un sistem de energie centralizat divizat în subsisteme – exemplu

A- echipament de conversie aferent sistemului de încălzire; B- consumatorul de energie; C- echipament de conversie aferent sistemului de apă caldă menajeră ; D- limita sistemului de preparare a apei calde menajere; E- limita sistemului de încălzire

Dacă nu se pot calcula indicatorii energetici ai sistemului de furnizare, dar sunt cunoscute cel puțin energia primară și tipul de echipament de conversie a energiei, atunci pot fi utilizate valorile implicite din anexa B.3 din SR EN 15316-4-5.

4.4.2.1. Date de ieșire relevante pentru evidențierea performanței energetice

Indicatorii energetici

Rezultatele procedurilor de calcul sunt indicatori care caracterizează un sistem energetic centralizat (Tabelul 4.4). Acești indicatori sunt împărțiți în două categorii, adică pe de o parte reflectă aspectele legate de randament, iar pe de altă parte țin seama și de sursa de preparare a agenților termici. Indicatorii aferenți surselor de energie nu reflectă aspectele legate de eficiența sistemului, ci caracterizează strict sursa de preparare a agenților termici.

Tabel 4.4. Date de ieșire (sursa SR EN 15316-4-5:2018)

Descriere	Simbol	Unitate
factor al energiei primare	$f_{P;des}$	-
factor de emisii	$f_{CO2;des}$	-
Parte din energie regenerabila	RER_{des}	-
Parte din căldura reziduală “deșeu”	WHR_{des}	-
Parte de căldură cogenerată	CHR_{des}	-

Această reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

4.4.2.2. Date de intrare

Marea majoritate a sistemelor analizate sunt deja existente, astfel încât acestea ar trebui evaluate pe baza datelor energetice măsurate. Datorită numeroșilor factori care pot afecta și influența sistemele energetice centralizate, indicatorii pot fluctua în timp.

La determinarea condițiilor de funcționare finală se va ține seama de condițiile de proiectare, de datele tehnice de fabricație ale echipamentelor dar și de evoluțiile previzionate în privința eventualelor modificări ale cererii de căldură, modificări ale numărului de consumatori, orientarea către alte surse și / sau agenți termici.

4.4.2.3. Pasul de timp

În general, pentru schemele existente, calculele se pot realiza pe baza datelor energetice măsurate în ultimii trei ani. Dacă însă configurația sistemului sau tipul de combustibil au fost schimbate în ultimii trei ani, atunci calculul se poate baza și pe datele energetice dintr-un singur an.

Sistemele mari, care deservește sute sau chiar mii de clienți, de regulă nu au posibilitatea de a determina lunar toate datele necesare a fi introduse. Majoritatea indicatorilor energetici vor fi, prin urmare, cei determinați anual.

În unele cazuri speciale sunt necesare și disponibile date de intrare sezoniere sau lunare, de exemplu într-un sistem de trigenerare, în care răcirea este realizată de o mașină frigorifică cu absorbție. Datele de intrare sezoniere sau lunare facilitează determinarea distinctă a unui indicator de performanță pentru răcire și a unui indicator de performanță pentru încălzire.

4.4.2.4. Procedura de calcul

Metoda simplificată

Deoarece fiecare sistem energetic centralizat este unic, nu este posibil să se indice o regulă de calcul specifică pentru fiecare caz, fluid caloportor (agent termic) sau fluid tehnologic.

Principiul de bază descris în SR EN 15316-4-5 articolul 6.1. este general valabil și poate fi aplicat oricărei scheme. Atâta timp cât limitele sistemului sunt clar definite și fluidul caloportor care traversează limita sistemului este cunoscut, principiul de bază conduce la rezultate rezonabile (excepție: sistem de încălzire centrală care include o cantitate importantă de energie electrică provenită din alte surse decât cele de cogenerare).

Dacă se ia ca exemplu un sistem centralizat de încălzire/răcire în care un echipament de cogenerare produce căldură, un chiller produce frig, iar o pompă de căldură produce căldură și frig (figura

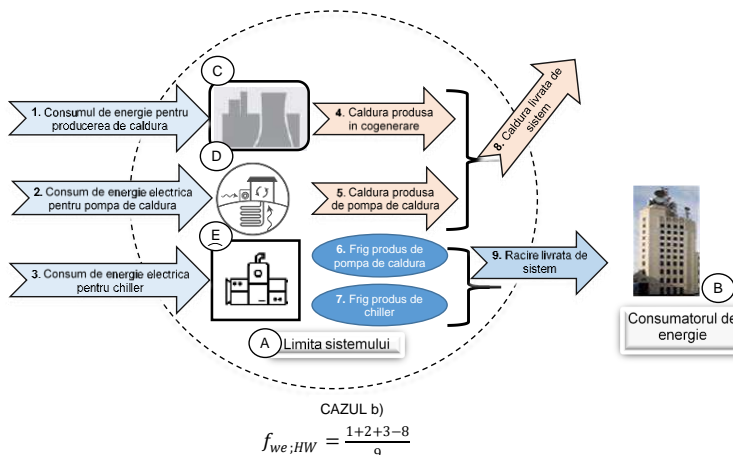
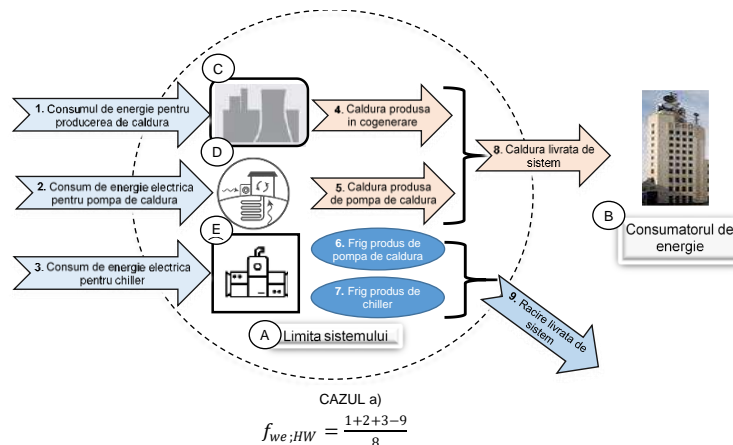
4.17), pentru aplicarea metodei simplificate sunt necesare numai fluxurile de energie care trec limita sistemului (cantitățile 1, 2, 3, 8 și 9).

Abordarea prin metoda simplificată poate fi aplicată în trei moduri diferite astfel:

CAZUL a) căldura este considerată ca fiind produsul principal al sistemului iar factorul său de ponderare este necesar pentru evaluarea clădirilor alimentate. În acest caz, frigul este exportat către un alt sistem sau zonă și este considerat ca un bonus. Factorii de ponderare ai energiei exportate aferenta răcirii pot fi valori implicite bazate pe convenții, sau pot fi calculați (figura 4.17.a).

CAZUL b) răcirea este considerată ca fiind produsul principal al sistemului și factorul său de pondere este necesar pentru evaluarea clădirilor conectate. În acest caz, căldura este exportată către un alt sistem sau zonă și este considerată ca un bonus. Factorii de pondere ai căldurii exportate pot fi valori implicite bazate pe convenții sau pot fi calculați (figura 4.17.b).

CAZUL c) încălzirea și răcirea sunt livrate aceluiași client și sunt evaluate împreună cu aceiași factori de ponderare. (figura 4.17.c). Acest caz este un exemplu pentru combinarea sistemelor în conformitate cu SR EN 15316-4-5 articolul 6.2.3 și Tabelul B.6.



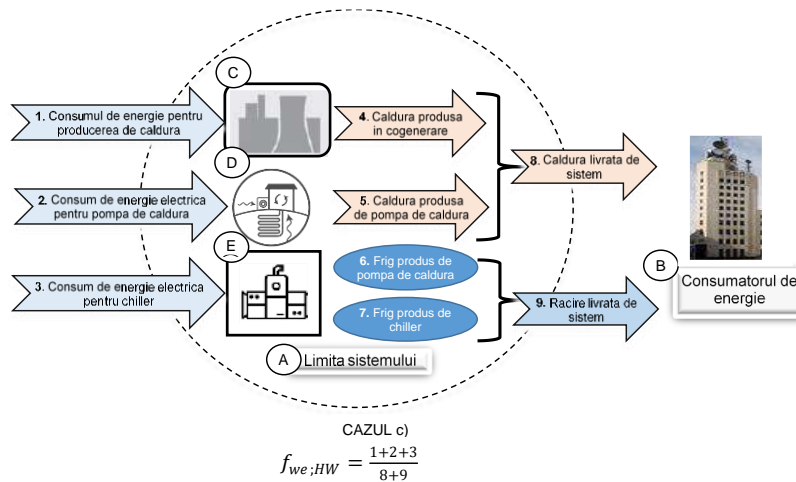


Figura 4.17. Configurare - exemplu pentru un sistem de încălzire și răcire centralizată

A- limita sistemului ; B- consumatorul de energie; C- unitatea de cogenerare;
 D-pompa de căldură; E- chiller;

1- consumul de energie pentru producerea de căldură; 2- energia electrică necesară pentru pompa de căldură; 3- energia electrică necesară pentru chiller; 4- căldura produsă în cogenerare; 5- căldura produsă de pompa de căldură; 6- frig produs de pompa de căldură; 7- frig produs de chiller; 8- căldura livrată de sistem; 9- răcirea livrată de sistem

Dacă sunt necesari atât un factor de pondere specific pentru încălzire, cât și un factor de pondere specific pentru răcire, trebuie aplicată regula detaliată de calcul conform SR EN 15316-4-5 art. 6.2.2.4. Pentru acest calcul sunt necesare cantitățile 5 și 6:

$$\text{Pentru încălzire : } f_{we;HW} = \frac{1 + 2 \cdot \frac{5}{5+6}}{8}$$

$$\text{și respectiv pentru răcire : } f_{we;HW} = \frac{2 \cdot \frac{6}{5+6} + 3}{9}$$

Exemplele de calcul pentru astfel de sisteme de alimentare cu energie electrică, încălzire și răcire centralizată se redau în anexa B a SR CEN/TR 15316-6-8.

Metoda calculului detaliat

În calculele detaliate, sistemele nu mai sunt privite ca niște „cutii negre” ci sunt necesare mai multe informații. Calculele sunt distincte și specifice pentru sistemul sursă și respectiv pentru sistemul de distribuție (figura 4.18). Acest tip de calcul este aplicabil mai ales atunci când sursa, respectiv sistemul de distribuție sunt exploatate de operatori diferiți.

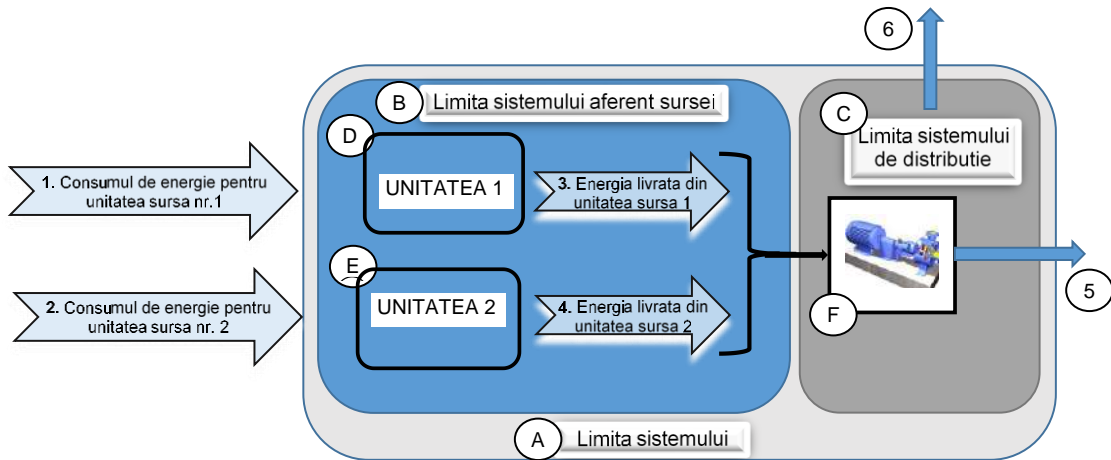


Figura 4.18. Componentele principale ale unui sistem energetic centralizat

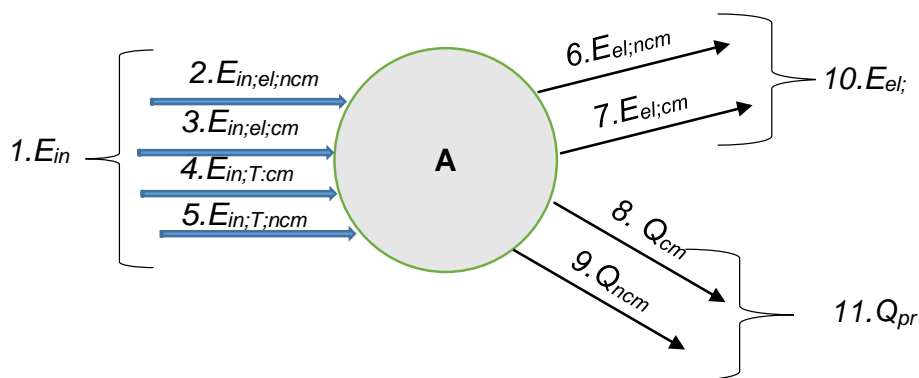
A -limita sistemului energetic centralizat; B- limita sistemului aferent sursei ; C- limita sistemului de distribuție ;D- unitatea nr. 1 de producere a energiei; E- unitatea nr. 2 de producere a energiei; F- pompa de rețea: 1- energia de intrare în sursa 1 ($E_{in;gen1}$); 2- energia de intrare în sursa 2 ($E_{in;gen2}$); 3- energia produsă (la ieșire) din sursa 1 ($E_{out;gen1}$); 4- energia produsă (la ieșire) din sursa 2 ($E_{out;gen2}$); 5- energie livrată consumatorilor (E_{del}); 6- pierderi aferente distribuției energiei ($E_{dis;ls}$);

Sursa de energie

Sursa de energie poate fi o unitate de cogenerare, o sursă utilizând energie regenerabilă de tip clasic sau o combinație între acestea.

1. Sursă de tip cogenerare

Sursele de cogenerare pot funcționa în cogenerare la capacitate maximă, în regim de ne-cogenerare sau în modul hibrid. Schema de configurare a unei astfel de surse este prezentată în figura 4.19:



$$\begin{aligned}
 Q_{cm} &= Q_{pr} - Q_{ncm} \\
 E_{el;cm} &= Q_{cm} \cdot \sigma \\
 E_{el;ncm} &= E_{el;pr} - E_{el;cm} \\
 E_{in;el;ncm} &= \frac{E_{el;ncm}}{\eta_{el;ncm}} \\
 E_{in;el;cm} + E_{in;T;cm} &= E_{in} - E_{in;T;ncm} - E_{in;el;ncm}
 \end{aligned}$$

Figura 4.19. Fluxurile energetice pentru un sistem cu unitate de cogenerare

A- unitate de cogenerare; 1. E_{in} - energie introdusă prin combustibil ; 2. $E_{in;el;ncm}$ - energie introdusă prin combustibilul utilizat aferent producerii de energie electrică în modul de ne-cogenerare; 3. $E_{in;el;cm}$ - energie introdusă prin combustibilul utilizat aferent producerii de energie electrică în modul de cogenerare; 4. $E_{in;T;cm}$ - energie introdusă prin combustibilul utilizat aferent producerii de energie termică în regim de cogenerare ; 5. $E_{in;T;ncm}$ - energie introdusă prin combustibilul utilizat aferent producerii de energie termică în regim de ne-cogenerare ;6. $E_{el;ncm}$ - energie electrică produsă în regim de ne-cogenerare ; 7. $E_{el;cm}$ - energie electrică produsă în regim de cogenerare ; 8. Q_{cm} - energie termica produsă în regim de cogenerare ; 9. Q_{ncm} - energie termica produsă în regim de ne-cogenerare ; 10. $E_{el;pr}$ - energie electrică totală produsă de unitatea de cogenerare ; 11. Q_{pr} - căldura totală produsă de unitatea de cogenerare ;

În timpul modului de funcționare mixt/hibrid doar cantitățile 1, 10 și 11 pot fi măsurate. Indicele de cogenerare σ (raportul dintre energia electrică și căldură) și eficiența electrică în modul de ne-cogenerare $\eta_{el,ncm}$ sunt necesare ca date de intrare suplimentare. Cantitățile 3 și 4 reprezintă energia primară în modul de cogenerare. Cantitățile 7 și 8 reprezintă energia produsă în modul de cogenerare. Cantitățile 2 și 6 sunt excluse din calcul.

Astfel, căldura produsă în regim de ne-cogenerare Q_{ncm} se calculează ca:

$$Q_{ncm} = Q_{pr} - Q_{cm} \quad (4.135)$$

$$E_{in;T;ncm} = \frac{Q_{ncm}}{\eta_{T;ncm}} \quad (4.136)$$

unde $\eta_{T;ncm}$ este randamentul termic în modul de funcționare de ne-cogenerare.

Pentru identificarea modului de funcționare pentru producerea de energie electrică, se determină randamentul global al unității de cogenerare, $\eta_{chp;tot}$:

$$\eta_{chp;tot} = \frac{E_{el;pr} + Q_{cm}}{E_{in} - E_{in;T;ncm}} \quad (4.137)$$

-dacă $\eta_{chp;tot} < \eta_{ref;tot}$ se consideră că unitatea de cogenerare funcționează în mod non-cogenerare sau în modul mixt / hibrid, iar partea de cogenerare se determină ca în paragraful următor.

- dacă $\eta_{\text{chp;tot}} \geq \eta_{\text{ref;tot}}$ unitatea de cogenerare funcționează în modul de cogenerare și nu se poate aplica paragraful următor.

O unitate de cogenerare care nu utilizează toată căldura și o evacuează în mediul înconjurător, are un randament total general mai scăzut. Acest lucru se poate realiza atunci când unitatea de cogenerare urmărește în special cererea de energie electrică. Rezultatul calculului performanței energetice a căldurii cu metoda bonusului de putere, a metodei alternative de producție și a metodei căldurii reziduale („deșeu”) poate fi alterat dacă nu sunt excluse din calcul partea de non-cogenerare a energiei electrice și consumul respectiv de combustibil. Acest lucru depinde de:

- diferența dintre eficiența electrică a unității de cogenerare și eficiența electrică dată de factorul de pondere a energiei electrice exportate (metoda bonusului de putere);
- diferența dintre eficiența electrică a unității de cogenerare și eficiența electrică a producției de energie electrică de referință (metoda căldurii reziduale);
- diferența dintre energia electrică produsă în modul complet de cogenerare și energia electrică produsă în mod non-cogenerare.

Valorile implicite pentru $\eta_{\text{ref;tot}}$ ar trebui să fie suficient de ridicate pentru ca partea de non-cogenerare să fie neglijabilă în calculul performanței energetice, la producerea căldurii.

Energia electrică aferentă modului de producție în cogenerare:

În modul hibrid $E_{\text{el;cm}}$ și $E_{\text{in;cm}}$ nu pot fi măsurate direct. Acestea se calculează ca fiind:

$$E_{\text{el;cm}} = Q_{\text{cm}} \cdot \sigma \quad (4.138)$$

unde

σ indicele de cogenerare și

$$E_{\text{el;ncm}} = E_{\text{el;pr}} - E_{\text{el;cm}} \quad (4.139)$$

$$E_{\text{in;cm}} = E_{\text{in}} - \frac{E_{\text{el;ncm}}}{\eta_{\text{el;ncm}}} - E_{\text{in;T;ncm}} \quad (4.140)$$

unde

$\eta_{\text{el;ncm}}$ randamentul producerii energiei electrice a unității de cogenerare în mod ne-cogenerare.

Factorii de pondere pentru căldură

Există mai multe metode pentru a determina factorii de pondere ai unui sistem de încălzire centralizată care include o sursă de cogenerare. Combustibilul utilizat de sursa de cogenerare asociat numai căldurii produse $E_{\text{in; T}}$ nu poate fi măsurat direct. Criteriile de selecție a metodei aplicabile, se găsesc în Tabelul A.11 și B11 din SR EN 15316-4-5. Astfel, factorii de pondere se calculează prin una din următoarele metode.

a) Metoda “bonusului” de putere

Această metodă se aplică tuturor unităților de cogenerare. Fluxurile energetice legate de energia electrică din modul de producție fără cogenerare pot distorsiona rezultatul pentru căldură, astfel încât acestea trebuie identificate și sunt excluse din calcul. Metoda poate fi exprimată și cu indicatori de eficiență în loc de cantități de energie.

$$f_{we,dh} = \frac{(1 + \sigma) \cdot CHR \cdot f_{we;cr;chp}}{\eta_{chp;tot} \cdot \eta_{hn}} + \frac{(1 - CHR) \cdot f_{we;cr;gen}}{\eta_{gen;T} \cdot \eta_{hn}} - \frac{(\sigma \cdot CHR - \beta_{hn}) \cdot f_{we;el;exp}}{\eta_{hn}} \quad (4.141)$$

unde

- η_{hn} este randamentul rețelei de încălzire;
- $\eta_{gen;T}$ este randamentul sursei de vârf;
- β_{hn} $E_{el;hn} / Q_{pr}$;
- $E_{el;hn}$ este energia auxiliară aferentă rețelei de încălzire.

Primul termen reprezintă energia primară introdusă într-o unitate de cogenerare, al doilea termen reprezintă energia de intrare primară introdusă în sursa de vârf, al treilea termen reprezintă producția de energie electrică a unității de cogenerare. Dacă sistemul include mai multe unități de cogenerare, relația trebuie adaptată corespunzător.

b) Metoda simplificată a pierderii electrice

Metoda se aplică numai în cazul căldurii extrase dintr-o turbină în condensatie. Deoarece prin priza turbinei se extrage abur pentru producerea căldurii, se produce o cantitate mai mică de energie electrică cu:

$$\Delta E_{el} = E_{in} \cdot \eta_{el;ncm} - E_{el;pr} \quad (4.142)$$

Partea aferentă căldurii din factorul de pondere în energia de intrare către unitatea de cogenerare este reprezentată de termenul : $\Delta E_{el} \cdot f_{we;el;exp}$.

Metodele prezentate anterior sunt cele mai uzuale. Ambele necesită valori de referință din sisteme externe pentru energia electrică și de aceea nu pot fi calculați factori de pondere aferenți energiei electrice produse (acest indicator fiind chiar un termen de intrare pentru metoda de calcul).

Factori de pondere pentru căldură și energie electrică

Metodele prezentate mai jos permit determinarea factorilor de pondere pentru căldură și pentru energie electrică. Energia intrată în unitatea de cogenerare va fi împărțită între o parte afectată producerii de căldură și o altă parte afectată producției de energie electrică. Astfel, într-un sistem de încălzire centralizată, partea din energia intrată prin combustibilul utilizat în sursa de cogenerare afectată producerii căldurii $E_{in;T}$ va fi integrată la numărător, în formula (4.71).

$$E_{in;T} = \alpha_T \cdot E_{in} \quad (4.143)$$

unde

- $E_{in;T}$ partea din energia introdusă în unitatea de cogenerare aferentă căldurii;

α_T factorul de alocare pentru căldură;

$$E_{in;el} = (1 - \alpha_T) \cdot E_{in} \quad (4.144)$$

unde

$E_{in;el}$ partea din energia introdusă prin combustibil aferentă producerii de energie electrică;

a) Metoda pierderii electrice

Metoda pierderii electrice este aplicabilă când căldura este extrasă prin prize dintr-o turbină cu condensatie. Este singura metodă care permite determinarea cheltuielilor reale de producere a căldurii într-o unitate de cogenerare fără sisteme de referință externe. Se bazează pe date specifice ale unității de cogenerare și reflectă eficiențele componentelor sale tehnice. Aceasta se bazează pe ideea că partea (cantitatea) de combustibil care este legată de producția de energie electrică pierdută datorită extracției de căldură, va fi alocată căldurii. Metoda de pierdere electrică nu necesită excluderea părții legate de electricitate a modului de ne-cogenerare. In acest caz, factorul de alocare pentru căldură se va calcula ca:

$$\alpha_T = \frac{\Delta E_{el}}{E_{el;pr} + \Delta E_{el}} \quad (4.145)$$

b) Metoda Carnot

Metoda Carnot este o versiune simplificată a metodei exergetice. Este nevoie de temperaturi ca date suplimentare de intrare. Aceste temperaturi sunt însă ușor de măsurat. Se recomandă utilizarea temperaturii aerului exterior din locul în care este montată instalația. Pentru sistemele cu temperaturi de alimentare variabile se recomandă utilizarea unui interval de calcul lunar. Sistemele cu o temperatură constantă de alimentare pot fi calculate anual. Temperatura medie a căldurii poate fi calculată ușor pornind de la temperaturile de alimentare și de retur, la limita sursei sau la ieșirea la nivelul unității de cogenerare, dacă este disponibilă.

Dacă temperatura de retur nu este disponibilă, se poate utiliza o diferență $\Delta T = 20$ K. În cazul unui sistem de alimentare cu abur se folosește temperatura aburului. Nu sunt necesare date din sisteme de referință externe. Metoda Carnot nu necesită excluderea părții legate de energia electrică a modului non-cogenerare. Se poate aplica tuturor unităților de cogenerare. Ideea de bază este legată de metoda pierderii electrice, dar se bazează mai mult pe conceptul fizic de exergie. Acesta determină valoarea exergiei și o compară cu energia electrică produsă pentru alocarea cantității de combustibil. In acest caz, factorul de alocare pentru căldură se va calcula ca:

$$\alpha_T = \frac{Q_{cm} \cdot \left(1 - \frac{T_{a;e;avg}}{T_{chp;mn}}\right)}{E_{el;pr} + Q_{cm} \cdot \left(1 - \frac{T_{a;e;avg}}{T_{chp;mn}}\right)} \quad (4.146)$$

unde

$T_{a;e;avg}$ temperatura medie a aerului exterior pentru intervalul de calcul [K];

$T_{\text{chp;mn}}$ temperatura medie a căldurii din cogenerare pentru același interval de calcul, măsurată la limita sistemului între partea de generare și partea de distribuție a sistemului de încălzire centralizat [K] (figura 4.19) ;

Dacă unitatea de cogenerare furnizează către mai mult de un sistem de distribuție cu diferite niveluri de temperatură, atunci $T_{\text{chp;mn}}$ și α_T vor fi determinate separat pentru fiecare sistem de distribuție.

c) Metoda alternativă de producere a energiei termice și electrice

Pentru metoda alternativă de producere se definesc date suplimentare de intrare privind două sisteme de referință externe și excluderea părților de energie termică și electrică aferente modului de ne-cogenerare. Aceasta metoda alocă o cantitate mai mare de combustibil producerii căldurii decât celelalte metode. Fluxurile de energie ale modului non-cogenerare (cantitățile 2, 5, 6 și 9 din figura 19) sunt excluse din calcul.

$$\alpha_T = \frac{\frac{Q_{\text{cm}}}{\eta_{T;\text{ref}}}}{\frac{E_{\text{el;cm}}}{\eta_{\text{el;ref}}} + \frac{Q_{\text{cm}}}{\eta_{T;\text{ref}}}} \quad (4.147)$$

unde

$\eta_{T;\text{ref}}$ randamentul de referință a producerii căldurii;

$\eta_{\text{el;ref}}$ randamentul de referință a producerii energiei electrice;

Aceste randamente se specifică în conformitate cu modelul prezentat în tabelul A.10 din SR EN 15316-4-5. Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.10. SR EN 15316-4-5 .

d) Metoda căldurii reziduale ("deșeu")

În aceasta metodă trebuie introduse date suplimentare despre sisteme de referință. Fluxurile energetice 2 și 6 din figura 4.19 care se referă la modul de ne-cogenerare se vor exclude din calcul. Această metodă folosește aceeași idee ca și metoda bonusului de putere, dar facilitează determinarea factorilor pentru energia electrică. Singura diferență față de metoda bonusului de putere este că sistemul de referință extern este reprezentat de randamentul producerii de energie electrică în locul factorului de energie primară.

$$\alpha_T = 1 - \frac{E_{\text{el;cm}}}{\eta_{\text{el;ref}} \cdot (E_{\text{in}} - E_{\text{in;el;ncm}})} \quad (4.148)$$

În cazul unei singure unități de cogenerare care produce energie electrică numai în modul de cogenerare, se aplica:

$$f_{\text{P,dh}} = \frac{E_{\text{in;cr}} \cdot f_{\text{P;cr}} - E_{\text{el;cm}} \cdot \frac{f_{\text{P;cr}}}{\eta_{\text{el;ref}}}}{\sum Q_{\text{del}}} \quad (4.149)$$

în timp ce prin metoda bonusului de putere este sub forma relației :

$$f_{P,dh} = \frac{E_{in;cr} \cdot f_{P;cr} - E_{el;cm} \cdot f_{P;el;exp}}{\sum Q_{del}} \quad (4.150)$$

astfel încât, dacă unitatea de cogenerare utilizează același combustibil ca și sistemul de referință, rezultatele celor două metode sunt aceleași.

e) Metoda pierderii electrice de referință

Această metodă urmează aceeași idee ca metoda simplificată de pierdere electrice, dar facilitează determinarea factorilor de energie electrică. Singura diferență față de metoda simplificată a pierderilor electrice este că sistemul de referință extern este reprezentat de eficiența producției de energie electrică în locul factorului de energie primară.

$$\alpha_T = \frac{\Delta E_{el}}{\eta_{el;ref} \cdot (E_{in} - E_{in;T;ncm})} \quad (4.151)$$

În cazul unei singure unități CHP care produce căldură numai în modul de cogenerare complet:

$$f_{P,dh} = \frac{\Delta E_{el} \cdot \frac{f_{P;cr}}{\eta_{el;ref}}}{\sum Q_{del}} \quad (4.152)$$

în timp ce prin metoda simplă de pierdere electrice devine:

$$f_{P,dh} = \frac{\Delta E_{el} \cdot f_{P;el;exp}}{\sum Q_{del}} \quad (4.153)$$

astfel încât, dacă unitatea de cogenerare utilizează același combustibil ca și sistemul de referință, rezultatele celor două metode sunt aceleași.

2. Sursa de tip pompe de căldură

Dacă o pompă de căldură oferă răcire și încălzire în același timp și sunt necesari indicatori de energie pentru fiecare dintre cele două produse, energia introdusă trebuie împărțită în funcție de energia produsă.

Sistemul de distribuție

Pierderea termică și energia electrică auxiliară a unei rețele energetice centralizate se calculează în conformitate cu standardele europene aferente. Pierderile de distribuție calculate se utilizează pentru determinarea energiei la ieșirea din sursă sau a energiei furnizate conform formulei următoare, în funcție de datele disponibile.

$$E_{out;gen} = E_{del} + E_{dis;ls} \quad (4.154)$$

unde

- $E_{out,gen}$ Energia produsă la ieșirea din sistem;
- E_{del} Energia livrată;
- $E_{dis,ls}$ Pierderi aferente sistemului de distribuție;

Dacă datele de intrare pentru un anumit calcul nu sunt disponibile, pierderea prin rețeaua de distribuție poate fi setată la o valoare implicită. Modul în care trebuie introduse valorile pentru valorile implicite este prezentat în Tabelul A.8. Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.8. SR EN 15316-4-5: 2018.

Sistemele de distribuție care livrează diferiți agenți termici pot fi combinate într-un singur sistem dacă sunt îndeplinite cerințele care sunt prezentate conform modelului din tabelul A.6. Opțiunile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.6. SR EN 15316-4-5 .

4.4.3. Calculul indicatorilor sursei de energie

Sunt calculați o serie de indicatori care caracterizează sursele de energie. Astfel:

- a) Partea provenită din energie regenerabilă:

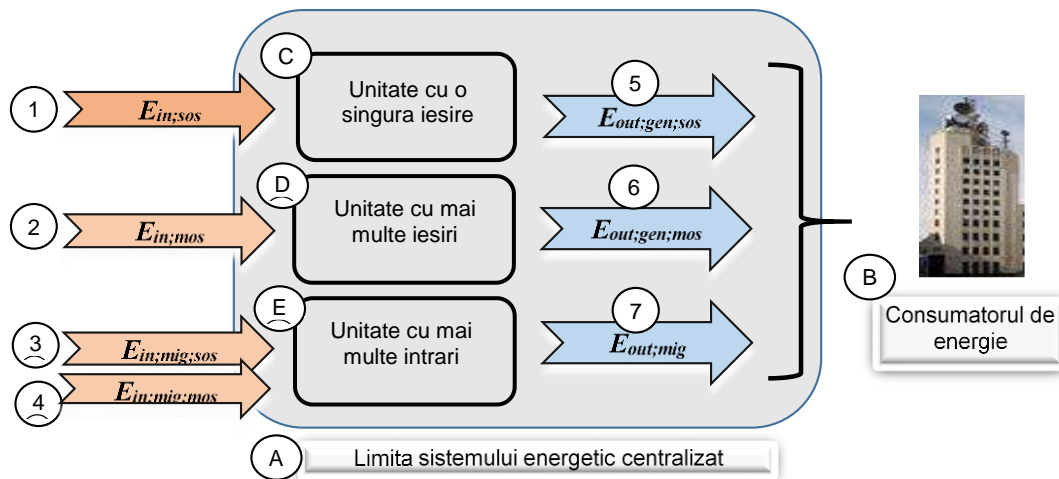


Figura 4.20 Sistem centralizat, care include o sursă cu mai multe intrări

A-limitele sistemului energetic centralizat; B- consumatorul de energie; C- unitate de producere a energiei pentru un agent termic dintr-un sistem cu o singură ieșire; D- Sursa de agent termic dintr-un sistem cu mai multe ieșiri; E- unitate de generare cu mai multe intrări; 1- energia introdusă într-un sistem cu o singură ieșire ($E_{in,sos}$); 2- energia introdusă într-un sistem cu mai multe ieșiri ($E_{in,mos}$); 3- energia introdusă într-o sursă cu mai multe intrări de la un sistem cu o singură ieșire ($E_{in,mig,sos}$); 4- energia introdusă în sursa cu mai multe intrări de la un sistem cu mai multe ieșiri ($E_{in,mig,mos}$); 5- energia ieșită din sursa pentru agentul termic dintr-un sistem cu o singură ieșire ($E_{out,gen,sos}$); 6- energia ieșită din sursa pentru agentul termic de la un sistem cu mai multe ieșiri ($E_{out,gen,mos}$); 7- energia ieșită dintr-o sursă cu mai multe intrări ($E_{out,mig}$);

$$RER_{des} = \frac{E_{out,gen,sos} \cdot \frac{f_{Pren,sos}}{f_{Ptot,sos}} + E_{out,gen,mos} \cdot RER_{mos} + E_{out,mig} \cdot RER_{mig}}{E_{out,gen,sos} + E_{out,gen,mos} + E_{out,mig}} \quad (4.155)$$

Unde s-au utilizat notațiile:

RER_{des} Partea provenind din energie regenerabilă aferentă sistemului centralizat;

- $f_{Pren;sos}$ Factorul energiei primare regenerabile/totale corespunzător agentului energetic din sistemul cu o singură ieșire; se calculează separat;
- $f_{Ptot;sos}$ Procentul al energiei regenerabile corespunzător agentului energetic din sistemul cu mai multe ieșiri. Un model pentru valorile implicite este dat în Tabelul A.5. Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.5 SR EN 15316-4-5 ;
- RER_{mos} Partea provenind din energie regenerabilă aferentă energiei produse de sursa cu mai multe intrări;

$$RER_{mig} = \frac{E_{in;mig;sos} \cdot \frac{f_{Pren;sos}}{f_{Ptot;sos}} + E_{in;mig;mos} \cdot RER_{mos}}{E_{in;mig;sos} + E_{in;mig;mos}} \quad (4.156)$$

b) Partea ce provine din căldura reziduală („deșeu”)

$$WHR_{des} = \frac{E_{out;gen;mos} \cdot WHR_{mos} + E_{out;gen;mig} \cdot WHR_{mig}}{E_{out;gen;sos} + E_{out;gen;mos} + E_{out;mig}} \quad (4.157)$$

unde

- WHR_{des} Partea de căldură reziduală („deșeu”) din sistemul energetic centralizat;
- WHR_{mos} Partea de căldură reziduală („deșeu”) aferentă sistemului de transport dintr-un sistem cu mai multe ieșiri. Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.5 SR EN 15316-4-5;
- WHR_{mig} Partea de căldură reziduală („deșeu”) corespunzătoare energiei produse de sursa cu mai multe intrări;

$$WHR_{mig} = \frac{E_{in;mig} \cdot WHR_{mos}}{E_{in;mig;sos} + E_{in;mig;mos}} \quad (4.158)$$

c) Partea de căldură obținută în cogenerare (Grad de cogenerare)

$$CHR = \frac{Q_{cm}}{Q_{tot}} \quad (4.159)$$

unde

- CHR - partea de căldură obținută în cogenerare (grad de cogenerare);
- Q_{cm} - căldura produsă în modul cogenerare;
- Q_{tot} - căldura totală produsă.

În SR CEN/TR 15316-6-8 Anexele A-C sunt date exemple de calcul. În aceste Anexe se regăsesc și valori implicite ale unor date necesare în calculul ce se efectuează prin metodele prezentate.

4.5. Panouri fotovoltaice

4.5.1. Descrierea metodei de calcul

Metoda descrisă în continuare evaluează energia electrică obținută de instalația de captare în intervale lunare, pentru întregul an de funcționare a sistemului.

Termeni și definiții

- Azimut: Unghiul cuprins între meridianul unui loc și planul vertical al direcției respective,
- Intensitate a radiației solare: Fluxul radiant pe suprafață, generat pe un plan oarecare, a radiației totale de la întreaga emisferă,
- Intensitate a radiației solare directe: intensitatea radiației solare generate prin receptarea radiației solare care provine dintr-un unghi solid care înconjoară concentric discul solar aparent,
- Intensitate a radiației solare difuze: intensitatea radiației solare generată prin receptarea radiației solare disperse dinspre întreaga boltă cerească, cu excepția unghiului solid care este utilizat la măsurarea intensității radiației solare directe,
- Intensitatea radiației solare reflectate: intensitatea radiației generată prin receptarea radiației solare globale reflectată în sus de un plan orientat în jos,
- Intensitatea radiației solare globală: intensitatea totală a radiației solare, măsurată pe un plan orizontal,
- Puterea maximă a captatorului: Puterea maximă a captatorului, atunci când intensitatea radiației solare pe planul captatorului are valoarea de 1000W/m^2 ,
- Suprafața echivalentă de captare a panoului: Suprafața totală a panoului care realizează transformarea energiei solare incidente în energie electrică.

Simboluri și abrevieri

- φ_I – unghiul de înclinare al captatorilor solari față de planul orizontal, °;
- φ_A – unghiul azimutal – unghiul între orientarea cardinală a captatorului solar față de orientarea sud, °;
- A_{tot} – aria totală a captatoarelor solare utilizate în sistem, m^2 ;
- I_{O_i} – radiația solară totală în plan orizontal
- $P_{\text{max},1000}$ – puterea maximă a captatorului pentru o radiație solară de 1000, W;
- A_{panou} – Suprafața echivalentă de captare a panoului, m^2 ;
- I_{1000} – radiația solară egală cu 1000W/m^2
- ε_{PV} – eficiența captatorului fotovoltaic, - ;
- k_{pk} – factor de putere de varf, -;
- N_{zl} – numărul de zile lunar, zi ;
- N_p – numărul de panouri instalate, - ;
- f_{cap} – factor de corecție al intensității globale a radiației solare datorat unghiului de înclinare al captatorilor solari și unghiului de deviație de la orientarea SUD al captatorilor solari, -;
- η_t – randamentul captatorului în funcție de temperatura din anexa națională, valori informative în anexa A2, - ;
- η_{inv} – randamentul invertorului, - ;
- $\eta_{\text{capture},i}$ – randamentul lunar de captare, - ;
- $E_{l,i}$ – energia obținută în luna de calcul i, kWh;
- $E_{\text{inc},i}$ – energia totală incidentă în luna de calcul i, kWh;
- E_{tot} – energia totală anuală, kWh.

În prima etapă se stabilesc parametrii de instalare ai sistemului și se calculează radiația solară corespunzătoare acestora. Astfel se extrag o serie de informații constructive cum sunt unghiurile de înclinare și azimut funcție de axa Sud – Nord respectiv locația în care se află obiectivul analizat.

Se stabilește factorul de corecție de unghi de înclinare și unghi de deviere de la orientarea SUD – f_{cap} , conform Anexei 1 (capitol 4.2), pentru fiecare lună din an.

În a doua etapă se realizează evaluarea sistemului instalat, ce permite captarea, transformarea energiei solare în energie electrică și conversia în tensiune utilă consumatorilor de curent alternativ. Astfel se extrag numărul de panouri fotovoltaice montate în obiectivul evaluat și o serie de date despre panourile fotovoltaice, cum sunt puterea maximă și suprafața echivalentă (fără rama metalică), randamentul inverterului pentru conversia în tensiune alternativă extras din foile de catalog aferente, cât și informații cu privire la radiația solară incidentă în plan orizontal pentru locația corespunzătoare din anexa cu date climatice. Se stabilește, factorul de corecție funcție de orientarea panoului în plan vertical și față de axa Sud – Nord, randamentul panoului solar în funcție de temperatură.

Evaluarea eficienței captatoarelor fotovoltaice s-a realizat ținând seama de puterea maximă pe care o are panoul pentru o radiație incidentă pe planul înclinat de 1000 W/m^2 . Aceasta putere este puterea totală disponibilă la bornele captatorului solar, evaluarea eficienței panoului făcându-se ținând seama de suprafața de captare echivalentă (fără rama de fixare).

Valori recomandate ale parametrilor implicați în relațiile metodei

Factorul de corecție a intensității globale a radiației solare (tabel 4.5) funcție de unghiul de înclinare al captatorilor solari - φ_I și unghiul de deviere față de direcția cardinală SUD - φ_A . De exemplu pentru : $\varphi_I = 45^\circ$ și $\varphi_A = 0^\circ$.

Tabel 4.5. Factorul de corecție a intensității globale a radiației solare

Luna	ianuarie	februarie	martie	aprilie	mai	iunie
f_{inc}	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Luna	iulie	august	septembrie	octombrie	noiembrie	decembrie
f_{inc}	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13

4.5.2. Metoda lunară

Etapizarea calculelor este următoarea:

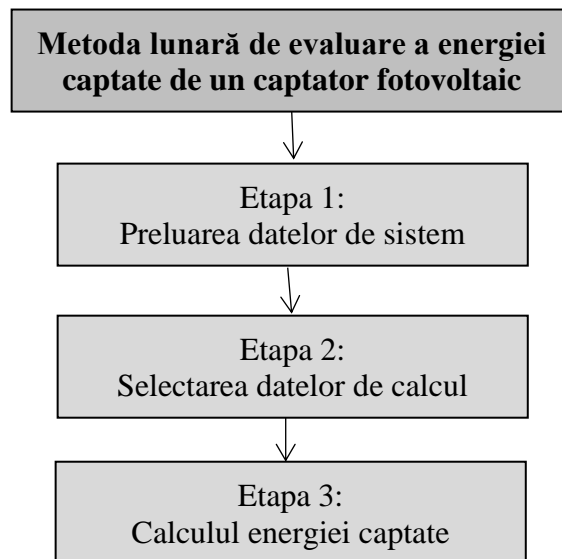


Figura 4.21 Schema etapelor metodei lunare

Etapa 1: Preluarea datelor de sistem

- a. Se identifică numărul captatoarelor solare fotovoltaice instalate, N_p ;
- b. Se stabilește unghiul de înclinare al captatorilor solari față de planul orizontal, φ_i ;
- c. Se stabilește unghiul azimutal – unghiul între orientarea cardinală a captatorului solar față de orientarea Sud, φ_a ;
- d. Se stabilește factorul de putere de varf din anexa A3;
- e. Se stabilește din prospect suprafața echivalentă de captare a panoului, A_{panou} ;
- f. Se stabilește puterea maximă a panoului solar, $P_{max,1000}$, (W), din datele de catalog sau cu : $P_{max,1000} = I_{1000} \cdot k_{pk} \cdot A_{panou}$; (vezi anexa A3)
- g. Se stabilește din prospect randamentul inverterului, η_{inv} ; dacă nu este disponibil se alege 0,95 ;

Etapa 2: Selectarea datelor de calcul pentru evaluare

- a. Se selectează coeficienții de corecție în funcție de cele două unghiuri de înclinare respectiv orientare față de axa Sud – Nord, conform tabelului din paragraful referitor la valorile recomandate;
- b. Se selectează randamentul captatorului în funcție de temperatura din anexa A2, η_i ;
- c. Se completează tabelul corespunzător locației, cu valorile radiației solare lunare în plan orizontal aferent.

Etapa 3: Calculul energiei captate

- a. Se calculează suprafața totală instalată utilizând suprafața echivalentă a panoului, A_{panou} și numărul de panouri instalate, m^2 :

$$A_{tot} = N_p \cdot A_{panou} \quad (4.160)$$

- b. Se stabilește eficiența panoului fotovoltaic, ε_{pv} :

$$\varepsilon_{PV} = \frac{P_{max,1000}/A_{panou}}{I_{1000}} \quad (4.161)$$

- c. Se stabilește luna de calcul, numărul de zile aferent și radiația totală în plan orizontal din (anexa de date climatice) și se calculează energia totală lunară (kWh/lună):

$$E_{l,i} = \frac{1}{1000} \cdot 24 \cdot N_{zl} \cdot A_{tot} \cdot I_{O,i} \cdot f_{cap} \cdot \eta_t \cdot \eta_{inv} \cdot \varepsilon_{PV} \quad (4.162)$$

Calculul se realizează pentru toate lunile anului.

- d. Se însumează energiile obținute lună de lună, calculându-se astfel energia totală anuală realizată, (kWh/an):

$$E_{tot} = \sum_{i=1}^{12} E_{l,i} \quad (4.163)$$

- e. Se calculează energia totală lunară incidentă pe suprafața de captare:

$$E_{inc,i} = \frac{I_{O,i} \cdot f_{cap} \cdot A_{tot} \cdot 24 \cdot N_{zl}}{1000} \quad (4.164)$$

- f. Pentru obținerea unui randament de captare lunar, se raportează energia lunară obținută (relația 4.162) la energia lunară incidentă pe suprafața de captare.

$$\eta_{captare,i} = \frac{E_{l,i}}{E_{inc,i}} \quad (4.165)$$

4.5.3. Exemplu de calcul

Tabel 4.6. Valorile parametrilor de intrare de calcul, ale panourilor fotovoltaice instalate

φ_I	45	Zona	PV1	Loc	Bucuresti
φ_A	Sud	N_p	3	η_{inv}	0,97

Tabel 4.7. Valorile parametrilor calculați conform metodei lunare

	Ian.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai.	Iun.	Iul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
$I_{T,Oriz}$	49,6	85,0	124,8	167,2	205,6	233,5	200,8	233,2	175,5	114,2	54,2	41,3
f_{cap}	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
$I_{inclinat}$	56,05	96,05	141	188,9	232,3	263,9	226,9	263,5	198,3	129	61,25	46,67
N_{zl}	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$P_{max, 1000}$	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
A_{panou}	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
A_{tot}	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
ε_{PV}	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

	Ian.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai.	Iun.	Iul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
η_t	0,90	0,90	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,90	0,90
η_{inv}	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
$E_{inc,i}$	209,8	324,7	527,8	684,3	869,5	955,6	849,2	986,2	718,2	482,9	221,8	174,7
$E_{l,i}$	25,3	39,2	60,2	73,5	93,4	102,6	91,2	105,9	77,1	55,1	26,8	21,1

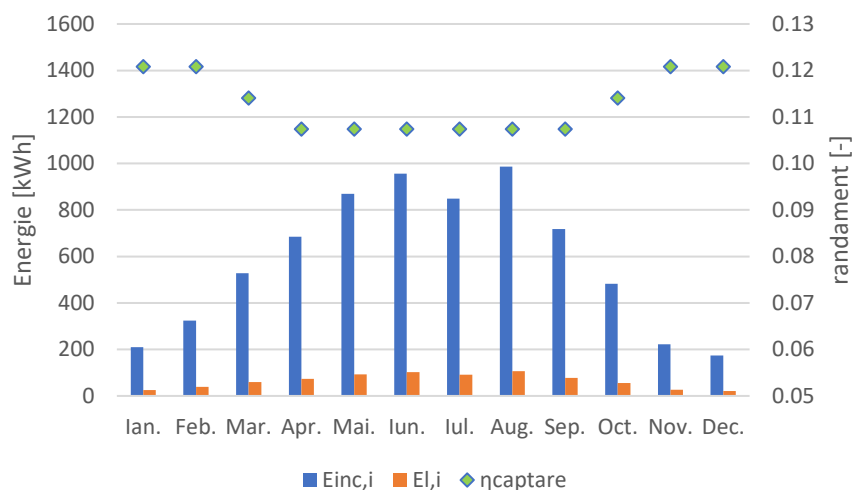


Figura 4.22. Energia incidenta, energia totală lunară livrată și randamentul de captare

Anexa A2, informativă

Valori informative ale randamentului, η_t , în funcție de temperatura exterioară

	Ian.	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun.	Iul.	Aug	Sep	Oct.	Nov	Dec
Monocristalin	0.90	0.90	0.85	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.85	0.90	0.90
Policristalin												
Amorf												

Anexa A3, informativă (sursa SR EN 15316-4-3:2017)

Valori informative ale factorului de putere de vârf, k_{pk}

Tip modul fotovoltaic	-
Siliciu monocristalin	0,15 ÷ 0,20
Siliciu policristalin	0,12 ÷ 0,18
Strat subțire de siliciu amorf	0,04 ÷ 0,10
Alte straturi subțiri	0,035
Strat subțire de diseleniură de cupru-galiu-indiu	0,105
Strat subțire de telurură de cadmiu	0,095
^a Cu o densitate a celulelor fotovoltaice de minim de 80%.	

Această reproducere a fost făcută cu acordul ASRO nr. LUC/19/353/25.04.2019. Orice încălcare a dreptului de autor asupra standardelor constituie infracțiune și se pedepsește conform Legii nr. 8/1996 privind dreptul de autor și drepturile conexe.

CAPITOLUL 5. CERTIFICATUL DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

Conținutul acestui capitol s-a realizat în conformitate cu următoarele documente:

- SR EN ISO 52000-1 – Performanța energetică a clădirilor. Evaluarea de ansamblu a PEC. Partea 1: Cadru general și metode.
- SR CEN ISO/TR 52000-2 – Performanța energetică a clădirilor. Evaluarea de ansamblu a PEC. Partea 2: Explicarea și justificarea ISO 52000-1.
- SR EN ISO 52003-1 – Performanța energetică a clădirilor. Indicatori, cerințe, evaluare și certificate. Partea 1: Aspecte generale și aplicarea la performanța energetică globală.
- SR CEN ISO/TR 52003-2 – Performanța energetică a clădirilor. Indicatori, cerințe și certificare. Partea 2: Explicații și justificări pentru SR EN ISO 52003-1.

5.1. Tipuri de certificate energetice și conținutul acestora, inclusiv anexele tehnice

Certificarea energetică a clădirilor presupune evaluarea performanțelor energetice (consum total anual de energie primară) și de mediu (emisii echivalente totale anuale de CO₂) ale clădirii, clasificarea energetică prin încadrarea în 8 (opt) clase de performanță energetică și elaborarea certificatului de performanță energetică.

Certificatele de performanță energetică (CPE) se vor completa în funcție de obiectivul evaluat. În figura 5.1 se prezintă Certificatul de Performanță Energetică caracteristic unei clădiri/unități de clădire. Pentru un apartament se va completa Certificatul de Performanță Energetică din figura 5.2.

În conformitate cu Legea 372/2005 republicată și cu modificările și completările ulterioare, certificatul de performanță energetică se elaborează pentru:

a) clădirile sau unitățile de clădire din categoriile locuințe unifamiliale, blocuri de locuințe, birouri, clădiri de învățământ, spitale, hoteluri și restaurante, construcții destinate activităților sportive, clădiri pentru servicii de comerț sau alte tipuri de clădiri consumatoare de energie (unde sunt obligatoriu de respectat anumite condiții de confort termic, fiziologic, vizual sau de calitatea aerului), care se construiesc, se vând, se închiriază sau sunt supuse renovărilor majore ;

b) clădirile ocupate de o autoritate publică sau care sunt vizitate în mod frecvent de public, cu o suprafață utilă totală de peste 250m².

În cazul în care o clădire este vândută sau închiriată înainte de a fi construită sau finalizată, este obligatorie o evaluare a viitoarelor performanțe energetice ale acesteia, informațiile fiind prezentate cumpărătorului/chiriașului sub forma unui certificat energetic preliminar, elaborat pe baza caracteristicilor tehnice ale clădirii și sistemelor de instalații, caracteristici detaliate în proiectul tehnic; în acest caz, certificatul de performanță energetică se va re-elabora și prezenta la momentul recepției finale a lucrărilor de execuție.

CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

elaborat în conformitate cu Metodologia de Calcul a Performanței Energetice a Clădirilor, Mc001-2019

DATE PRIVIND IDENTIFICAREA CPE ȘI A AUDITORULUI ENERGETIC			
B	CPE nr. ccpcpc/cpecpe valabil 10 ani până la dd/ll/aaaa dacă nu apar intervenții majore	Auditor energetic: nume & prenume Certificat atestare: seria XX , nr. XXXX	Gradul: I sau II
DATE PRIVIND CLĂDIREA/UNITATEA DE CLĂDIRE CERTIFICATĂ			
Categoria clădirii: Adresa clădirii: Coordonate GPS (lat x long): Regim de înălțime:			nZEB <input type="checkbox"/> FOTO CLĂDIRE MAX. 300x300dpi
Anul construirii/renovării majore:		Aria de referință a pardoselii: m ²	
Aria construită desfășurată: m ²		Volumul interior de referință: m ³	
Scopul elaborării CPE: <input type="checkbox"/> V/IR <input type="checkbox"/> INFORMARE <input type="checkbox"/> Program de calcul utilizat: veralunea			

COD UNIC DE BARE GENE-
 RAT DE BAZA DE DATE

PERFORMANȚA ENERGETICĂ	CLĂDIRE REALĂ	CLĂDIRE REFERINȚĂ	NIVEL CALCULAT EMISII ECHIVALENTE CO ₂
Performanță energetică ridicată [kWh/m ² ,an - energie primară]			Nivel de poluare scăzut [kgCO ₂ /m ² ,an]
 A+ A B C D E F G	xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx	xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx xxx	A+ A B C D E F G E
Performanță energetică scăzută [kWh/m ² ,an - energie primară]			Nivel de poluare ridicat [kgCO ₂ /m ² ,an]
Consum anual total de energie ... [kWh/an]	finală primară	xxx xxx	Indice de emisii echivalent CO ₂ [kgCO ₂ /an]
		xxx xxx	xxx xxx
Consum anual specific de energie din surse regenerabile [kWh/m ² ,an]	Solar termic	Pompe căldură	Solar electric
	xxx	xxx	xxx
			Biomasă (albe)
			xxx
			Total
			xxx

Tip sistem instalat la clădire reală	Clasă energetică / Consum anual specific de energie primară per utilitate [kWh/m ² ,an]							
	A+	A	B	C	D	E	F	G
Încălzire	≤ c1A	c1A...c1B	c1B...c1C	c1C...c1D	c1D...c1E	c1E...c1F	c1F...c1G	>c1G
Apă caldă de consum	≤ c2A	c2A...c2B	c2B...c2C	c2C...c2D	c2D...c2E	c2E...c2F	c2F...c2G	>c2G
Răcire	≤ c3A	c3A...c3B	c3B...c3C	c3C...c3D	c3D...c3E	c3E...c3F	c3F...c3G	>c3G
Ventilare mecanică	≤ c4A	c4A...c4B	c4B...c4C	c4C...c4D	c4D...c4E	c4E...c4F	c4F...c4G	>c4G
Iluminat artificial	≤ c5A	c5A...c5B	c5B...c5C	c5C...c5D	c5D...c5E	c5E...c5F	c5F...c5G	>c5G

Semnătura și ștampila auditorului:

Fig. 5.1 Certificatul de performanță energetică pentru o clădire/unitate de clădire (pagina 1)

CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ A

elaborat în conformitate cu Metodologia de Calcul a Performanței Energetice a Clădirilor, Mc001-2019

B	DATE PRIVIND IDENTIFICAREA CPE ȘI A AUDITORULUI ENERGETIC							
	CPE nr. <i>cpcpcp/cpecpe</i>	valabil 10 ani până la <i>dd/ll/aaaa</i> dacă nu apar intervenții majore	Auditor energetic: <i>nume & prenume</i> Certificat atestare: seria <i>XX</i> , nr. <i>XXXX</i>	Gradul: <i>I sau II</i>				
DATE PRIVIND APARTAMENTUL CERTIFICAT								
Categorie clădire: rezidențială multifamilială		Anul construirii/renovării majore:		FOTO CLĂDIRI max. 300x300dpi				
Adresa clădirii:		Aria utilă de referință: m ²						
Coordonate GPS (lat x long):		Aria construită desfășurată: m ²						
Regim de înălțime:		Volumul de referință: m ³						
Scopul elaborării CPE: <input checked="" type="checkbox"/> VÎR <input type="checkbox"/> INFORMARE <input type="checkbox"/> Program de calcul utilizat: versiunea								
PERFORMANȚA ENERGETICĂ								
Performanță energetică ridicată [kWh/m ² ,an - energie primară]			Nivel calculat emisii echivalente CO ₂					
 A+ A B C D E F G			 A+ A B C D E F G					
Performanță energetică scăzută [kWh/m ² ,an - energie primară]			Nivel de poluare ridicat [kgCO ₂ /m ² ,an]					
Consum anual total de energie ... [kWh/an]		finală	Indice de emisii echivalent CO ₂ [kgCO ₂ /an]					
		primară						
		<i>xxx</i>	<i>xxx</i>					
		<i>xxx</i>	<i>xxx</i>					
Consum anual specific de energie din surse regenerabile [kWh/m ² an]								
		Solar termic	Pompe căldură	Solar electric	Biomasă (alte)	Total		
		<i>xxx</i>	<i>xxx</i>	<i>xxx</i>	<i>xxx</i>	<i>xxx</i>		
F								
Tip sistem instalație clădire reală	Clasă energetică / Consum anual specific de energie primară per utilitate [kWh/m ² ,an]:							
	A+	A	B	C	D	E	F	G
Încălzire	≤ c1A	c1A...c1B	c1B...c1C	c1C...c1D	c1D...c1E	c1E...c1F	c1F...c1G	>c1G
Apă caldă de consum	≤ c2A	c2A...c2B	c2B...c2C	c2C...c2D	c2D...c2E	c2E...c2F	c2F...c2G	>c2G
Răcire	≤ c3A	c3A...c3B	c3B...c3C	c3C...c3D	c3D...c3E	c3E...c3F	c3F...c3G	>c3G
Ventilare mecanică	≤ c4A	c4A...c4B	c4B...c4C	c4C...c4D	c4D...c4E	c4E...c4F	c4F...c4G	>c4G
Iluminat artificial	≤ c5A	c5A...c5B	c5B...c5C	c5C...c5D	c5D...c5E	c5E...c5F	c5F...c5G	>c5G

Semnătura și stampila auditorului:

Fig. 5.2 Certificatul de performanță energetică pentru un apartament (pagina 1)

Elaborarea certificatului de performanță energetică al unei clădiri (unități de clădire sau apartament) presupune parcurgerea următoarelor etape:

- evaluarea performanței energetice a clădirii reale (unității de clădire sau apartamentului), în condiții normate de utilizare, pe baza caracteristicilor reale ale ansamblului construcție și instalațiile aferente (luând în considerare numai consumurile sistemelor de instalații de încălzire, răcire, ventilare, preparare/furnizare a apei calde de consum și iluminat artificial), calculând estimativ
 - i. consumul anual specific de energie finală (la nivelul sursei de energie a clădirii sau la nivelul racordului la sistemul centralizat cu alimentare cu energie), exprimat în [kWh/m²an],
 - ii. consum anual specific de energie primară, exprimat în [kWh/m²an],
 - iii. consum anual specific de energie din surse regenerabile, exprimat în [kWh/m²an],
 - iv. indicatorul de emisii echivalente de CO₂, exprimat în [kgCO₂/m²an];
- evaluarea performanțelor energetice ale clădirii de referință aferentă clădirii reale (exclusiv apartamente)
- încadrarea clădirii reale și respectiv de referință, într-una din cele 8 (opt) clase de performanță energetică și într-una din cele 8 clase de performanță de mediu
- enunțarea soluțiilor de creștere a performanței energetice și a celei de mediu, inclusiv a recomandărilor pentru îmbunătățirea nivelului optim din punctul de vedere al costurilor sau a rentabilității performanței energetice a unei clădiri sau a unei unități de clădire/apartament, cu excepția cazului în care nu există un potențial rezonabil pentru o astfel de îmbunătățire comparativ cu cerințele de performanță energetică în vigoare; recomandările cuprinse în certificatul de performanță energetică trebuie să fie fezabile, din punct de vedere tehnic, pentru clădirea respectivă și pot furniza o estimare în ceea ce privește durata perioadelor de amortizare sau raportul costuri-beneficii pe durata normată de funcționare; se pot include și informații mai detaliate, cum ar fi rentabilitatea recomandărilor formulate în certificatul de performanță energetică (evaluarea rentabilității se bazează pe o serie de ipoteze standard, precum estimarea cantității de energie economisite, a prețurilor energiei vizate și estimarea preliminară a costurilor), pașii care trebuie urmați pentru a pune în practică aceste recomandări sau detalii privind stimulentele financiare sau de altă natură și posibilitățile de finanțare
- completarea anexelor tehnice la certificatul de performanță energetică.

Codurile RGB ale culorilor utilizate la elaborarea CPE sunt următoarele:

Tabel 5.1 Codurile RGB ale culorilor utilizate într-un CPE

- pentru clasele de performanță energetică

R:0 G:155 B:0	R:50 G:200 B:50	R:0 G:255 B:0	R:255 G:255 B:0	R:250 G:155 B:0	R:255 G:100 B:0	R:255 G:65 B:0	R:255 G:0 B:0
------------------	--------------------	------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	------------------

- pentru clasele de performanță de mediu

R:0 G:0 B:255	R:50 G:100 B:255	R:0 G:155 B:255	R:155 G:210 B:255	R:190 G:190 B:190	R:150 G:150 B:150	R:100 G:100 B:100	R:51 G:51 B:51
------------------	---------------------	--------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-------------------

Certificatul de performanță se elaborează pe un format A4, păstrând marginile libere de 0,5cm sus și jos, și respectiv de 1,75cm în părțile laterale, stânga și dreapta. Codul de bare pentru securizarea CPE se va plasa pe banda liberă din dreapta, sus, aliniată la partea superioară. Fiecare pagină a CPE, inclusiv toate paginile anexelor tehnice vor fi semnate și stampilate de auditorul energetic. Se pot utiliza însemne distincte de mici dimensiuni ale unor asociații profesionale sau furnizori de softuri specializate și validate de calcul (ex. timbre holografice cu latura sau diametrul de cel mult 5mm), care se vor plasa în zona de semnare și stampilare a CPE, doar pe pagina 1.

Fiecare certificat de performanță energetică realizat conține informații tehnice privind clădirea și sistemele de instalații aferente acesteia, în conformitate cu datele prezentate mai jos.

5.1.1. Detalierea conținutului CPE (pagina 1); date privind evaluarea performanței energetice a clădirii

Pagina 1 a certificatului de performanță energetică include, conform reperelor A...G din figurile 5.1 și respectiv 5.2, informațiile prezentate în continuare.

A. Titulatura: “Certificat de performanță energetică” și sistemul de certificare utilizat (reglementarea tehnică aplicabilă – *Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor, Mc001-2019*).

B. Date de identificare ale certificatului de performanță energetică și ale auditorului energetic pentru clădiri

Numărul de înregistrare al certificatului de performanță energetică este compus din 12 cifre împărțite în două grupe având următoarea semnificație:

- șase cifre reprezentând codul poștal al străzii/localității pe teritoriul căreia este situată clădirea;
- șase cifre care alcătuiesc numărul de înregistrare al certificatului de performanță energetică în registrul auditorului energetic.

Odată cu înregistrarea certificatelor de performanță energetică într-o baza comună și automată de înregistrare, se va completa cu un cod unic de bare aferent fiecărui CPE înregistrat.

Pentru identificarea certificatului de performanță energetică se completează și data până la care acesta este valabil, în condițiile lipsei intervențiilor majore asupra anvelopei clădirii și instalațiilor aferente.

Identificarea auditorului energetic constă în completarea:

- seriei și numărului certificatului de atestare al auditorului energetic pentru clădiri;
- numelui și prenumelui auditorului energetic pentru clădiri (persoana care răspunde de raportul de evaluare a consumului de energie al unui obiect evaluat și de elaborarea certificatului de performanță energetică);

- gradul, conform certificatului de atestare.

C. Date privind obiectivul evaluat energetic, scopul elaborării și programul de calcul utilizat (dacă este cazul)

- Adresa - stradă, număr, oraș și județ/sector
- Regimul de înălțime al clădirii (ex. S + P + 4)
- Anul sau perioada construirii/renovării majore (ex. 1984 sau 1984-85)
- Categoria de clădire
- Dacă clădirea este sau nu nZEB
- Coordonatele geografice GPS (latitudine x longitudine)
- Ariile de referință și construită desfășurată ale clădirii, [m²]
- Volumul de referință, [m³]
- O poză caracteristică clădirii certificate.

Scopul elaborării CPE poate fi:

- vânzare, închiriere sau recepționarea la finalizarea lucrărilor
- spre informare (orice alt caz care nu presupune o vânzare, o închiriere sau o recepție la finalizarea lucrărilor).

Pentru fiecare obiectiv evaluat, sunt definiți anumiți indicatori. Denumirea și semnificația acestora sunt prezentate în *tabelul 5.2*.

Tabelul 5.2 Indicatorii obiectivului evaluat

Descriere
Cazul evaluat
Tipul de obiect
Categoria de clădire
Categoria de spațiu
Tipul de aplicație
Tipul de evaluare
Tipul de combinație de utilități ale clădirii

C.1. Categoria clădirii

Tipurile de categorii ale clădirilor sunt prevăzute la art. 6 alin. (1), Legea 372/2005 republicată în 2016, iar identificatorii corespunzători sunt prezentați în tabelul B.4 din SR EN ISO 52000-1 .

C.2. Categoria de spațiu

Diferențierea categoriilor de spațiu de categoriile de clădiri se va realiza în conformitate cu tabelul B.7 din SR EN ISO 52000-1 . Pentru fiecare categorie de spațiu trebuie să se specifice un set de condiții de utilizare, specificate în M1-6 (temperatura setată, cerințele de ventilare și iluminat, necesarul de apă caldă de consum etc.). Este posibil ca lista categoriilor de spațiu să fie identică cu lista categoriilor de clădire.

C.3. Tipul obiectivului evaluat

Tipuri de obiective evaluate din punctul de vedere al performanței energetice sunt redate în *tabelul 5.3* (tabelul B.3 din SR EN ISO 52000-1):

Tabelul 5.3 Tipuri de obiective evaluate

Clădire întreagă
Unitate de clădire
Parte de clădire (căreia îi lipsesc unul sau mai multe aspecte ale unei clădiri complete sau ale unei unități de clădire)-cazul cladirilor nefinalizate si vandute
Proiectare clădire nouă (CPE pentru informare)
Clădire existentă după execuție (fără date de exploatare de lungă durată)
Clădire existentă după renovare (fără date de exploatare de lungă durată)
Extindere clădire existentă (fără date de exploatare de lungă durată)
Clădire existentă în exploatare
Clădire rezidențială
Clădire nerezidențială
Clădire publică de mari dimensiuni
Altele

C.4. Tipul aplicației

Cazurile de elaborare a certificatului energetic al clădirii sunt redate în Legea 372/2005 republicată în 2016, articolul 18, iar identificatorii corespunzători în tabelul B.8.din SR EN ISO 52000-1.

C.5. Tipul evaluării performanței energetice a clădirii/unității de clădire (PEC)

Tipurile de evaluare PEC sunt redate în *tabelul 5.4* (tabelul B.9 din SR EN ISO 52000-1).

Tabelul 5.4 Tipuri de evaluare PEC

Descriere	Comentarii
Calculată, de proiectare	Rezultă CPE de proiectare
Calculată, după execuție	Rezultă CPE după execuție
Calculată, reală	Nu intră sub incidența Mc001
Calculată, adaptată	Nu intră sub incidența Mc001

În tabelul 3 din SR EN ISO 52000-1 se prezintă aplicațiile uzuale ale diferitelor tipuri de evaluare a PEC, subtipurile, datele de intrare și tipul corespunzător al aplicației.

Identificatorii și descrierea combinațiilor de tipuri de sisteme tehnice de instalații sunt prezentate în tabelul B.10 din SR EN ISO 52000-1.

În tabelul B.2 din SR EN ISO 52000-1 se prezintă corelarea dintre categoria clădirii, tipul aplicației și tipul evaluării performanței energetice.

D. În funcție de consumul total anual specific de energie primară, exprimat în kWh/(m²,an), pentru clădirea reală și cea de referință, se indică clasa energetică în care se încadrează atât obiectivul real evaluat cât și cel de referință; consumurile sunt determinate conform capitolelor 2, 3, 4 și 5.4.

E. În funcție de valoarea indicelui specific echivalent de emisii de CO₂, calculat și exprimat în kgCO₂/(m²,an), determinat conform 5.4, se indică clasa de mediu.

F. Consumul anual specific de energie primară din surse regenerabile exprimat în kWh/(m² an), determinat conform capitolului 4.

G. Consumurile specifice de energie primară defalcate pe fiecare tip de instalație din clădire, determinate conform capitolelor 2 și 3, respectiv 5.4.

5.1.2. Recomandări de reducere a consumurilor de energie ale clădirii (ANEXA 1 la CPE)

Anexa 1 a certificatului de performanță energetică cuprinde lista recomandărilor de reducere a consumurilor de energie ale clădirii (unității de clădire sau apartament), cu estimarea economiei de energie prin realizarea măsurilor de creștere a performanței energetice, inclusiv precizări de unde se pot obține informații mai detaliate, precum rentabilitatea recomandărilor formulate, procedura care trebuie urmată pentru punerea în practică a recomandărilor, stimulente financiare sau de altă natură și posibilități de finanțare.

RECOMANDĂRI PENTRU CREȘTEREA PERFORMANȚEI ENERGETICE

1. Soluții recomandate pentru anvelopa întregii clădiri (*auditorul energetic va bifa din lista neexhaustivă de mai jos doar soluțiile potrivite pentru clădirea certificată, lăsându-le neschimbate; auditorul energetic poate completa lista adăugând noi soluții adaptate clădirii certificate*):

- Sporirea rezistenței termice a pereților exteriori peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la exterior
- Sporirea rezistenței termice a plăcii peste subsol, dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolarea la intrados
- Sporirea rezistenței termice a terasei (planșeului sub pod), dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la exterior
- Sporirea rezistenței termice a șarpantei peste mansardă/pod, dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la interior
- Înlocuirea tâmplăriei exterioare existente, cu tâmplărie eficientă energetic
- Montarea pe tâmplăria exterioară sau pe pereții exteriori a grilelor de ventilare higroreglabile pentru evitarea creșterii umidității interioare și asigurarea calității aerului interior

-
- Montarea unor dispozitive de umbrire a fațadelor sau de protecție contra radiației solare pe timpul verii
 - Alte soluții: (auditorul energetic poate completa mai departe lista cu soluții adaptate clădirii certificate)

2. Soluții recomandate pentru instalațiile aferente întregii clădirii (*auditorul energetic va bifa din lista neexhaustivă de mai jos doar soluțiile potrivite pentru clădirea certificată, lăsându-le neschimbate; auditorul energetic poate completa lista adăugând noi soluții adaptate clădirii certificate*):

- Schimbarea conductelor uzate de distribuție a agentului termic pentru încălzire și eventual termoizolarea acestora (idem coloane)
- Schimbarea conductelor uzate de distribuție a apei calde de consum pentru încălzire și eventual termoizolarea acestora (idem coloane)
- Refacerea izolației conductelor de distribuție a agentului termic pentru încălzire aflate în subsolul neîncălzit al clădirii sau în alte spații neîncălzite
- Refacerea izolației conductelor de distribuție a apei calde de consum aflate în subsolul neîncălzit al clădirii sau în alte spații neîncălzite
- Montarea robinetelor cu termostat pe corpurile de încălzire
- Montarea vanelor automate de echilibrare la baza coloanelor de încălzire/răcire
- Asigurarea calității aerului interior prin ventilare naturală organizată, ventilare mecanică sau hibridă
- Montarea debitmetrelor pe racordurile de apă caldă și apă rece
- Montarea contoarelor de căldură
- Utilizarea armăturilor sanitare cu consum redus de apă caldă de consum (utilizarea de dispersoare economice la punctele de consum a.c.c.)
- Înlocuirea garniturilor și repararea armăturilor de a.c.c. defecte, montate pe obiectele sanitare
- Punerea în funcțiune dacă există/realizarea conductei de recirculare a apei calde de consum
- Prevederea unui sistem minim de automatizare/reglare dacă acesta nu există, pentru încălzire/răcire/ventilare
- Schimbarea echipamentelor din centrala termică, dacă există, iar echipamentele sunt uzate fizic și moral, cu echipamente moderne și eficiente energetic
- Schimbarea echipamentelor din centrala de climatizare/ventilare, dacă există, iar echipamentele sunt uzate fizic și moral, cu echipamente moderne și eficiente energetic
- Reglarea/curățarea echipamentelor din centrala termică/de climatizare, dacă există, iar echipamentele funcționează ineficient energetic
- Montarea corpurilor de iluminat cu surse economice în locul celor existente, ineficiente
- Montarea senzorilor de prezență pentru acționarea automată a sistemului de iluminat
- Utilizarea surselor regenerabile de energie pentru creșterea performanței de mediu a clădirii
- Utilizarea echipamentelor de recuperare a energiei termice (recuperatoare aer-aer, recuperatoare apă-apă etc.)

- Curățarea periodică a coșului/coșurilor de evacuare a gazelor de ardere, dacă există
- Alte soluții: (auditorul energetic poate completa mai departe lista cu soluții adaptate clădirii certificate)

3. Măsuri conexe în vederea creșterii în mod direct sau indirect a performanței energetice a clădirii:

A - Măsuri generale de organizare

- informarea utilizatorilor clădirii (proprietari/chiriași) despre avantajele economisirii energiei și reducerii poluării
- încurajarea ocupanților/administratorilor de a utiliza clădirea și instalațiile corect, fiind motivați pentru a reduce consumul de energie
- înțelegerea corectă a modului în care trebuie să funcționeze clădirea atât în ansamblu cât și la nivel de unități individuale
- desemnarea unui reprezentant pentru urmărirea execuției lucrărilor de reabilitare termică în cazul reabilitării energetice a clădirii
- înregistrarea permanentă a consumului de energie, inclusiv analizarea facturilor de energie
- analizarea periodică a contractelor de furnizare a energiei și modificarea lor, dacă este cazul
- asigurarea serviciilor de consultanță energetică din partea unor firme specializate (care să asigure și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor clădirii)
- Alte soluții: (auditorul energetic poate completa mai departe lista cu soluții adaptate clădirii certificate)

B - Măsuri locale de organizare

- demontarea și spălarea echipamentelor de emisie a căldurii (corpuri de încălzire, ventilo-convectoare etc.)
- îndepărtarea obiectelor care împiedică cedarea de căldură a radiatoarelor către încăpere
- introducerea între peretele exterior și radiator a unei suprafețe reflectante care să dirijeze căldura radiantă către încăpere
- echilibrarea termo-hidraulică a corpurilor de încălzire
- înlocuirea obiectelor sanitare
- echilibrarea hidraulică a rețelei de distribuție a apei calde de consum
- Alte soluții: (auditorul energetic poate completa mai departe lista cu soluții adaptate clădirii certificate)

Estimarea costurilor totale (exclusiv TVA) ale măsurilor propuse pentru creșterea performanței energetice:

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> < 1000 Eur | <input type="checkbox"/> 10000-25000 Eur | <input type="checkbox"/> 50000-100000 Eur |
| <input type="checkbox"/> 1000-10000 Eur | <input type="checkbox"/> 25000-50000 Eur | <input type="checkbox"/> > 100000 Eur |

Estimarea economiilor totale de energie:

< 10%

10-20%

30-50%

20-30%

> 50%

Estimarea duratei de recuperare a investiției:

< 1 an

7-10 ani

1-3 ani

> 10 ani

3-7 ani

Enunțarea etapelor care trebuie urmate pentru a pune în practică soluțiile de creștere a performanței energetice și a celei de mediu:

(auditorul energetic va completa mai departe lista cu etapele adaptate clădirii certificate)

.....

Informații privind stimulentele financiare sau de altă natură și posibilitățile de finanțare:

(auditorul energetic va completa mai departe lista cu stimulentele financiare și posibilitățile de finanțare valabile în cazul clădirii certificate)

.....

5.1.3. Date tehnice privind evaluarea performanței energetice a clădirii/obiectului evaluat (ANEXA 2-anexa tehnică a CPE) – cazul clădirilor/unităților de clădiri

INFORMAȚII TEHNICE PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ

A. DATE PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ

Categoria clădirii:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Clădire rezidențială | <input type="checkbox"/> casă individuală |
| | <input type="checkbox"/> casă înșiruită/cuplată |
| | <input type="checkbox"/> bloc de locuințe |
| | <input type="checkbox"/> cămin / internat |
| | <input type="checkbox"/> alt tip, precizați |

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Clădire de învățământ | <input type="checkbox"/> școală |
| | <input type="checkbox"/> grădiniță |
| | <input type="checkbox"/> creșă |
| | <input type="checkbox"/> învățământ superior |
| | <input type="checkbox"/> alt tip, precizați |

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Clădire de birouri | <input type="checkbox"/> clădire administrativă / birouri |
| | <input type="checkbox"/> sediu al administrației publice centrale |
| | <input type="checkbox"/> prefectură, consiliu județean |
| | <input type="checkbox"/> primărie, consiliu local |
| | <input type="checkbox"/> unitate bancară sau de asigurări |
| | <input type="checkbox"/> oficiu de poștă |
| | <input type="checkbox"/> alt tip, precizați |

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Clădire pentru sănătate | <input type="checkbox"/> spital |
|--|---------------------------------|

- policlinică, dispensar
- cabinet medical
- farmacie, laborator
- centru de îngrijire
- alt tip, precizați

- Clădire pentru turism
 - hotel/motel
 - restaurant
 - cabană turistică, pensiune
 - alt tip, precizați

- Clădire pentru sport
 - sală de sport, agrement
 - bazin de înot
 - alt tip, precizați

- Clădire pentru comerț
 - magazin comercial mic (< 120 m²)
 - magazin mare (super/hyper market, mall)
 - alt tip, precizați

- Alte tipuri de clădiri
 - clădire pentru cultură (bibliotecă, teatru, cinematograf, muzeu)
 - depozit
 - alte clădiri cu funcțiuni tehnice

Zona climatică în care este amplasată clădirea:	I	II	III	IV	V
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regimul de înălțime al clădirii (Demisol, Subsol, Parter, Etaj, Mansarda/Pod <i>(se completează numărul acestora)</i>)	D	S	P	E	M/P
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input type="checkbox"/>

- Anul construcției/ultimei renovări majore:
- Structura constructivă a clădirii
 - pereți structurali din zidărie
 - cadre din beton armat
 - structura de lemn
 - alt tip, precizați
 - pereți structurali din beton armat
 - stâlpi și grinzi
 - structura metalică
- Număr & tip de apartamente/unități clădire și suprafețe utile de referință:

Tip apart/ unitate	Aria utilă de ref. a unui apart/unit [m ²]	Număr de apart/unit similare	Aria utilă de referință totală [m ²]
--------------------	--	------------------------------	--

1 cam.			
...			
5 cam.			
Birou			
Depozit			
.....			

- Suprafața utilă de referință a clădirii sau a unității de clădire:m²
- Volumul total de referință al clădirii sau al unității de clădire:m³
- Caracteristicile geometrice și termotehnice ale anvelopei:

Tip element de construcție	Rezistența termică corectată, calculată [m ² K/W]	Rezistența termică corectată, normată [m ² K/W]	Aria [m ²]
PE 1			
PE 2			
FE			
UE			
TE			
Sb			
CS			
...			

- Factorul de formă al clădirii, S_E / V:m⁻¹
- Detalierea consumului anual total specific de energie primară [kWh/m²an]

Tip sistem de instalații	Clădirea reală			Clădirea de referință		
	Consum specific energie finală	Consum specific energie primară	Clasa de performanță energetică	Consum specific energie finală	Consum specific energie primară	Clasa de performanță energetică
1	Încălzire					
2	Apă caldă de consum					
3	Răcire					
4	Ventilare mecanică					
5	Iluminat artificial					
TOTAL						

□ Numărul maxim real/normat de persoane din clădire/zonă :pers.

B. DATE PRIVIND INSTALAȚIA INTERIOARĂ DE ÎNCĂLZIRE

- Existența instalației de încălzire
 - Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se consideră o instalație virtuală de încălzire (ex. încălzire electrică)
- Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:
 - Centrala murală individuală
 - Sursă electrică
 - Centrală termică proprie în clădire, cu combustibil
 - Centrală termică de cartier
 - Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central
 - Altă sursă sau sursă mixtă
- Tipul sistemului de încălzire:
 - Încălzire locală cu sobe
 - Încălzire cu alte aparate individuale, independente, tip
 - Încălzire individuală cu corpuri statice
 - Încălzire centrală cu corpuri statice
 - Încălzire centrală cu aer cald, cu aparate tip
 - Încălzire cu radiație de tip
 - Alt tip de sistem de încălzire

Există apartamente debransate în condominiu	<input type="checkbox"/>
Nu există apartamente debransate în condominiu	<input type="checkbox"/>

□ Date privind instalația de încălzire locală cu sobe:

- Numărul sobelor
- Tipul sobelor *[se completează în tabel].*

□ Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip corp static	A. Număr corpuri statice [buc.]			B. Suprafață echivalentă termic [m²]		
	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total

- Tip distribuție a agentului termic de încălzire
 - inferioară
 - superioară
 - mixtă
- Necesarul de căldură de calculkW

Puterea termică pentru încălzire, instalată în apartament kW

Racord la sursa centralizată cu căldură: racord unic
 multiplu: puncte
- diametru nominal: mm
- disponibil de presiune (nominal): mmCA

Contor de căldură există
 nu există
 nu este cazul

Repartitoare de costuri există (cu/fără viză metrologică)
 nu există
 nu este cazul

Elemente de reglaj termic și hidraulic
 la nivel de racord// sursă de căldură
 la nivelul coloanelor
 la nivelul corpurilor statice

Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite m

Diametru tronson [mm]				
Lungime tronson [m]				

- Debitul nominal de agent termic de încălzire l/h
- Curba medie normală de reglaj pentru debitul nominal de agent termic:

Temp. ext. [°C]	-15	-10	-5	0	+5	+10
Temp. tur [°C]						
Q _{inc.} mediu orar [W]						

Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu/plafon/perete încălzitor:

- Aria planșeului/plafonului/peretelui încălzitor: m²
- Lungimea și diametrul nominal al serpentinelor încălzitoare

Tip distribuție a agentului termic de încălzire inferioară
 superioară mixtă

Necesarul de căldură de calcul kW

Puterea termică pentru încălzire, instalată în clădire kW (termic sau electric)

Gradul de ocupare al spațiului încălzit [programul de funcționare al instalației de încălzire]

Zona	Zi de lucru	Noaptea	Zi de weekend
Programul (h)				
Temperatura interioară (grdC)				

- Racord la sursa centralizată cu căldură: racord unic
 multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - disponibil de presiune (nominal):mmCA
- Contor de căldură există (cu/fără viză metrologică)
 nu există
 nu este cazul
- Repartitoare de costuri există (cu/fără viză metrologică)
 nu există
 nu este cazul
- Elemente de reglaj termic și hidraulic
 la nivel de racord// sursă de căldură
 la nivelul coloanelor
 la nivelul corpurilor statice
 nu există
 nu este cazul
- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite m

Diametru tronson [mm]					
Lungime tronson [m]					

- Debitul nominal de agent termic de încălzire l/h
- Curba medie normală de reglaj pentru debitul nominal de agent termic:

	-15	-10	-5	0	+5	+10
Temp. tur [°C]						
Q _{inc. mediu orar} [W]						

- Date privind instalația de încălzire interioară cu plașeu/plafon/perete încălzitor:
 - Aria plașeelor/plafoanelor/pereților de încălzire:m²
 - Lungimea și diametrul nominal (tipul) al serpentinei încălzitoare (conductorilor electrici)

(Tip conductori electrici)				
----------------------------	--	--	--	--

- Date privind instalația de încălzire interioară cu plașeu/plafon/perete încălzitor:

- Lungimea și tipul cablurilor electrice încălzitoareml / tip :
- Date privind instalația de încălzire cu tuburi radiante:
 - Tip/putere tub radiant:/..... kW/tub (sau ml)
 - Număr/lungime tuburi radiante:/..... m
- Date privind instalația de încălzire cu generatoare de aer cald:
 - Tip/putere generator aer cald/..... kW/tub (sau ml)
 - Număr/debit aer/..... m³/h
- Tipul elementelor de reglaj termic din dotarea instalației:.....
- Alte informații privind instalația de încălzire:

C. DATE PRIVIND INSTALAȚIA PENTRU APA CALDĂ DE CONSUM

- Existența instalației de apă caldă de consum
 - Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se consideră o instalație virtuală de a.c.c. (ex. preparare a.c.c. pe plită)
- Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum:
 - Centrala murală individuală
 - Sursă electrică
 - Centrală termică proprie în clădire, cu combustibil
 - Centrală termică de cartier
 - Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central
 - Altă sursă sau sursă mixtă:
- Tipul sistemului de preparare a apei calde de consum:
 - Boiler cu acumulare
 - Preparare locală cu aparate de tip instant a.c.c.
 - Preparare locală pe plită
 - Alt sistem de preparare a.c.c.
- Numărul de obiecte sanitare - pe tipuri:

Lavoare	[nr.]
Spălătoare	[nr.]
Bideuri	[nr.]
Pisoare	[nr.]
Duș	[nr.]
Cadă de baie	[nr.]
Rezervor WC	[nr.]
Masina de spalat vase	[nr.]

Masina de spalat rufe	[nr.]
-----------------------	-------

- Număr total de puncte de consum a.c.c.:
- Puterea termică necesară pentru prepararea a.c.c. kW
- Puterea termică pentru a.c.c., instalată în clădire kW
- Racord la sursa centralizată cu căldură: racord unic
 multiplu:puncte
- diametru nominal:mm
- necesar de presiune (nominal):mmCA
- Conducta de recirculare a a.c.c.: funcțională
 există dar nu funcționează
 nu există
- Contor general de căldură pentru a.c.c.: există
 nu există
 nu este cazul
- Debitmetre la nivelul punctelor de consum: nu există
 parțial
 peste tot

D. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE RĂCIRE/CLIMATIZARE

- Existența instalației de răcire/climatizare
 Da (funcțională sau nefuncțională)
 Nu – se ignoră consumul de energie pentru răcire/climatizare
- Timpul într-un an în care temperatura interioară depășește 26grdC:
- Volumul util al clădirii/zonei climatizate :m³
- Gradul de ocupare al spațiului răcit și programul de funcționare al instalației de climatizare/răcire

Zona	Zi de lucru	Noaptea	Zi de weekend
Programul [h]				
Temperatura interioară [grdC]				
Grad de ocupare zilnic/săptămânal/lunar [m ² /pers]				

- Racord la sursa centralizată de frig: racord unic
 multiplu:puncte
- diametru nominal:mm

- disponibil de presiune (nominal):mmCA

- Contor de căldură
 - există (cu/fără viză metrologică)
 - nu există
 - nu este cazul

- Elemente de reglaj termic și hidraulic
 - la nivel de racord// sursă de căldură
 - la nivelul coloanelor
 - la nivelul aparatelor terminale
 - nu există
 - nu este cazul

- Spații climatizate cu destinații speciale:
 - Camere curate
 - Bucătărie mare
 - Piscină
 - Sala servere
 - Altele

- Spațiu climatizat:
 - Complet (exclusiv spații comune)
 - Global (inclusiv spații comune)
 - Parțial: [se menționează spațiile climatizate]

- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al tratării aerului:
 - Fără controlul umidității interioare (tratate simplă)
 - Cu control parțial al umidității (ex. numai iarna)
 - Cu control al umidității (tratate complexă)

- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al agenților de răcire, componenței și reglării:
 - Instalație de climatizare aer-apă
 - Numărul de conducte de apă caldă sau/și rece:
 - instalație cu aer primar (proaspăt) instalație fără aer primar
 - instalație cu reglare pe partea de apă instalație cu reglare pe partea de aer
 - instalație cu ventilo-convectoare instalație cu ejectoare (incl. grinzi de răcire)
 - Instalație de climatizare numai aer
 - variabil (VAV) constant (CAV)
 - cu aer primar (proaspăt) instalație fără aer primar,
 - 1 canal de aer (cald sau rece) 2 canale de aer (cald și rece)
 - cu asigurarea aerului prin
 - ventilatoare zonale
 - baterii de încălzire zonale
 - 2 canale de aer cu 1 ventilator de refulare
 - baterii de încălzire și răcire zonale

- 2 canale de aer cu 2 ventilatoare de refulare
- Instalație de răcire numai apă, prin radiație (plafon, pardoseală, pereți)
- Instalație de climatizare cu detentă directă
- Numărul de unități de climatizare (pentru unități tip split)
 - Număr unități interioare
 - Număr unități exterioare
 - Nu este cazul.
- Tip agent frigorific utilizat:
 - Ecologic
 - Neecologic
- Necesarul de frig pentru răcire:kW
- Puterea frigorifică totală instalată în clădire:kW
- [se completează în tabel – pe spații distincte]
- Tip generare frig

<input type="checkbox"/> Chiller cu condensator răcit cu aer	<input type="checkbox"/> Chiller cu condensator răcit cu apă
<input type="checkbox"/> Unități exterioare de condensare	<input type="checkbox"/> Pompă de căldură aer-apă
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură apă-apă	<input type="checkbox"/> Pompă de căldură aer-aer
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură apă-aer	<input type="checkbox"/> Pompă de căldură sol-apă
<input type="checkbox"/> Instalație frigorifică cu absorbție	<input type="checkbox"/> Instalație frigorifică cu compresie mecanică
<input type="checkbox"/> Instalație monobloc	<input type="checkbox"/> Instalație SPLIT
<input type="checkbox"/> Altele (Ex. Dessicant cooling)	
- Valoarea nominală a coeficientului de performanță al instalației de climatizare (medie):
[se completează în tabel – în cazul existenței mai multor aparate de climatizare]
- Există posibilitatea contorizării individuale a consumatorilor:
 - da nu

E. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE VENTILARE MECANICĂ

- Existența instalației de ventilare
 - Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se ignoră consumul de energie pentru ventilare
- Debitul minim de aer proaspăt necesar ventilării clădirii conform normelor legale, în condiții nominale:m³/h
- Debitul minim de aer proaspăt asigurat de sistemul de ventilare din clădire:m³/h
- Tipul sistemului de ventilare a spațiilor:

- Exclusiv prin aerisire manuală
- Naturală organizată
- Mecanică
 - Cu 1 circuit, în suprapresiune
 - Cu 2 circuite, în suprapresiune
 - Cu 2 circuite, echilibrată
 - Cu 1 circuit, în depresiune
 - Cu 2 circuite, în depresiune
 - Alt tip:
- Numărul total de ventilatoare din instalația de ventilare [buc.]
- Puterea electrică totală instalată a ventilatoarelorkW
- Caracteristici ale instalației de ventilare:
 - automatizare în funcție de orar de funcționare
 - acționare manuală simplă pornit/oprit
 - acționare cu temporizare
 - ventilatoare cu consum electric redus
 - ventilatoare cu jaluzele de reglare automată.
- Recuperator de căldură:
 - Da
 - Tip:
 - Eficiență declarată [%]:
 - Nu

F. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE ILUMINAT

- Tipul sistemului de control/reglare a sistemului de iluminat
 - Fără reglare (on/off)
 - Reglare manuală
 - Automat funcție de nivelul de iluminare naturală
 - Alt tip, precizați
- Tipul sistemului de iluminat artificial
 - Fluorescent
 - LED
 - Incandescent
 - Mixt
- Starea rețelei electrice / starea rețelei de conductori pentru realizarea iluminatului
 - Bună
 - Uzată
 - Date indisponibile
- Puterea electrică totală necesară a sistemului de iluminat artificial, corespunzător utilizării normale a spațiilor/asigurării nivelului de iluminare normat:kW
- Puterea electrică instalată totală a sistemului de iluminat artificial:kW

G. INFORMAȚII PRIVIND SURSELE REGENERABILE DE ENERGIE

- Sistemul de panouri termosolare

Nu există

Există

- Tip panou
- Număr panouri
- Mod montare
- Orientare
- Utilizate pentru

Sistemul de panouri fotovoltaice

Nu există

Există

- Tip panou
- Număr panouri
- Mod montare
- Orientare
- Utilizate pentru

Pompa de căldură

Nu există

Există

Tip pompă de căldură

sol-apa (buclă deschisă)

sol-apa (buclă închisă)

aer-apă

aer-aer

apă-aer

sol-aer

alt tip, precizați

- Număr pompe de căldură
- Utilizată/e pentru

Sistemul de utilizare a biomasei

Nu există

Există

Tip biomasă utilizată

peleți

brichete

alt tip, precizați

Alte echipamente care utilizează surse regenerabile de energie

(auditorul energetic va completa mai departe lista cu alte echipamente care utilizează sursele regenerabile)

.....

Energia termică exportată:

.....kWh/an (produsă on-site)

- Energia electrică exportată: kWh_e/an (produsă on-site)
- Energia termică exportată din surse regenerabile kWh_t/an (produsă on-site)
- Energia electrică exportată din surse regenerabile kWh_e/an (produsă on-site)
- Indicatorul energiei primare EP_P pt clădiri nZEB kWh/(m², a)
- Indicele RER_P pentru clădiri nZEB: %

5.1.4. Date tehnice privind evaluarea performanței energetice a clădirii/obiectului evaluat (ANEXA 2: Anexa tehnică a CPE) – cazul apartamentelor

A. Date privind clădirea

- Categoria clădirii:
 - Clădire rezidențială
 - casă înșiruită/cuplată
 - bloc de locuințe
 - cămin / internat
 - alt tip, precizați
 - Clădire mixtă care include
 - birouri
 - alte categorii de spații, precizați

Zona climatică în care este amplasată clădirea:	I	II	III	IV	V
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regimul de înălțime al clădirii (Demisol, Subsol, Parter, Etaj, Mansarda/Pod <i>(se completează numărul acestora)</i>)	D	S	P	E	M/P
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input type="checkbox"/>

- Anul construcției:
(se menționează eventual anul reabilitării anterioare certificării energetice)

- Structura constructivă a clădirii
 - pereți structurali din zidărie
 - cadre din beton armat
 - structura de lemn
 - alt tip, precizați
 - pereți structurali din beton armat
 - stâlpi și grinzi
 - structura metalica

- Număr & tip de apartamente și suprafețe utile de referință:

Tip apartament	Aria utilă de ref. a unui apartament [m ²]	Număr de apartamente similare	Aria utilă de referință totală [m ²]
1 cam.			
...			

5 cam.			
<i>TOTAL</i>			

□ Suprafața utilă de referință a apartamentului :m²

□ Volumul total de referință al apartamentului :m³

□ Caracteristicile geometrice și termotehnice ale anvelopei apartamentului :

Tip element de construcție	Rezistența termică corectată, calculată [m ² K/W]	Rezistența termică corectată, normată [m ² K/W]	Aria [m ²]
PE 1			
PE 2			
FE			
UE			
TE			
Sb			
CS			
...			
<i>Aria totală a anvelopei, S_E [m²]</i>			

□ Factorul de formă al clădirii, S_E / V: m⁻¹

□ Detalierea consumului anual total specific de energie primară [kWh/m²an]

Tip sistem de instalații		Clădirea reală		
		Consum specific energ. finală	Consum specific energ. primară	Clasa de performanță energetică
1	Încălzire			
2	Apă caldă de consum			
3	Răcire			
4	Ventilare mecanică			
5	Iluminat artificial			
TOTAL				

B. Date privind instalația interioară de încălzire

- Existența instalației de încălzire
- Da (funcțională sau nefuncțională)
- Nu – se consideră o instalație virtuală de încălzire (ex. încălzire electrică)
- Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:
- Centrala murală individuală
- Centrală termică proprie a clădirii, cu combustibil
- Centrală termică de cartier
- Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central
- Altă sursă sau sursă mixtă
- Tipul sistemului de încălzire:
- Încălzire locală cu sobe sau alte aparate de încălzire (convectoare pe gaze etc.)
- Încălzire individuală cu corpuri statice
- Încălzire centrală cu corpuri statice
- Încălzire centrală cu aer cald
- Încălzire cu radiație de tip
- Alt sistem de încălzire, precizați
- Date privind instalația de încălzire locală cu sobe:
- Numărul sobelor
- Tipul sobelor [*se completează în tabel*].
- Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip corp static	C. Număr corpuri statice [buc.]			D. Suprafață echivalentă termic [m ²]		
	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total

- Tip distribuție a agentului termic de încălzire
- inferioară
- superioară
- mixtă
- Necesarul de căldură de calculkW
- Puterea termică pentru încălzire, instalată în apartamentkW
- Racord la sursa centralizată cu căldură: racord unic
- multiplu: puncte
- diametru nominal:mm
- disponibil de presiune (nominal):mmCA

- Contor de căldură
 - există
 - nu există
 - nu este cazul

- Repartitoare de costuri
 - există (cu/fără viză metrologică)
 - nu există
 - nu este cazul

- Elemente de reglaj termic și hidraulic
 - la nivel de racord// sursă de căldură
 - la nivelul coloanelor
 - la nivelul corpurilor statice

- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite m

Diametru tronson [mm]				
Lungime tronson [m]				

- Debitul nominal de agent termic de încălzire l/h
- Curba medie normală de reglaj pentru debitul nominal de agent termic:

Temp. ext. [°C]	-15	-10	-5	0	+5	+10
Temp. tur [°C]						
Q _{inc.} mediu orar [W]						

- Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu/plafon/perete încălzitor:
 - Aria planșeului/plafonului/peretelui încălzitor:m²
 - Lungimea și diametrul nominal al serpentinelor încălzitoare

Diametru serpentină. [mm]				
Lungime [m]				

- Lungimea și tipul cablului electric încălzitorml / tip
- Tipul elementelor de reglaj termic din dotarea instalației:
- Alte informații privind instalația de încălzire:

C. Date privind instalația pentru apa caldă de consum

- Existența instalației de apă caldă de consum
 - Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se consideră o instalație virtuală de preparare a.c.c. (ex. plită)
- Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum:

-
- Centrala murală individuală
 - Centrală termică proprie în clădire, cu combustibil
 - Centrală termică de cartier
 - Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central
 - Altă sursă sau sursă mixtă:
 - Tipul sistemului de preparare a apei calde de consum:
 - Din sursă centralizată
 - Centrală termică proprie
 - Boiler cu acumulare
 - Preparare locală cu aparate de tip instant a.c.c.
 - Preparare locală pe plită
 - Alt sistem de preparare a.c.c.
 - Numărul de obiecte sanitare - pe tipuri:
 - Puncte de consum a.c.c.:
 - Racord la sursa centralizată cu căldură: racord unic
 multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - necesar de presiune (nominal):mmCA
 - Conducta de recirculare a a.c.c.: funcțională
 există dar nu funcționează
 nu există
 - Contor general de căldură pentru a.c.c.: există
 nu există
 nu este cazul
 - Debitmetre la nivelul punctelor de consum: nu există
 parțial
 peste tot

D. Informații privind instalația de răcire/climatizare

- Existența instalației de climatizare
 - Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se ignoră consumul de energie pentru răcire
- Timpul într-un an în care temperatura interioară depășește 26grdC: :
- Spațiu climatizat:
 - Complet (exclusiv spații comune)
 - Global (inclusiv spații comune)
 - Parțial: [se menționează spațiile climatizate]

- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al tratării aerului:
- Fără controlul umidității interioare (tratate simplă)
 - Cu control parțial al umidității (ex. numai iarna)
 - Cu control al umidității (tratate complexă).
- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al agenților de răcire, componenței și reglării:
- Instalație de climatizare aer-apă
 - numărul de conducte de apă caldă sau/și rece:
 - instalație cu aer primar (proaspăt) instalație fără aer primar
 - instalație cu reglare pe partea de apă instalație cu reglare pe partea de aer
 - instalație cu ventilo-convectoare instalație cu ejectoare (incl. grinzi de răcire)
 - Instalație de climatizare numai aer
 - Instalație
 - cu debit de aer variabil (VAV) cu debit de aer constant (CAV)
 - Instalație
 - cu aer primar (proaspăt) fără aer primar,
 - Instalație cu
 - 1 canal de aer (cald sau rece) 2 canale de aer (cald și rece)
 - Instalație cu asigurarea aerului prin
 - ventilatoare zonale
 - baterii de încălzire zonale
 - 2 canale de aer cu 1 ventilator de refulare
 - baterii de încălzire și răcire zonale
 - 2 canale de aer cu 2 ventilatoare de refulare.
- Numărul de unități de climatizare (pentru unități tip split)
- Număr unități interioare
 - Număr unități exterioare
 - Nu este cazul.
- Necesarul de frig pentru răcire:kW
- Puterea frigorifică totală instalată în apartament:kW
- Valoarea nominală a coeficientului de performanță al instalației de climatizare (medie):
- Există posibilitatea contorizării individuale a consumatorilor:
- da nu

E. Informații privind instalația de ventilare mecanică

- Existența instalației de ventilare
- Da (funcțională sau nefuncțională)

- Nu – se ignoră consumul de energie pentru ventilare
- Debitul minim de aer proaspăt necesar ventilării apartamentului conform normelor legale, în condiții nominale:m³/h
- Debitul minim de aer proaspăt asigurat de sistemul de ventilare din clădire:m³/h
- Tipul sistemului de ventilare a spațiilor apartamentului:
- Exclusiv prin aerisire manuală
 - Naturală organizată
 - Mecanică
 - Cu 1 circuit, în suprapresiune
 - Cu 1 circuit, în depresiune
 - Cu 2 circuite, în suprapresiune
 - Cu 2 circuite, în depresiune
 - Cu 2 circuite, echilibrată
 - Alt tip:
- Numărul total de ventilatoare din instalația de ventilare [buc.]
- Puterea electrică totală instalată a ventilatoarelorkW
- Caracteristici ale instalației de ventilare:
- automatizare în funcție de orar de funcționare
 - acționare manuală simplă pornit/oprit
 - acționare cu temporizare
 - ventilatoare cu consum electric redus
 - ventilatoare cu jaluzele de reglare automată.
- Recuperator de căldură:
- Da
 - Tip:
 - Eficiență declarată [%]:
 - Nu

F. Informații privind instalația de iluminat

- Tipul sistemului de control/reglare a sistemului de iluminat
- Fără reglare (on/off)
 - Reglare manuală
 - Automat funcție de nivelul de iluminare naturală
 - Alt tip, precizați
- Tipul sistemului de iluminat artificial
- Fluorescent Incandescent
 - LED Mixt
- Starea rețelei electrice / starea rețelei de conductori pentru realizarea iluminatului
- Bună Uzată Date indisponibile

- Puterea electrică totală necesară a sistemului de iluminat artificial, corespunzător utilizării normale a spațiilor/ asigurării nivelului de iluminare normat: kW
- Puterea electrică instalată totală a sistemului de iluminat artificial: kW

G. Informații privind sursele regenerabile de energie instalate în clădirea rezidențială multifamilială

Sistemul de panouri termosolare

- Nu există
- Există
- Tip panou
 - Număr panouri
 - Mod montare
 - Orientare
 - Utilizate pentru

Sistemul de panouri fotovoltaice

- Nu există
- Există
- Tip panou
 - Număr panouri
 - Mod montare
 - Orientare
 - Utilizate pentru

Pompa de căldură

- Nu există
- Există
- Tip pompă de căldură

<input type="checkbox"/> sol-apa (buclă deschisă)	<input type="checkbox"/> sol-apa (buclă închisă)
<input type="checkbox"/> aer-apă	<input type="checkbox"/> aer-aer
<input type="checkbox"/> apă-aer	<input type="checkbox"/> sol-aer
<input type="checkbox"/> alt tip, precizați	.....
 - Număr pompe de căldură
 - Utilizată/e pentru

Sistem de utilizare a biomasei

- Nu există
- Există
- Tip biomasă utilizată

<input type="checkbox"/> peleți	<input type="checkbox"/> brichete
<input type="checkbox"/> alt tip, precizați	.....

- Alte echipamente care utilizează surse regenerabile de energie

(auditorul energetic va completa mai departe lista cu alte echipamente care utilizează sursele regenerabile)

.....

5.2. Clădirea de referință

Clădirea de referință reprezintă o clădire virtuală asociată unei clădiri reale care este analizată din punctul de vedere al performanței energetice.

Clădirea de referință, corespunzătoare clădirii certificate, are următoarele caracteristici:

- 1- Aceeași formă geometrică, volum și arie totală a anvelopei ca și clădirea reală;
- 2- Ariile suprafețelor elementelor de construcție care alcătuiesc anvelopa sunt aceleași cu cele ale clădirii reale (verificandu-se și asigurandu-se respectarea raportului dintre aria suprafețelor translucide față de aria utilă, în funcție de destinația clădirii - Tabel 5.5);
- 3- Aceeași orientare față de punctele cardinale ca și clădirea reală precum și aceeași amplasare geografică;
- 4- Cerințele de performanță energetică pentru clădire și elemente de anvelopă ale acesteia, se consideră identice cu cerințele minime de performanță energetică pentru clădiri și elemente de anvelopă ale acestora din *capitolul 2.2*;
- 5- Cerințele referitoare la debitul de aer proaspăt să respecte prevederile minime din I5/2010 cu modificările și completările ulterioare, în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică;
- 6- Factorii de conversie în energie primară și factorul de emisie CO₂ corespunzător fiecărui tip de combustibil sau sursă energetică, precum și pentru cel atribuit fiecărui agent frigorific (refrigerent), aferent scurgerilor (pierderilor) de agenți frigorifici (refrigerenți) din instalațiile frigorifice și de aer condiționat, se consideră cei prevăzuți în *capitolul 5 tabel 5.11*;
- 7- Instalația de încălzire este considerată a fi racordată la sistemul de termoficare pentru clădirile colective din sectorul rezidențial. Pentru clădirile cu sistem propriu de încălzire se consideră dotările și parametrii de funcționare conform reglementărilor tehnice în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică, echipamentele având caracteristicile echipamentelor moderne noi (randamentul de producere a căldurii aferent centralei termice este caracteristic echipamentelor moderne noi; nu sunt pierderi de fluid în instalațiile interioare);
- 8- În cazul clădirilor racordate la rețeaua de termoficare, instalația interioară este dotată cu contor de căldură general (la nivelul racordului la instalațiile interioare) pentru încălzire și apă caldă de consum la nivelul racordului la instalațiile interioare, în aval de stația termică compactă;
- 9- Instalația de încălzire interioară este dotată cu elemente de reglaj termic și hidraulic (RPD) atât la baza coloanelor de distribuție (în cazul clădirilor colective), cât și la nivelul corpurilor statice; de asemenea, fiecare corp de încălzire este dotat cu repartitoare de costuri de încălzire;
- 10- În cazul în care se impune climatizarea spațiilor ocupate, sistemul de climatizare este dimensionat conform reglementărilor tehnice în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică, echipamentele având caracteristicile echipamentelor moderne noi;

- 11-** Instalația de apă caldă de consum este caracterizată de dotările și parametrii de funcționare conform reglementărilor tehnice în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică, echipamentele având caracteristicile echipamentelor moderne noi;
- 12-** În cazul clădirilor de locuit colective, instalația de apă caldă este dotată cu debitmetre înregistratoare montate pe punctele de consum de apă caldă din apartamente;
- 13-** Instalația de ventilație mecanică este caracterizată de dotările și parametrii de funcționare conform reglementărilor tehnice în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică, echipamentele având caracteristicile echipamentelor moderne noi; sistemul de ventilație este prevăzut cu recuperator de căldură;
- 14-** Instalația de iluminat este caracterizată de dotările și parametrii de funcționare conform reglementărilor tehnice în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică, echipamentele având caracteristicile echipamentelor moderne noi, lampi LED. Pentru clădirile din sectorul terțiar se iau în considerare celule foto de iluminare cu senzor lumină naturală și control automat cu senzori de prezență, cel puțin unul în fiecare încăpere, iar pe suprafețe mari, cel puțin unul la 30m²;
- 15-** Conductele de distribuție din spațiile neîncălzite (ex. subsolul tehnic) sunt izolate termic cu material caracterizat de conductivitate termică $\lambda_{iz} \leq 0,05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, având o grosime de minimum 0,75 ori diametrul exterior al conductei;
- 16-** Sursa de căldură pentru încălzire și preparare a apei calde de consum este, după caz:
- stație termică compactă racordată la sistem districtual de alimentare cu căldură, în cazul clădirilor reale racordate la astfel de sisteme districtuale,
 - centrală termică proprie funcționând cu combustibil gazos (gaze naturale sau GPL) și cu preparare a apei calde de consum cu boiler cu acumulare, pentru clădiri care nu sunt racordate la un sistem de încălzire districtuală.

Tabel 5.5. Raportul dintre aria ferestrelor și aria pardoselii încăperilor în funcție de destinația acestora/funcțiuni (în baza STAS 6221-89)

Destinația încăperilor	Raportul dintre aria ferestrelor și aria pardoselii încăperii
Încăperi la locuințe:	
- de locuit	1/7
- celelalte încăperi	1/9
- scări	1/12
Încăperi de lucru:	
- birou, laborator, bibliotecă, atelier, cabinet medical	1/6
- la laboratoare de cercetări și control	1/3,5
Încăperi de învățământ:	
- săli de clasă, săli de desen sau lucru manual, laboratoare	1/3,5
- coridoare	1/9
Încăperi de creșe, grădinițe, cămine:	
- săli de joc la grădinițe	1/3,5
- spălător, cameră duș, WC, vestiar, coridor	1/9
- magazii de efecte, depozit combustibil	1/11

Încăperi de spitale și instituții medicale: - saloane bolnavi, camere de zi, camere de așteptare, camere personal, săli de tratament - saloane bolnavi TBC, saloane copii bolnavi - săli de naștere, intervenții și pansamente, laboratoare – farmacii - alte încăperi afară de sălile de operații cu anexele lor		1/6,5 1/6,5 1/4,5 1/8
Încăperi la clădiri administrative		1/8
Biblioteci – săli de lectură		1/5,5
Săli de sport: - săli de gimnastică și sport - săli de haltere, box, scrimă, ping-pong - vestiare, dușuri - cabinet medical		1/5,5 1/4,5 1/11 1/6
Încăperi de restaurante, cantine: - săli de mese - laboratoare de preparare		1/7 1/5
Încăperi la hoteluri: - camere, săli comune		1/7

Ca și în cazul clădirii reale certificate, consumul specific anual total de energie primară, notat $c_T(j)$ pentru certificarea performanței energetice a clădirii de referință se determină prin însumarea consumurilor specifice de energie primară virtuale corespunzătoare utilităților existente/aplicabile în clădirea certificată, $c_i(j)$.

5.3. Clase energetice aferente diverselor categorii de clădiri/unități de clădire

Definirea claselor energetice se realizează pe utilități și pe categorii de clădiri.

Categoria clădirii:

1-Clădire de locuit

2-Clădire de birouri

3-Spațiu comercial mic/mare (<120 m² sau ≥120 m²)

4-Clădire de învățământ

5-Clădire pentru sănătate

6-Clădire pentru turism

Utilitatea energetică:

1-încălzirea spațiilor

2-apa caldă de consum menajer

3-răcire

4-ventilare mecanică

5-iluminat artificial

Luarea în considerare a unei utilități în clădire, în funcție de existența sistemului / instalației respective, se consideră în funcție de parametrul:

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{dacă există sistem/instalație pentru furnizarea utilității } i \text{ în clădire,} \\ \end{cases}$$

0, dacă în clădire nu există sistem/instalație pentru furnizarea utilității i .

Tabel 5.6. Valori δ_i

Utilități Caz	Încălzire	Apă caldă de consum	Climatizare	Ventilare mecanică	Iluminat
1	$\delta_1 = 1$	$\delta_2 = 1$	$\delta_3 = 0$	$\delta_4 = 0$	$\delta_5 = 1$
2	$\delta_1 = 1$	$\delta_2 = 1$	$\delta_3 = 1$	$\delta_4 = 0$	$\delta_5 = 1$
3	$\delta_1 = 1$	$\delta_2 = 1$	$\delta_3 = 0$	$\delta_4 = 1$	$\delta_5 = 1$
4	$\delta_1 = 1$	$\delta_2 = 1$	$\delta_3 = 1$	$\delta_4 = 1$	$\delta_5 = 1$

Clasele energetice și de mediu pentru diverse categorii de clădiri sunt definite în *tabelele 5.7...5.13*.

Tabelul 5.7 Clase energetice și de mediu pentru clădiri de locuit individuale

Energie primară totală, kWh/(m²an)														
Utilități tehnice	Clase energetice													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 162	162	229	229	324	324	458	458	648	648	916	916	1296	>1296
Încălzire	< 125	125	177	177	250	250	354	354	500	500	707	707	1000	>1000
Răcire	< 5	5	7	7	10	10	15	15	21	21	30	30	42	> 42
Ventilare	< 5	5	7	7	10	10	14	14	20	20	28	28	40	> 40
ACC	< 22	22	31	31	43	43	61	61	86	86	122	122	173	> 173
Iluminat	< 5	5	7	7	10	10	15	15	21	21	29	29	41	> 41
Emisii de CO₂, kg/(m²an)														
Emisii CO ₂	Niveluri de poluare													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 35	35	49	49	69	69	98	98	139	139	196	196	277	> 277

Tabelul 5.8 Clase energetice și de mediu pentru clădiri de locuit colective

Energie primară totală, kWh/(m²an)														
Utilități tehnice	Clase energetice													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 96	96	136	136	192	192	271	271	383	383	542	542	767	> 767
Încălzire	< 57	57	80	80	114	114	161	161	227	227	321	321	454	> 454
Răcire	< 2	2	3	3	5	5	7	7	10	10	13	13	19	> 19
Ventilare	< 5	5	7	7	10	10	14	14	20	20	28	28	40	> 40
ACC	< 25	25	36	36	51	51	72	72	102	102	144	144	203	> 203
Iluminat	< 6	6	9	9	12	12	18	18	25	25	35	35	50	> 50
Emisii de CO₂, kg/(m²an)														
Emisii CO ₂	Niveluri de poluare													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 21	21	30	30	42	42	59	59	84	84	118	118	167	> 167

Tabelul 5.9 Clase energetice și de mediu pentru clădiri de birouri

Energie primară totală, kWh/(m²an)														
Utilități tehnice	Clase energetice													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 85	85	120	120	169	169	240	240	339	339	479	479	678	> 678
Încălzire	< 44	44	62	62	88	88	124	124	176	176	249	249	351	> 351
Răcire	< 9	9	13	13	18	18	25	25	36	36	50	50	71	> 71
Ventilare	< 7	7	9	9	13	13	18	18	26	26	37	37	52	> 52
ACC	< 3	3	5	5	7	7	10	10	14	14	19	19	27	> 27
Iluminat	< 22	22	31	31	44	44	62	62	88	88	124	124	175	> 175
Emisii de CO₂, kg/(m²an)														
Emisii CO ₂	Niveluri de poluare													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 21	21	30	30	42	42	59	59	84	84	118	118	167	> 167

Tabelul 5.10 Clase energetice și de mediu pentru clădiri destinate învățământului

Energie primară totală, kWh/(m²an)														
Utilități tehnice	Clase energetice													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 90	90	127	127	180	180	255	255	360	360	509	509	720	> 720
Încălzire	< 61	61	86	86	122	122	173	173	244	244	345	345	488	> 488
Răcire	< 6	6	9	9	13	13	18	18	25	25	36	36	51	> 51
Ventilare	< 10	10	14	14	20	20	29	29	41	41	58	58	82	> 82
ACC	< 2	2	3	3	5	5	7	7	9	9	13	13	19	> 19
Iluminat	< 10	10	14	14	20	20	29	29	41	41	57	57	81	> 81
Emisii de CO₂, kg/(m²an)														
Emisii CO ₂	Niveluri de poluare													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 21	21	30	30	42	42	59	59	84	84	119	119	168	> 168

Tabelul 5.11 Clase energetice și de mediu pentru clădiri destinate sistemului sanitar

Energie primară totală, kWh/(m²an)														
Utilități tehnice	Clase energetice													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 178	178	252	252	356	356	504	504	712	712	1007	1007	1424	> 1424
Încălzire	< 81	81	114	114	162	162	229	229	324	324	458	458	647	> 647
Răcire	< 19	19	27	27	39	39	55	55	77	77	109	109	155	> 155
Ventilare	< 9	9	13	13	19	19	26	26	37	37	52	52	74	> 74
ACC	< 34	34	49	49	69	69	97	97	138	138	194	194	275	> 275
Iluminat	< 34	34	48	48	68	68	97	97	137	137	193	193	273	> 273
Emisii de CO₂, kg/(m²an)														
Emisii CO ₂	Niveluri de poluare													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 42	42	60	60	85	85	120	120	170	170	240	240	339	> 339

Tabelul 5.12 Clase energetice și de mediu pentru clădiri cu servicii de comerț

Energie primară totală, kWh/(m²an)														
Utilități tehnice	Clase energetice													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 91	91	129	129	183	183	259	259	366	366	517	517	732	> 732
Încălzire	< 49	49	69	69	97	97	137	137	194	194	274	274	388	> 388
Răcire	< 3	3	5	5	7	7	10	10	14	14	19	19	28	> 28
Ventilare	< 14	14	19	19	27	27	38	38	54	54	77	77	109	> 109
ACC	< 2	2	3	3	4	4	5	5	8	8	11	11	15	> 15
Iluminat	< 24	24	34	34	48	48	68	68	96	96	136	136	193	> 193
Emisii de CO₂, kg/(m²an)														
Emisii CO ₂	Niveluri de poluare													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 23	23	32	32	45	45	64	64	90	90	128	128	181	> 181

Tabelul 5.13 Clase energetice și de mediu pentru clădiri pentru turism

Energie primară totală, kWh/(m ² an)														
Utilități tehnice	Clase energetice													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 131	131	185	185	261	261	369	369	522	522	738	738	1044	> 1044
Încălzire	< 48	48	67	67	95	95	134	134	190	190	269	269	380	> 380
Răcire	< 6	6	8	8	12	12	17	17	24	24	34	34	48	> 48
Ventilare	< 9	9	13	13	19	19	26	26	37	37	52	52	74	> 74
ACC	< 35	35	50	50	71	71	100	100	141	141	199	199	282	> 282
Iluminat	< 33	33	46	46	65	65	92	92	130	130	184	184	260	> 260
Emisii de CO ₂ , kg/(m ² an)														
Emisii CO ₂	Niveluri de poluare													
	A+	A		B		C		D		E		F		G
TOTAL	< 31	31	44	44	62	62	88	88	125	125	177	177	250	> 250

5.4. Evaluarea consumului de energie primară și a emisiilor de CO₂ echivalent

Direcția de calcul este de la consumator la sursă (de exemplu, de la necesarul de energie al clădirii la energia primară).

Energia electrică (pentru iluminat, ventilare, răcire, energie auxiliară) și energia termică (pentru încălzire, umidificare, deumidificare, apă caldă de consum) sunt considerate separat în interiorul conturului de evaluare.

Cantitățile de energie pentru răcire trebuie să fie pozitive atunci când se extrage căldura din spațiu și/sau din sistem.

5.4.1. Performanța energetică a clădirilor

5.4.1.1. Date de ieșire

Datele de ieșire în cazul performanței energetice calculate sunt prezentate în *tabelul 5.14*.

Tabelul 5.14 Datele de ieșire în cazul performanței energetice calculate

Descriere	Simbol	Unitate de măsură
Date de ieșire anuale totale		
Performanța energetică specifică	E_{we}	kWh/m ² /an
Contribuția energiei din surse regenerabile	RER	-
Energie disponibilă pentru consum în afara clădirii	$E_{exp;el;avl;an}$	kWh/an
Date de ieșire anuale pe utilitate sau pe zonă de clădire		
Performanța energetică specifică pe utilitate, pe zonă, sau pe utilitate și zonă	$E_{we;X Ewe;X;z;i}$	kWh/m ² /an
Contribuția energiei din surse regenerabile pe utilitate	RER _X	-
Energie primită din exterior pe utilitate sau pe zonă sau pe utilitate și zonă	$E_{del;X Edel;X;z;i}$	kWh/an

Obținerea datelor de ieșire pe utilitate și pe zonă de clădire necesită utilizarea procedurii de calcul descrisă în Anexa E, SR EN ISO 52000-1 .

5.4.1.2. Intervalul de calcul

Intervalele de calcul aplicabile în Mc001 sunt:

- lunar (eventual orar, doar dacă se folosesc softuri specializate acreditate);
- tip "bin".

Intervalul de calcul se va păstra același în întreaga procedură de calcul. Dispoziții pentru a combina intervale de calcul diferite sunt furnizate în standardele EPB relevante.

5.4.1.3. Perioada de calcul

Durata sezonului de încălzire sau de răcire este definită de timpul de operare a sistemului tehnic respectiv. Aceasta poate fi diferită de durata rezultată din calculul necesarului de energie.

5.4.1.4. Date de intrare

Datele de intrare se referă la date de produse, date de proiectare a sistemelor tehnice, date referitoare la condițiile de operare ale (sub-)sistemelor tehnice, constante și date fizice sau alte date. Datele privind condițiile de operare a (sub-)sistemelor tehnice utilizate în procedurile de calcul sunt redată în *tabelul 5.15*.

Tabelul 5.15 Lista cu date de intrare privind condițiile de funcționare ale (sub-)sistemelor tehnice

Denumire	Simbol	Denumire în exemple calcul	Unitate de măsură	Domeniu de valori	Origine	Variabil
Energie electrică consumată de generatorul i pentru utilitatea X (sau combinații de utilități) a clădirii în intervalul de calcul t	$E_{X,gen,i,in,el,t}$	EX_gen_i_in_el_t	kWh	0...∞	diverse	Da
Energia auxiliară consumată de subsistemul Y pentru utilitatea X (sau combinații de utilități) a clădirii în intervalul de calcul t	$W_{X;Y;aux;t}$	W_X_Y_aux_t	kWh	0...∞	diverse	Da
Tipul de energie electrică consumată	EL_USE	EL_USE		LISTĂ	diverse	Nu
Energie electrică produsă la fața locului de subsistemul j (de exemplu producere combinată de căldură și energie electrică, panouri fotovoltaice sau turbine eoliene) în timpul intervalului de calcul t	$E_{pr,el,j;t}$	E_pr_el_j_t	kWh	0...∞	diverse	Da
Tipul de energie electrică produsă	EL_PROD	EL_PROD	n.a.	LISTĂ	diverse	Nu
Energie electrică consumată în clădire pentru utilizatori non-PEC	$E_{nEPus;el;t}$	E_nEPus_el_t	kWh	0...∞	diverse	Da
Agent energetic cr consumat de generatorul i pentru utilitatea X în timpul intervalului de calcul t	$E_{X,gen,i,in;cr;t}$	E_X_gen_i_in_cr_t	kWh	0...∞	diverse	Da
Agent energetic la generatorul i pentru utilitatea X a clădirii	$GEN_CR_{X,gen,i}$	GEN_CRX_gen_i		LISTĂ	diverse	Nu
Date suplimentare necesare pentru calcularea indicatorilor de performanță energetică pentru o parte a clădirii						
Necesar de energie pe parte de clădire	$Q_{X,nd}$	QX_nd_i	kWh	0...∞	diverse	Da
Pondere implicită pe parte de clădire	$X_{def;i}$	Xdef_i	kWh	0...∞	diverse	Da
Energie consumată de subsistemele tehnice	$Q_{X;Y,in}$	QX_Y_in	kWh	0...∞	diverse	Da
Producția de energie a subsistemelor tehnice	$Q_{X;Y,out}$	QX_Y_out	kWh	0...∞	diverse	Da

Nota 1: Energie electrică consumată de generatoare

Energia electrică consumată $E_{X,gen,i,in,el,t}$ este numai consumul principal al unui echipament de generare. Se consideră:

- o valoare pentru fiecare interval de calcul t ;
- o valoare pentru fiecare generator X, i (unul sau mai multe generatoare pentru fiecare utilitate).

Reprezintă energia electrică consumată de pompe de căldură electrice, de agregatele de răcire și de ventilatoare din sistemele de ventilare. Pot fi următoarele situații: un generator la o utilitate a clădirii, un generator pentru mai multe utilități sau mai multe generatoare pentru o utilitate.

Nota 2: Energia auxiliară consumată

Pentru energia auxiliară consumată $WX;Y;aux;t$ de subsistemul Y pentru utilitatea X a clădirii (sau combinații de utilități) în timpul intervalului de calcul t se consideră:

- o valoare pentru fiecare interval de calcul t ;
- o valoare pentru fiecare subsistem Y pentru utilitatea X (există mai multe subsisteme Y pentru fiecare utilitate X).

Nota 3: Tipul energiei electrice consumate

Se consideră:

- o valoare pentru energia electrică consumată de fiecare generator i al utilității X ;
- o valoare pentru energia auxiliară consumată de subsistemul Y pentru utilitatea X .

Tipurile de utilizare a energiei electrice sunt redate în *tabelul B.11* din SR EN ISO 52000-1 .

Nota 4: Energia electrică produsă la fața locului

Energia electrică produsă la fața locului $E_{pr};el;j;t$ de către echipamentul de generare j (exemplu: producere combinată de căldură și energie electrică, panouri fotovoltaice, turbine eoliene) pe durata intervalului de calcul este o matrice bidimensională:

- o valoare pentru fiecare interval de calcul t ;
- o valoare pentru fiecare echipament de generare j .

Nota 5: Tipul de energie electrică produsă este specificat printr-o matrice bidimensională de identificatori de caz cu o valoare pentru fiecare tip de producere de energie j . *Tabelul B.12* din SR EN ISO 52000-1 prezintă tipurile de producere a energiei electrice.

Nota 6: Energie electrică consumată de utilizatori non-PEC

Energia electrică utilizată în clădire pentru utilizatori non-PEC, $E_{nEPus;el,t}$ este energia electrică utilizată de aparate electrocasnice, la activități comerciale sau de către lifturi. Acest parametru este opțional. Dacă nu este indicată valoarea parametrului, acesta se consideră cu valoare zero. Identificatorul pentru acest paramteru este EL_USE_NEPB.

Nota 7: Energie primită din exterior, diferită de energia electrică

Pentru energia primită din exterior prin agentul energetic cr , $E_{X,gen,i,in;cr,t}$, consumată de generatorul i pentru utilitatea X a clădirii în intervalul de calcul t , se consideră o matrice bidimensională:

- o valoare pentru fiecare interval de calcul t ;
- o valoare pentru fiecare echipament de generare a electricității j .

Fiecare consum principal de energie electrică este considerat separat. A se vedea parametrul $E_{X,gen,i,in,el}$.

Nota 8: Vectorul energetic GEN_CRX;gen,i la generatorul i pentru utilitatea X a clădirii este o matrice unidimensională de identificatori de caz: o valoare pentru fiecare generator i al fiecărei utilități X .

Nota 9: Consumul de energie pentru o parte a clădirii

Consumul de energie pentru o parte a clădirii este cel corespunzător zonei termice i sau a unei zone de utilități i .

Nota 10: Ponderea prestabilită pentru o parte de clădire reprezintă o caracteristică a zonei termice i sau a zonei de utilități i care este utilizată pentru alocarea oricărei cantități comune de energie între zonele termice sau zonele de utilități atunci când consumurile sunt zero (funcționare în stand-by). A se vedea anexa E.2.3.2. din SR EN ISO 52000-1.

Nota 11: Energie consumată în subsistemele tehnice

Energia consumată în subsistemele tehnice $Q_{X,Y,in}$ este energia care intră într-un subsistem urmând direcția fluxului de energie.

Exemplu: $Q_{H,gen,in}$ este energia consumată într-un echipament de generare a căldurii (combustibilul la un cazan).

Nota 12: Energie produsă de subsistemele tehnice

Energia produsă de subsistemele tehnice $Q_{X,Y,out}$ este energia care iese din subsistem urmând direcția fluxului de energie.

Exemplu: $Q_{H,gen,out}$ este căldura produsă de un echipament de generare a căldurii (ex. căldura furnizată de un cazan subsistemului de stocaj sau de distribuție).

Nota 13: Constante și date fizice

În *Tabelele B.13, B.14 și B.15* din SR EN ISO 52000-1 sunt date valori implicite pentru puterea calorică superioară a unor combustibili uzuali.

Nota 14: Factori de ponderare pentru agenți energetici

Lista factorilor de ponderare și simbolurile corespunzătoare sunt redată în *tabelul 5.16*.

Tabelul 5.16 Lista parametrilor de calcul

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Domeniu de valori
Factor de ponderare pentru agentul energetic primit din exterior cr	$f_{we;del;cr;t}$	diverse	0...∞
Factor de ponderare pentru energia electrică exportată în rețea	$f_{we;exp;el;grid;t}$	diverse	0...∞
Factor de ponderare pentru energia electrică exportată pentru utilizatori non-PEC din clădiri	$f_{we;exp;el;used;nEPus,t}$	diverse	0...∞
Factor de evaluare a energiei exportate	k_{exp}	diverse	0...1

5.4.2. Evaluarea globală a performanței energetice a clădirilor

5.4.2.1. Combinație de utilități ale clădirii incluse în PEC în fiecare spațiu

Se aplică principiul “sistemului asumat” (utilitate virtuală): se calculează consumul unui sistem tehnic implicit pentru fiecare utilitate obligatorie care lipsește. În anexa la certificatul de performanță energetică se vor evidenția prin caracteristicile tehnice prezumate, utilitățile

obligatorii dar care lipsesc și care au fost luate în considerare pe baza principiului sistemului asumat (vezi tabelul 5.6).

Reguli specifice sunt redată în standardele relevante din modulul PEC M2-2 (conform tabel 1.3).

5.4.2.2. Aria de referință a pardoselii și volumul de aer al clădirii

Pentru fiecare spațiu i , se determină aria de referință a pardoselii, care este identică cu aria utilă a pardoselii, $A_{use;space,i}$. Această arie este utilizată pentru a exprima consumurile specifice și pentru aplicarea simplificărilor și a regulilor de zonare și (re)alocare.

Dimensiunile utilizate pentru a se determina aria de referință a pardoselii sunt cele interioare totale.

Aria de referință a pardoselii va fi specificată astfel încât suma ariilor utile ale pardoselilor fiecărui spațiu să fie aceeași cu aria utilă a pardoselii a zonei termice sau a zonei deservite pentru acele spații.

Pentru fiecare spațiu i , se evaluează volumul de aer, $V_{air;space,i}$. Acest volum se va considera la determinarea volumului de aer al zonei termice și va constitui dată de intrare pentru calculele termice referitoare la ventilare și umidificare.

5.4.2.3. Normalizare la mărimea de referință a clădirii

Mărimea de referință a clădirii este utilizată pentru normalizarea performanței energetice. Exemplu: energia primară din surse regenerabile exprimată în kWh/m². Mărimea de referință a clădirii este aria de referință a pardoselii, care rezultă din aria utilă a pardoselii, A_{use} .

5.4.2.4. Contur de evaluare. Perimetre

Conturul de evaluare se referă la obiectul evaluat. Performanța energetică pentru o parte a obiectului evaluat și/sau pe utilitate este calculată în conformitate cu Anexa E normativă SR EN ISO 52000-1 .

Energia este primită din exterior sau furnizată în exterior prin conturul evaluării. Conturul pentru evaluare definește unde este calculată sau măsurată valoarea reală a energiei primite din exterior sau a energiei furnizate în exterior. Unele din aceste fluxuri energetice se pot cuantifica pe baza contoarelor (ex. gaz, electricitate, încălzire de cartier).

Pentru sistemele solare active, eoliene sau hidroenergetice, conturul evaluării se consideră la ieșirea panourilor solare, colectoarelor solare sau a echipamentelor de generare a energiei electrice. Energiile primite din exterior sunt clasificate în funcție de următoarele perimetre (origine sau destinație):

- la fața locului;
- în apropiere;
- la distanță.

Conceptele la fața locului, în apropiere, la distanță sunt reprezentate schematic în figura 5.3.:

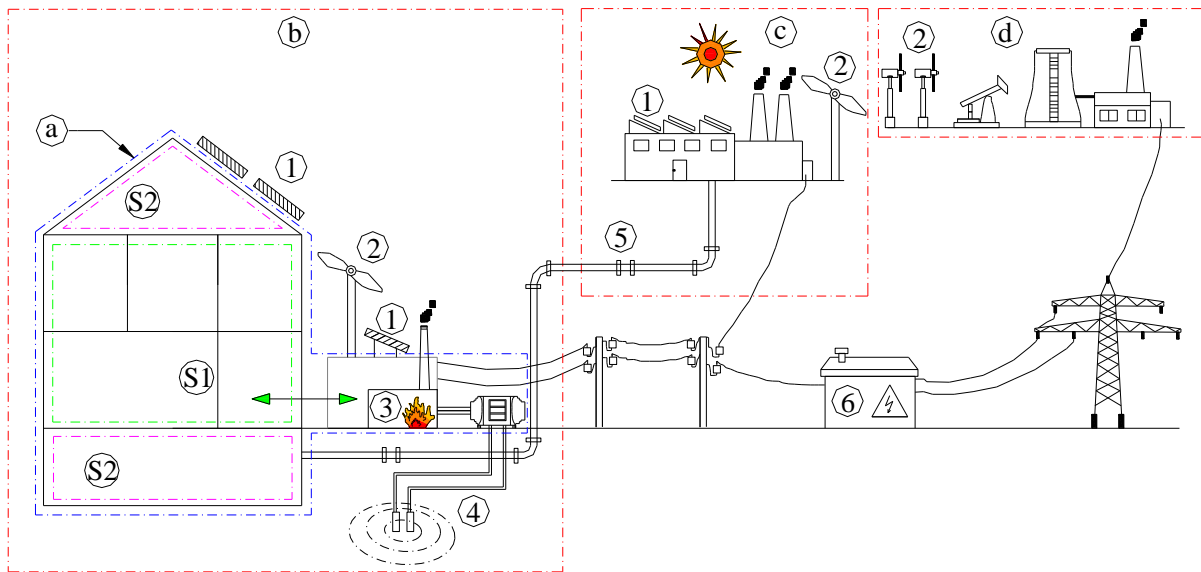


Fig. 5.3 – Reprezentarea schematică a conceptului de contur al evaluării și perimetrele considerate

Legendă:

a contur pentru evaluare (pentru bilanț energetic)	1 PV, solar
b perimetru: la fața locului (on-site)	2 eolian
c perimetru: în apropiere (nearby)	3 centrală termică
d perimetru: la distanță (off-site)	4 pompă de căldură
S1 spațiu condiționat termic	5 încălzire/răcire centralizată
S2 spațiu în afara anvelopei termice	6 punct de transformare (joasă/medie tensiune și posibilă stocare)

Conturul de evaluare și factorii de ponderare pentru clădire, la fața locului, în apropiere și la distanță vor fi stabiliți astfel încât să se evite dubla contabilizare a energiei regenerabile.

Dacă obiectul evaluat include mai multe clădiri care sunt deservite de instalații comune dar pentru care se dorește o performanță energetică separată, acestea vor fi tratate în același fel cu două sau mai multe unități de clădire sau două sau mai multe utilități ale clădirii.

5.4.2.5. Bilanț energetic global ponderat

Performanța energetică globală ponderată E_{we} a unui obiect evaluat este bilanțul la conturul pentru evaluare al:

- energiei primite din exterior ponderate necesară pentru asigurarea necesarului de energie pentru consumurile considerate și pentru a produce energia furnizată în exterior $E_{we;del}$;
- energiei furnizate în exterior ponderate $E_{we;exp}$.

Energia primită din exterior ponderată și energia furnizată în exterior ponderată sunt bazate pe factori de ponderare pe vector energetic.

Performanța energetică globală ponderată E_{we} se calculează cu relația:

$$E_{we} = E_{we;del;an} - E_{we;exp;an} \quad (5.1)$$

în care:

$E_{we;del;an}$ – este energia anuală primită din exterior ponderată, luând în considerare numai agenții energetici furnizați din perimetrele (originile) definite în tabelul B.23 din SR EN ISO 52000-1 .

$E_{we;exp;an}$ - energia anuală furnizată în exterior ponderată pentru agentul energetic i , inclusiv energia furnizată pentru utilități non-PEC din amplasamentul clădirii, care nu sunt incluse în evaluarea performanței energetice.

Performanța energetică ponderată reprezintă:

- energie primară, poate fi din surse neregenerabile (E_{Pnren}), din surse regenerabile (E_{Pren}) și totală (E_{Ptot});
- corespunzător se calculează emisiile de gaze cu efect de seră;

Parametrul $E_{we;del;an}$ se determină cu relația:

$$E_{we;del;an} = E_{we;del;nexp;an} + E_{we;del;el;an} \quad (5.2)$$

în care:

$E_{we;del;nexp;an}$ – energia anuală primită din exterior ponderată pentru toți agenții energetici, fără energia furnizată în exterior (exportată);

$E_{we;del;el;an}$ –energia anuală primită din exterior ponderată.

Notă: Dacă un agent energetic nu este furnizat în exterior, $E_{we;del;nexp;an} = 0$.

5.4.2.6. Factori de ponderare pentru energia primară

Pentru fiecare flux de energie sau agent energetic primit din exterior sau furnizat în exterior se definesc trei factori de ponderare pentru energia primară (figura 5.4):

- f_{Ptot} – factor pentru energia primară totală;
- f_{Pnren} – factor pentru energia primară neregenerabilă;
- f_{Pren} – factor pentru energia primară regenerabilă.

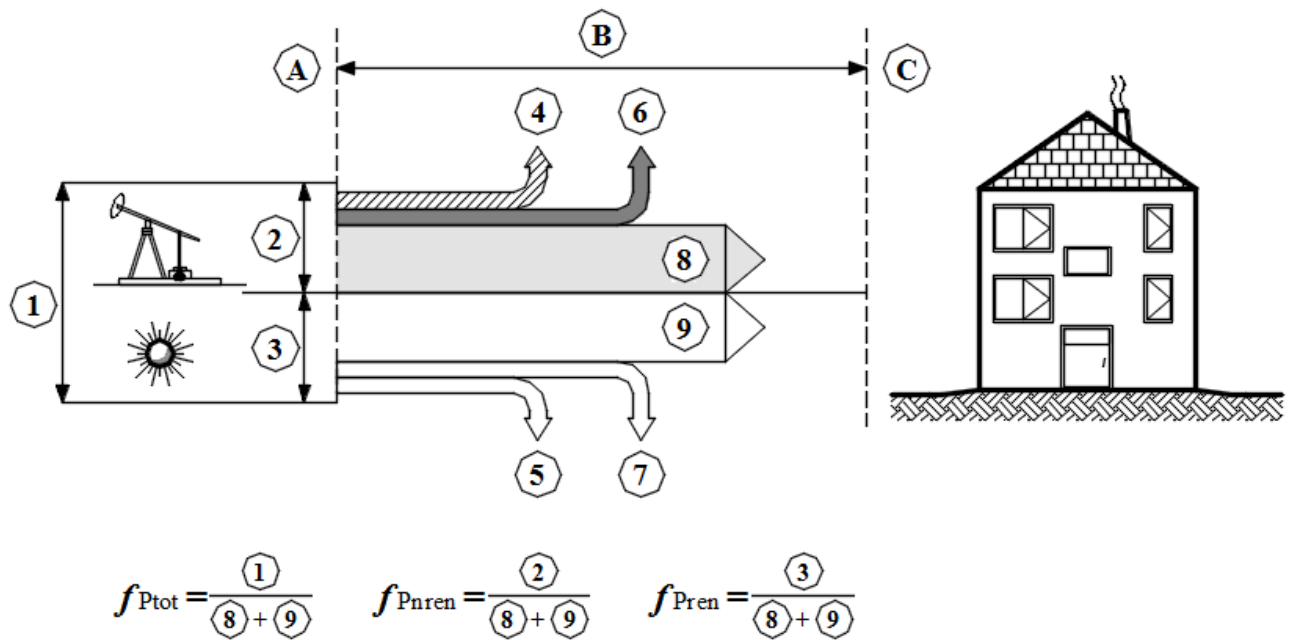


Fig. 5.4 Factori de ponderare pentru energia primară

Legendă:

- A – sursa de energie
- B – sistem de alimentare cu energie
- C – interiorul conturului de evaluare
- 1 – energie primară totală
- 2 – energie primară din surse neregenerabile
- 3 – energie primară din surse regenerabile
- 4 – infrastructură pentru energie din surse neregenerabile
- 5 – infrastructură pentru energie din surse regenerabile
- 6 – energie din surse neregenerabile de energie pentru extragere, rafinare, transformare și transport
- 7 – energie din surse regenerabile de energie pentru extragere, rafinare, transformare și transport
- 8 – energie din surse neregenerabile de energie furnizată din exterior
- 9 – energie din surse regenerabile de energie furnizată din exterior

Factorii de conversie din energie finală în energie primară depind de sursa de energie dar și de combustibilul utilizat pentru producerea energiei utilizate (finale), conform tabelului 5.17:

Tabel 5.17. Factori de conversie din energie finală în energie primară

Combustibil/Sursa de energie	Factor conversie energie primară:		
	neregenerabilă	regenerabilă	totală
Lignit*)	1,30	0,00	1,30
Huila*)	1,20	0,00	1,20
Păcură*	1,10	0,00	1,10
Gaz natural*)	1,17	0,00	1,17
Deșeuri*)	0,05	1,00	1,05
Biomasă - lemne de foc*)	0,18	0,90	1,08

Combustibil/Sursa de energie	Factor conversie energie primară:		
	neregenerabilă	regenerabilă	totală
Biomasă - brichete/peleți*)	0,28	0,80	1,08
Energie electrică din SEN	2,62	0,00	2,62
Termoficare (cogenerare)	0,92	0,00	0,92
Energie termică produsă cu panouri termice solare	0,00	1,00	1,00
Energie electrică produsă cu panouri fotovoltaice	0,00	2,62	2,62
Energie termică pentru răcire (free cooling)	0,00	1,00	1,00
Energie termică pentru încălzire furnizată de pompe de căldură alimentate electric	0,86	0,67	1,53

Pentru o perioadă determinată de timp (an, lună, săptămână), energia consumată de o clădire prin utilizarea unei anumite energii de tip $Q_{f,i}$, este dată de relația următoare:

$$Q_{f,i} = Q_{f,h,i} + Q_{f,v,i} + Q_{f,c,i} + Q_{f,w,i} + Q_{f,l,i} \quad [\text{kWh/a}] \quad (5.3)$$

unde termenii reprezintă energia consumată pentru: încălzire, ventilare, răcire, preparare apă caldă de consum și iluminat, calculată conform prezentei metodologii.

Energia primară se calculează, pe același interval de timp, pornind de la valoarea energiei consumată, astfel:

$$E_p = \sum (Q_{f,i} \times f_{Ptot} + \sum W_h \times f_{p,i}) - \sum (Q_{ex,i} \times f_{Ptot,ex}) \quad [\text{kWh/a}] \quad (5.4)$$

în care:

$Q_{f,i}$ consumul de energie utilizand energia i, în Joule (J; kWh/a);

W_h consumul auxiliar de energie pentru încălzirea/răcirea spațiilor (J; kWh/a);

f_{Ptot} factorul de conversie în energie primară, având valori tabelate pentru fiecare tip de energie utilizată (termică, electrică etc), conform tabel 5.17;

$Q_{ex,i}$ energia produsă la nivelul clădirii și exportată, (J; kWh/a);

$f_{Ptot,ex}$ factorul de conversie în energie primară pentru energia exportată, care poate avea valori identice cu f_{Ptot}

Notă - Consumul de energie primară poate fi mai mic sau mai mare decât consumul final de energie după cum sunt sau nu utilizate surse de energie regenerabilă.

5.4.2.7. Factorii de emisii de gaze cu efect de seră

Factorii de emisii echivalente de gaze cu efect de seră se exprimă în kg CO₂/kWh.

Pentru determinarea emisiilor de CO₂, factorii de emisie CO₂ sunt prevăzuti în tabelul 5.18.

Tabel 5.18. Factori conversie a energiei primare în emisii echivalente de CO₂

Combustibil/Sursa de energie	Factor de emisie [kg CO ₂ /kWh]
Lignit*)	0,334

Combustibil/Sursa de energie	Factor de emisie [kg CO ₂ /kWh]
Huila*)	0,341
Păcură*	0,279
Gaz natural*)	0,205
LPG = GLP	0,230
Biomasă - lemne de foc*)	0,019
Biomasa – deseuri lemnoase, rumegus	0,016
Biomasă - brichete/peleți*)	0,039
Biomasă – deșeuri agricole	0,010
Biogaz	0,145
Energie electrică din SEN	0,299
Termoficare (cogenerare)	0,220
Energia solară	0,000
Energia eoliana	0,000
Energia geotermală, aerotermală	0,000
Energie termică pentru încălzire și preparare apă caldă menajeră furnizată de pompe de căldură alimentate electric**)	0,257

*) Se consideră puterea calorifică inferioară a combustibilului.

In ceea ce priveste pierderile de agenti frigorifici din instalatiile frigorifice si aer conditionat, factorii de emisie sunt prezentati in tabelele 5.19 și 5.20.

Tabel 5.19. Pierderi anuale de agent frigorific

Tipul echipamentului	Capacitatea de încărcare cu refrigerent, în kg	Rata anuală de pierderi de refrigerent, în %
Răcire domestică cu R134a	0,05-0,5	0,3
Sisteme pentru supermarket	50-2000	18,0
Unități mici de AC	0,5-100	3,0
Unități medii de AC	0,5-100	6,0
Chillere	10-2000	3,0
Pompe de căldură	0,5-100	6,0

Tabel 5.20. Factorul de emisie asociat agenților frigorifici

Tipul refrigerentului	Emisia de CO ₂ echivalent, în kg CO ₂ /kg refrigerent pierdut
R134a	0
R152a	1,300
R407A	140
R407C	1,526
R410A	1,725

Emisiile totale de CO₂ se calculează similar cu energia primară utilizând un factor de transformare corespunzător:

$$E_{CO_2} = \Sigma (E_{p,i} \times f_{CO_2,i} + \Sigma E_{Wh} \times f_{CO_2,i}) - \Sigma (E_{ex,i} \times f_{CO_2,ex,i})$$

Unde

$E_{p,i}$ consumul de energie primară utilizând energia i , în Joule (J; kWh/a);

E_{Wh} consumul auxiliar de energie primară pentru încălzirea/răcirea spațiilor (J; kWh/a);

f_{CO_2} reprezintă factorul echivalent de emisie stabilit conform tabelului 5.18

$E_{ex,i}$ energia produsă la nivelul clădirii și exportată, (J; kWh/a);

$f_{CO_2,ex}$ factorul de conversie în emisii echivalente pentru energia exportată, care poate avea valori identice cu f_{CO_2}

5.4.2.8. Factori de ponderare pentru energia furnizată în exterior (exportată)

Există două tipuri complementare de factori de ponderare pentru energia furnizată în exterior. Aceștia se bazează pe evaluarea:

- resurselor consumate pentru a se produce vectorul energetic furnizat în exterior, care sunt utilizate pentru “Pasul A” al evaluării ($f_{Pren;exp;stepA,i}$);
- resurselor economisite de rețeaua publică datorită furnizării în exterior a vectorului energetic, care sunt utilizate pentru “Pasul B” al evaluării ($f_{Pren;exp,i}$).

Pasul A: Factori de ponderare conform resurselor consumate pentru a se produce energia furnizată în exterior

A1. Energie electrică fotovoltaică sau eoliană

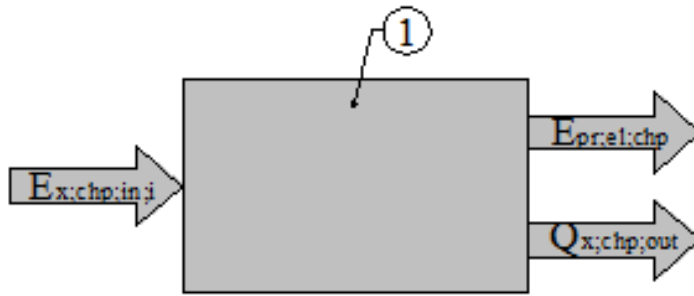
Factorii de ponderare bazați pe resursele consumate pentru a se produce energie electrică fotovoltaică sau eoliană furnizată în exterior, $f_{we;exp;el;stepA;pV}$ și $f_{we;exp;el;stepA;wind}$, sunt aceiași cu factorii corespunzători energiei primite din exterior.

Exemplu: pentru energia electrică PV, factorul de conversie pentru energia primară din surse regenerabile pentru pasul A, $f_{Pren;exp;el;stepA;pV}$ este egal cu $f_{Pren;del;el;pV}$.

A2. Energie electrică din cogenerare

Factorul de ponderare bazat pe resursele consumate pentru a se produce energie electrică în cogenerare furnizată în exterior (exportată) este calculat pe baza energiei furnizate din exterior cogeneratorului, utilizând aceeași metodă de alocare care este utilizată și pentru căldura care este

produsă în același timp cu energia electrică, a se vedea figura 5.



Legendă:

- 1 cogenerare
- $E_{X;chp;in;i}$ energia de intrare în sistemul de cogenerare i a agentului energetic cr , pentru utilitatea X a clădirii;
- $E_{pr;el;chp}$ energia electrică produsă de sistemul de cogenerare;
- $Q_{X;chp;out}$ căldura produsă de sistemul de cogenerare.

Fig. 5.5 – Fluxurile energetice de intrare și de ieșire ale unui sistem de cogenerare

Atunci când un sistem de cogenerare produce atât căldură, notată $Q_{X;chp;out}$, cât și energia electrică, notată $E_{pr;el;chp}$, factorul de conversie în energie primară pentru Pasul A de evaluare energetică, pentru energia electrică produsă prin cogenerare la intervalul de calcul t este dat de relația:

$$f_{we;exp;el; stepA ; chp; t} = \frac{E_{we; in;el, t}}{E_{pr;el;chp, t}} \quad (5.3)$$

în care:

$E_{pr;el;chp;t}$ – este energia electrică produsă în intervalul de calcul t .

Fracțiunile din energia de intrare ponderată alocată energiilor produse, $E_{we;in;el,t}$ și $E_{we;in;Q,t}$ sunt determinate cu relațiile:

$$E_{we;in;el, t} = E_{we;in, t} \cdot \alpha_{W, t} \quad (5.4)$$

$$E_{we;in;Q, t} = E_{we;in, t} \cdot \alpha_{Q, t} \quad (5.5)$$

în care:

$\alpha_{W, t}$ și $\alpha_{Q, t}$ - sunt factorii de alocare pentru energia electrică și căldura produse prin cogenerare în intervalul de calcul t ;

$E_{we;in, t}$ - este suma ponderată a energiilor de intrare ale agenților energetici $E_{X;gen;in;cr,i,t}$ în sistemul de cogenerare la intervalul de calcul t :

$$E_{we;in, t} = \sum_i E_{X;chp;in;cr,i,t} \cdot f_{we;del;cr,i,t} \quad (5.6)$$

Nota 1: Energia auxiliară utilizată la sistemul de cogenerare se scade din energia electrică produsă (este raportată energia electrică netă produsă).

Acest lucru trebuie să se facă separat (de exemplu independent) pentru fiecare din criteriile de ponderare (de exemplu pentru energia primară din surse regenerabile și neregenerabile) cu aceiași factori de alocare.

Nota 2: Această procedură poate fi utilizată și în cazul exportării căldurii.

A3. Sisteme multiple de generare la fața locului a energiei furnizate în exterior

În cazul existenței a unor sisteme multiple de producere a energiei la fața locului, factorul de ponderare, pentru pasul A, pentru energia electrică este dat de relația:

$$f_{we;el;stepA,t} = \frac{\sum_i f_{we;exp;el;stepA;pr,i;t} \cdot E_{exp;el;pr,i;t}}{\sum_i E_{exp;el;pr,i;t}} \quad (5.7)$$

în care:

$E_{exp;el;pr,i}$ este energia electrică produsă de sistemul de generare i , care se exportă;

$f_{we;exp;el;stepA;pr,i}$ este factorul de conversie, pentru pasul A, pentru energia electrică produsă de sistemul de generare i .

Energia furnizată în exterior (exportată) din energia produsă de fiecare sistem de generare i este determinată:

- cu prioritate;
- fără prioritate;

în concordanță cu procedura următoare.

Fiecărui tip generator de energie îi corespunde un identificator, redat în tabelul B.12 din SR EN ISO 52000-1 .

Prioritatea este specificată prin asocierea unui identificator pentru tipul de generare la fiecare nivel de prioritate, pornind de la nivelul 1 care este cel mai ridicat. Un set implicit de priorități este redat în tabelul B.28. din SR EN ISO 52000-1 .

Dacă nu este necesară nici o prioritate, atunci nivelurilor de prioritate li se acordă identificatorul "NONE".

Dacă se stabilește o ordine de prioritate, se urmează următoarea procedură:

a). se stabilește cantitate de energie produsă care poate fi consumată:

$$E_{EPus;el;left;t,1} = E_{EPus;el;t} \quad (5.8)$$

b). Se începe cu nivelul de prioritate $i = 1$ și se repetă pentru fiecare nivel de prioritate până la ultimul:

1). Se determină energia produsă de generatorul cu nivelul de prioritate i pe durata intervalului t , $E_{pr;el;lvl,i,t}$;

2). Se calculează energia maximă consumabilă pentru generatorul cu nivelul de prioritate i , cu relația:

$$E_{pr;el;lvl,i;usmax;t} = \min(E_{pr;el;lvl,i;used;t}; E_{EPus;el;left;t,i}) \quad (5.9)$$

3). Se calculează energia produsă care poate fi utilizată la nivelul de prioritate $i+1$ cu relația:

$$E_{EPus;el;left;t,i+1} = E_{EPus;el;left;t,i} - E_{pr;el;lvl,i;usmax;t} \quad (5.10)$$

4). Se calculează cantitatea reală de energie consumată de generatorul cu nivelul de prioritate i , cu relația:

$$E_{pr;el;lvl,i;used;t} = E_{pr;el;lvl,i;usmax;t} \cdot f_{match;t} \quad (5.11)$$

5). Se calculează energia furnizată în exterior (exportată) pentru generatorul cu nivelul de prioritate i , cu relația:

$$E_{exp;el;pr,i;t} = E_{pr;el;lvl,i;t} - E_{pr;el;lvl,i;used;t} \quad (5.12)$$

Dacă nu este stabilită nici o prioritate (identificatorul de prioritate = "NONE"), atunci se repetă următoarea procedură pentru fiecare tip i de energie electrică produsă:

a). Se calculează fracțiunea de producere de energie electrică de tip i , cu relația:

$$f_{pr;el,i} = \frac{E_{pr;el,i}}{\sum_k E_{pr;el,k}} \quad (5.13)$$

b). Se calculează energia reală consumată pentru producerea energiei electrice de tip i , cu relația:

$$E_{pr;el,i;used;t} = E_{pr;el;used;EPus;t} \cdot f_{pr;el,i} \quad (5.14)$$

c). Se calculează energia exportată pentru generatorul cu nivelul de prioritate i , cu relația:

$$E_{exp;el;pr,i;t} = E_{pr;el,i;t} - E_{pr;el,i;used;t} \quad (5.15)$$

Pasul B - factori de ponderare bazați pe resursele economisite de rețeaua externă datorită energiei exportate în exterior

Factorii de ponderare bazați pe resursele economisite de către rețeaua publică datorită energiei furnizate în exterior pot fi variabili în timp.

Exemplu: Pentru energia electrică, factorul de conversie în energie primară din surse regenerabile pentru pasul B este $f_{Pren;exp;el}$ (partea de surse regenerabile din surse totale economisite de către rețeaua energetică publică).

Factori de ponderare pentru Pasul B sunt specificați în tabelul 5.8. din prezenta Metodologie.

5.4.2.9. Contribuția energiei din surse regenerabile

Contribuția energiei din surse regenerabile este dată de relația:

$$RER = \frac{E_{Pren;RER}}{E_{Ptot}} \quad (5.16)$$

în care:

E_{Ptot} - energie primară totală calculată cu relația (5.1), utilizând factorii de conversie de energie primară totală $f_{Ptot;del;cr,i}$ și $f_{Ptot;exp;cr,i}$ și luând în considerare perimetrele în conformitate cu Tabelul B.24 din SR EN ISO 52000-1 ;

$E_{Pren; RER}$ - energia primară din surse regenerabile calculată cu relația, luând în considerare perimetrele în conformitate cu Tabelul B.24 din SR EN ISO 52000-1 .

Notă: Mai multe explicații și exemple sunt prezentate în Raportul Tehnic însoțitor, SR CEN ISO/TR 52000-2 .

Valoarea RER este în funcție de perimetrul ales. Pentru a putea compara diverse valori calculate ale RER, perimetrul ales ar trebui să fie prezentat ca și indice inferior (de exemplu RER_{onst} , RER_{nrby} , RER_{dist}).

Proceduri cu privire la energia din surse regenerabile de energie în funcție de diferite tehnologii (sisteme solar termice, pompe de căldură etc.) sunt furnizate în standardele PEC de subsistem corespunzătoare.

5.4.2.10. Indicatori de performanță energetică pentru sistemele tehnice ale clădirii

Din considerente de transparență și de optimizare a consumului de energie a sistemelor tehnice ale clădirilor, se determină indicatori de performanță energetică parțială ai sistemelor tehnice ale clădirii pentru evaluarea performanței energetice.

Din considerente de optimizare a consumurilor de energie ale sistemelor tehnice ale clădirii, sunt definite cerințe pentru performanța energetică.

Indicatorii de performanță energetică trebuie să se refere la următoarele utilități ale unei clădiri, dacă acestea fac parte din combinația de utilități energetice ale clădirii:

- încălzire;
- apă caldă de consum;
- răcire;
- ventilare;
- iluminat;
- eventual, sisteme pentru automatizarea și reglarea instalațiilor aferente clădirii;
- sau o combinație de astfel de instalații (conform tabel 5.6).

Pentru fiecare din aceste sisteme, indicatorii de performanță energetică sunt calculați în standardele PEC modulele M3...M10 (tabel 1.3).

5.4.2.11. Metode de calcul pentru indicatori de performanță energetică pentru o parte a unei clădiri și/sau utilitate

Există două metode detaliate pentru procedura de calcul pentru indicatori de performanță energetică pe o parte a unei clădiri și/sau utilitate. Aceste două metode sunt echivalente, dar necesită resurse de calcul diferite și doar una poate fi utilizată pentru performanța energetică calculată.

Metoda convențională de calcul începe de la necesar de energie și apoi continuă cu calculele energetice până la energia ponderată. Pentru fiecare utilitate de clădire sau parte de clădire care trebuie să fie clasificată individual se face un calcul separat. Această metodă poate fi utilizată doar pentru performanța energetică calculată, nu și pentru performanța energetică măsurată.

Metoda inversă de calcul pornește de la energia ponderată și apoi calculul continuă până la necesarul de energie. Este aplicată după ce calculul pentru determinarea performanței energetice globale a fost finalizat. Apoi se calculează care parte din această performanță energetică globală poate fi alocată unei anumite părți de clădire și/sau utilitate. Această metodă poate fi utilizată pentru performanța energetică măsurată (nu intră în obiectul Mc001).

Ambele metode sunt prezentate în Anexa E din SR EN ISO 52000-1 .

5.4.3. Calculul performanței energetice și a bilanțului energetic

5.4.3.1. Generalități

Procedura prezentată în acest capitol este utilizată pentru determinarea performanței energetice calculate. Direcția de calcul este de la necesar spre sursă (ex.: de la necesarul de energie al clădirii la energia primară).

Energia electrică (pentru iluminat, ventilare, energie auxiliară) și energia termică (pentru încălzire, răcire, umidificare, dezumidificare, preparare apă caldă de consum) sunt considerate separat în interiorul conturului de evaluare.

Cantitățile pentru răcirea spațiilor trebuie să fie pozitive atunci când căldura este extrasă din spațiu și/sau instalație.

NOTA A se vedea SR CEN ISO/TR 52000-2 pentru detalii.

5.4.3.2. Procedura de calcul globală

Procedura de calcul globală constă în parcurgerea următorilor pași de calcul:

- a) Se definesc condițiile de utilizare a clădirii (temperatură, umiditate, gradul de ocupare, aporturile interne de căldură, programul de utilizare al clădirii), pentru categoria de clădire sau diferențiat pentru fiecare categorie de spațiu, în conformitate cu standardele PEC, modulul M1-6.
- b) Se definesc condițiile exterioare (datele climatice) în conformitate cu standardele PEC, modulul M1-13.
- c) Se împarte clădirea în zone, dacă este cazul. Zonarea se realizează pentru calculul necesarului de energie termică și, diferențiat, pentru sistemele tehnice de instalații.

d) Se calculează, pentru fiecare interval de calcul, necesarul de energie pentru încălzire, răcire, (dez)umidificare și preparare apă caldă de consum. Se calculează consumul de energie, inclusiv energia auxiliară, contribuția surselor regenerabile de energie și a pierderilor energetice recuperabile, pentru fiecare sistem tehnic de instalații. Se ține seama de impactul sistemului de automatizare și control al instalațiilor aferente clădirii.

e) se repetă bucla de calcul pentru intervalul de calcul individual dacă interacțiunile dintre diferitele procese, inclusiv efectul pierderilor termice recuperabile nu sunt luate în considerare nici prin simplificarea (de exemplu, factorii de corecție din cadrul subsistemului), fie prin introducerea (amânarea) interacțiunii la următorul interval de calcul. Repetarea poate varia de la o singură repetare la o iterație completă.

Notă: De exemplu, dacă este deschisă o fereastră pentru a spori răcirea naturală și acest lucru are un impact puternic asupra bilanțului termic, cu efect de răcire prea mare, atunci se va considera închiderea ferestrei în următoarea oră.

f) Se calculează producția de energie electrică la fața locului a sistemelor cu panouri fotovoltaice, eoliene și de cogenerare în conformitate cu standardele PEC, modulul M11-8.

g) se calculează componentele energiei primite din exterior și a celei exportate pentru fiecare interval de calcul.

h) Se calculează energia primară primită din exterior sau cea furnizată în exterior, pentru fiecare interval de calcul, ținându-se cont și specificând dacă în performanța energetică a clădirii este inclusă și energia exportată sau nu.

i) Se însumează rezultatele fiecărui pas din procedura de calcul și se obține performanța energetică pentru perioada de calcul considerată.

j) Se calculează energia furnizată din exterior sau ponderată pentru fiecare utilitate sau pentru fiecare parte a clădirii, în conformitate cu Anexa E din standardul SR EN ISO 52000-1 .

k) Se calculează indicatori parțiali de performanță (de exemplu: randamente/eficiențe ale subsistemelor, factorii de încărcare, contribuția sistemelor solare termice).

l) Se întocmește un raport de tehnic.

5.4.3.3. Principii de calcul al aporturilor și al pierderilor recuperate

Interacțiunile dintre diversele utilități (cum ar fi încălzire, răcire și iluminat) sunt luate în considerare prin calculul aporturilor și al pierderilor termice recuperabile care pot avea un impact pozitiv sau negativ asupra performanței energetice a clădirii.

Inițial se determină necesarul de energie pentru încălzire și/sau răcire al clădirii. Aporturile de căldură și pierderile termice recuperabile specifice (aporturi solare de căldură, aporturi de căldură de la persoane etc.) care sunt incluse în necesarul de energie al clădirii sunt date, pentru fiecare categorie de clădire și de spațiu, la articolele relevante din standarde care fac referire la modulul PEC M1-6.

Două abordări sunt permise pentru a se ține seama de celelalte pierderi termice recuperabile (cum ar fi căldură disipată de ventilatoare, pierderi termice ale conductelor de încălzire sau răcire, căldura disipată de corpurile de iluminat) care nu sunt incluse inițial în necesarul de energie al clădirii: o abordare detaliată și o abordare simplificată.

Abordare detaliată

În abordarea detaliată totalitatea efectelor pierderilor și surselor de căldură din clădire și pierderile termice ale instalațiilor aferente clădirii, care sunt recuperabile pentru climatizare spațiilor, sunt considerate în calculul necesarului de energie termică.

Pierderile energetice ale instalațiilor aferente clădirii depind de necesarul de energie al clădirii, care depinde la rândul său de pierderile de energie recuperate ale instalațiilor. Pentru calcul, se consideră că pierderile pot fi recuperate fie instantaneu (pe durata aceluiași interval de calcul), fie cu o întârziere (pe durata următorului interval de calcul).

Se utilizează următoarea procedură pentru a ține seama de pierderile energetice recuperabile în următorul interval de calcul:

- a) Se iau pierderile termice recuperabile ale instalațiilor din intervalul de calcul precedent și se adună cu alte surse de căldură (de exemplu aporturi solare și interne de căldură, pierderi termice recuperabile de la instalația de iluminat și/sau de la alte sisteme tehnice din clădire cum ar fi instalația de preparare a apei calde de consum) în calculul necesarului de energie pentru încălzire și al celui pentru răcire;
- b) Se calculează necesarul de energie pentru încălzire și cel pentru răcire;
- c) Se realizează un calcul de subsistem conform modulelor M3–M7 și se determină pierderile termice recuperabile ale instalațiilor;
- d) Se stochează pierderile termice recuperabile ale instalațiilor pentru următorul interval de calcul.

Nota 1: Dacă pierderile termice recuperabile sunt mari în comparație cu necesarul de energie, 'următorul interval de calcul' poate duce la instabilitatea calcului (valori de ieșire oscilante).

Pentru ambele abordări pierderile energetice recuperabile pot fi determinate din rezultatele calculului după cum urmează:

- a) Se realizează un calcul anual conform uneia din cele două metode cu pierderi recuperabile;
- b) Se realizează un calcul anual conform uneia din cele două metode fără pierderi recuperabile.

Diferența dintre cele două calcule reprezintă pierderile energetice recuperate ale instalațiilor.

Nota 2: Pierderile energetice recuperate pot fi negative, de exemplu în cazul pierderilor de energie care conduc la un necesar de energie pentru răcire a spațiilor mai mare, utilizând abordarea simplificată.

Abordare simplificată

În abordarea simplificată pierderile energetice recuperate ale instalațiilor, obținute prin înmulțirea pierderilor termice recuperabile ale instalațiilor cu un factor de recuperare, sunt scăzute direct din pierderea energetică a fiecărui (sub)sistem tehnic considerat. Astfel se evită iterațiile.

Procedura de calcul este următoarea:

- se efectuează calculele pentru fiecare subsistem conform standardelor relevante din modulele PEC de la M3 până la M10 și se determină pierderile de energie recuperabile ale instalațiilor;
- se calculează pierderile energetice recuperate ale instalațiilor prin înmulțirea pierderilor termice recuperabile ale instalațiilor cu un factor de recuperare convențional;
- se scad pierderile energetice recuperate ale instalațiilor
 - din pierderile energetice totale ale sistemului tehnic de instalații (utilitate), dacă pierderile sunt recuperate pentru același sistem de instalații (utilitate) al clădirii;
 - din necesarul de energie, dacă pierderile sunt recuperate pentru un sistem tehnic de instalații (utilitate) diferit al clădirii (de exemplu pierderile termice ale instalației de preparare a apei calde de consum recuperate pentru sistemul de încălzire).

Nota 1: Factorii de recuperare se calculează conform factorului lunar al bilanțului termic din M2–2.

Nota 2: Pentru instalații complexe este de preferat o abordare detaliată.

Nota 3 : Recuperarea de căldură în instalații (de exemplu preîncălzirea aerului necesar arderii, sau recuperarea căldurii din aerul evacuat) este tratată în standardele relevante pentru instalații din modulele PEC de la M3 până la M8.

5.4.3.4. Efectul automatizării și reglării instalațiilor aferente clădirii (BAC) și al managementului tehnic al clădirii (TBM)

Sunt luate în considerare trei caracteristici:

- precizia reglării (utilizată în principal în modulele de emisie (încălzire/răcire) și reglare M3-5, M4-5, M5-5);
- funcționalitățile BAC (utilizate în principal în modulele de la M3-5 până la M3-9, de la M4-5 până la M4-9, de la M5-5 până la M5-9, M9-5, M9-9);
- strategiile BAC (utilizate în principal pentru M10-12).

Contribuția fiecărei funcționalități BAC este luată în considerare prin una din următoarele cinci abordări: abordare de timp; abordare de fixare a unei valori; abordare directă; abordare de mod de funcționare; și abordare de coeficient de corecție.

Notă: Aplicarea uneia dintre primele două abordări — abordarea de timp și abordarea de fixare a unei valori — conduce, în general, la o modificare a programelor de timp și a valorilor fixate, ambele tratate în modulul care definește profilul utilizatorului (M1–6 Gradul de ocupare al clădirii și condiții de funcționare). Această modificare este realizată în pasul de calcul a) al procedurii de calcul globale. Aplicarea celorlalte trei abordări — abordarea directă, abordarea modului de funcționare și abordarea factorului de corecție — afectează în principal calculul la intervalele de calcul, adică pasul de calcul e). Ar putea de asemenea să fie necesare câteva calcule preliminare în pașii de calcul a) până la d).

Care metodă se aplică și cum este realizat exact acest lucru este descris în standardul care este dedicat modului PEC care tratează funcționalitatea BAC. Pentru funcționalități BAC care sunt tratate în unul din standardele pentru modulele PEC de la M3-5 până la M3-9, de la M4-5 până la M4-9, de la M5-5 până la M5-9, M9-5, M9-9, de la M10-5 până la M10-9, toate cele cinci abordări sunt posibile, iar pentru funcționalități BAC care sunt tratate în M10-12 se aplică în general primele două abordări.

5.4.3.5. Performanță energetică globală

i. Generalități

Relația generală (5.1) este utilizată pentru a calcula performanța energetică a unui obiect evaluat.

În cele ce urmează sunt stabiliți parametri necesari pentru acest calcul (energia primită din exterior ponderată și/sau energia furnizată în exterior):

- pentru energia electrică și pentru alți agenți energetici care se exportă, se utilizează parametri $E_{we;del;el;an}$ și $E_{we;exp;el;an}$.
- pentru alți agenți energetici care nu se exportă, se utilizează parametrul $E_{we;del;nexp;an}$.

ii. Energia electrică și alți vectori energetici cu export în exterior

iii. Bilanțul energetic

Bilanțul energetic ponderat ține seama separat de următoarele părți ale energiei electrice produse la fața locului, $E_{pr;el}$:

- a) $E_{pr;el;used;EPus}$ care este consumată pentru utilități PEC ale clădirii la același interval de calcul t ;
- b) $E_{exp;el;used;nEPus}$ care este exportată și consumată pentru utilități non-PEC ale clădirii la același interval de calcul t ;
- c) $E_{exp;el;grid}$ care este exportată și nu va fi consumată niciodată pentru utilități ale clădirii (doar exportată).

Nota 1: $E_{exp;el;used;nEPus}$ este luată în considerare doar dacă consumul de energie electrică la fața locului pentru consumuri non-PEC a fost definit și inclus în calcul (de exemplu doar dacă $E_{nEPus;el}$ este definit și $\neq 0$, lucru care este o opțiune).

Diagrama de referință a bilanțului de energie electrică este prezentată în figura 5.6.

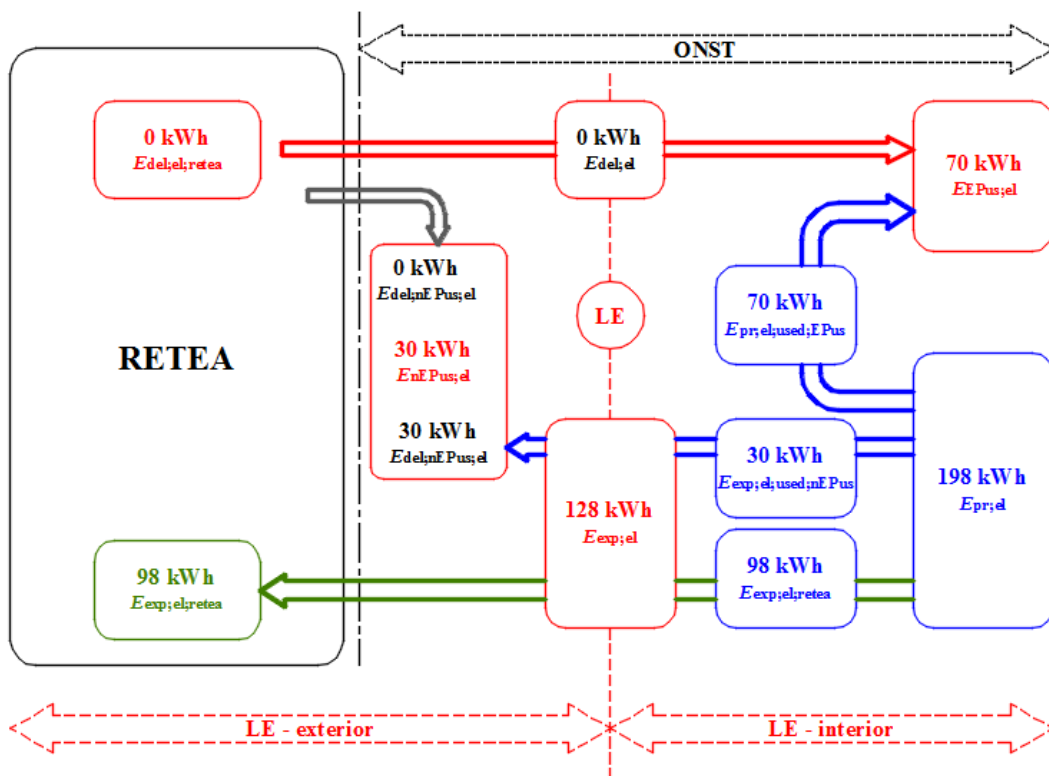


Figura 5.6 Diagramă de referință pentru bilanțul energetic

Legendă

LE	limite/contur pentru evaluare
LE – interior	interiorul limitelor/conturului pentru evaluare
LE – exterior	exteriorul limitelor/conturului pentru evaluare
RETEA	rețea electrică publică
$E_{pr,el,t}$	energie electrică produsă la fața locului și în interiorul conturului pentru evaluare în intervalul de calcul t
$E_{EPus,el,t}$	energie electrică produsă de instalațiile aferente clădirii pentru utilități PEC în intervalul de calcul t
$E_{nEPus,el,t}$	energie electrică consumată în clădire pentru utilități non-PEC în intervalul de calcul t
$E_{pr,el,used,EPus,t}$	parte a energiei electrice produse $E_{pr,el,t}$ consumată de instalațiile aferente clădirii pentru utilități PEC în intervalul de calcul t ; valoarea sa este cea minimă dintre $E_{pr,el,t}$ și $E_{EPus,el,t}$
$E_{exp,el,t}$	parte a energiei electrice produse $E_{pr,el,t}$ ca și surplus față de cea consumată de instalațiile aferente clădirii pentru utilități PEC în intervalul de calcul t ; $E_{exp,el,t}$ iese prin conturul pentru evaluare pe durata intervalului de calcul t
$E_{exp,el,used,nEPus,t}$	partea a energiei electrice exportate $E_{exp,el,t}$ care este consumată pentru utilități non-PEC în intervalul de calcul t
$E_{del,el,t}$	energie electrică primită de la rețeaua electrică publică pe durata intervalului de calcul t
$E_{exp,el,grid,t}$	energie electrică care este exportată în rețeaua electrică publică
$E_{del,el,grid,t}$	energie electrică primită din rețeaua electrică publică în intervalul de calcul t

Nota 2: Pentru simplificare, energia primită din exterior necesară pentru a genera $E_{pr,el}$ nu este prezentată în figura 5.9. Contribuția la performanța energetică a energiei generate, $E_{pr,el,t}$, este luată în considerare în calculul pentru agentul energetic consumat pentru a produce $E_{pr,el,t}$ (radiație solară, combustibil pentru cogenerator etc.).

Nota 3: Simultaneitatea parametrilor $E_{pr,el}$ și $E_{EPus,el}$ este mai bine evidențiată cu intervale de calcul orare. Pentru intervale lunare nu se ține seama de diferența, de exemplu, dintre producția din timpul zilei și consumul de energie electrică din timpul nopții.

Contribuția la performanța energetică anuală ponderată a energiei primite din exterior $E_{we;del;el;an}$ este dată de relația:

$$E_{we;del;el;an} = \sum_t E_{del;el;t} \cdot f_{we;del;el;t} \quad (5.18)$$

în care:

$E_{del;el;t}$ este energia electrică furnizată din exterior în fiecare interval de calcul t .

$f_{we;del;el;t}$ este factorul de ponderare variabil în timp al energiei electrice primite din exterior.

Contribuția energiei electrice exportate la performanța energetică anuală ponderată $E_{we;exp;el;an}$ este dată de relația:

$$E_{we;exp;el;an} = E_{we;exp;el;an;A} + k_{exp} \cdot \sum_i E_{we;exp;el;an;AB} \quad (5.19)$$

în care:

$E_{we;exp;el;an;A}$ este energia electrică exportată ponderată calculată utilizând factori care să reflecte

	resursele consumate pentru a produce energia exportată în exterior, incluzând doar tipurile de surse care sunt acceptate;
$E_{we;exp;el;an;AB}$	este diferența dintre energia exportată ponderată calculată utilizând factori care să reflecte resursele economisite din afara amplasamentului clădirii și energia exportată în exterior ponderată care să reflecte resursele consumate pentru a produce energia exportată;
k_{exp}	este un factor care este utilizat pentru a controla care parte din energia exportată este utilizată în performanța energetică a clădirii.

Nota 4: Dacă k_{exp} este ales a fi egal cu 0, energia exportată (nici resursele consumate pentru producere, nici resursele economisite în rețeaua publică) nu este inclusă în performanța energetică a clădirii.

Nota 5: Surse de energie aflate în apropiere sau în apropiere și la distanță sunt incluse sau nu, în funcție de opțiunea făcută. Indicele y (onst, nrby, dist) a fost omis din formule în acest caz.

Energia electrică disponibilă pentru a fi consumată în afara clădirii $E_{exp;el;avl;an}$ care nu a fost luată în calcul în performanța energetică a clădirii este dată de relația:

$$E_{exp;el;avl;an} = E_{exp;el;an;A} \cdot (1 - k_{exp}) \quad (5.20)$$

Valoarea resurselor de energie ponderate (regenerabile și/sau neregenerabile) care au fost consumate pentru a face această energie disponibilă pentru consum în afara clădirii $E_{we;exp;el;avl;an}$ (și care nu au fost luate în calcul în performanța energetică a clădirii) este dată de relația:

$$E_{we;exp;el;avl;an} = E_{we;exp;el;an;A} \cdot (1 - k_{exp}) \quad (5.21)$$

Această parte a energiei exportate ponderate nu este parte din performanța energetică a clădirii și poate fi raportată ca fiind disponibilă în afara clădirii. Dar deoarece resursele consumate pentru a se produce această energie electrică exportată pot conține o pondere energetică neregenerabilă, aceste resurse consumate (regenerabile și/sau neregenerabile) trebuie de asemenea să fie raportate.

iv. Energie exportată, utilizând factori care să reflecte producerea de energie exportată (Pasul “A”)

Energia exportată ponderată $E_{we;exp;el;an;A}$ calculată utilizând factori care să reflecte resursele consumate pentru a se genera energia exportată este dată de relația:

$$E_{we;exp;el;an;A} = E_{we;exp;el;used;nEPus;an;A} + E_{we;exp;el;grid;an;A} \quad (5.22)$$

Contribuția la energia anuală exportată ponderată a energiei electrice care este consumată pentru utilități non-PEC ale clădirii în clădire, $E_{we;exp;el;used;nEPus;an;A}$, este dată de relația:

$$E_{we;exp;el;used;nEPus;an;A} = \sum_t E_{exp;el;used;nEPus;t} \cdot f_{we;exp;el;stepA;t} \quad (5.23)$$

în care:

$E_{exp;el;used;nEPus;t}$	este energia electrică ce este consumată pentru consumuri non-PEC în utilitățile clădirii, în fiecare interval de calcul t ;
$f_{we;exp;el;stepA;t}$	este factorul de ponderare variabil în timp pentru energia electrică exportată care face referire la resursele consumate pentru a o produce.

Contribuția la energia anuală exportată ponderată a energiei electrice exportate de rețeaua publică $E_{we,exp,el,grid,an}$ este dată de relația:

$$E_{we,exp,el,grid,an;A} = \sum_t E_{exp,el,grid;t} \cdot f_{we,exp,el,stepA;t} \quad (5.24)$$

în care:

$E_{exp,el,grid;t}$ este energia electrică exportată în rețeaua publică în fiecare interval de calcul t .

NOTĂ: Aceste contribuții la performanța energetică ponderată a componentelor energiei exportate sunt egale cu energia primită din exterior pentru a le genera. De aceea, acestea pot anula partea corespunzătoare a energiei primite din exterior ponderate și performanța energetică rezultată nu include efectul energiei exportate.

v. Efectul energiei exportate asupra performanței energetice ponderate (“Pas B”)

Efectul asupra performanței energetice al diferenței dintre resursele utilizate pentru a se produce energia electrică exportată și resursele economisite datorită energiei exportate, $E_{we,exp,el,an;AB}$, este dată de relația:

$$E_{we,exp,el,an;AB} = E_{we,exp,el,used;nEPus;an;AB} + E_{we,exp,el,grid;an;AB} \quad (5.25)$$

Contribuția energiei electrice care este utilizată pentru utilități non-PEC ale clădirii în clădire, $E_{we,exp,el,used;nEPus;an;AB}$, este dată de relația:

$$E_{we,exp,el,used;nEPus;an;AB} = \sum_t \left(E_{exp,el,used;nEPus;t} \cdot \left(f_{we,exp,el,used;nEPus;t} - f_{we,exp,el,stepA;t} \right) \right) \quad (5.26)$$

în care:

$f_{we,exp,el,used;nEPus;t}$ este factorul de ponderare variabil în timp pentru energia electrică exportată pentru consumuri non-PEC în clădire.

Contribuția energiei electrice exportate în rețeaua publică, $E_{we,exp,el,grid;an;AB}$, este dată de relația:

$$E_{we,exp,el,grid;an;AB} = \sum_t \left(E_{exp,el,grid;t} \cdot \left(f_{we,exp,el,grid;t} - f_{we,exp,el,stepA;t} \right) \right) \quad (5.27)$$

în care:

$f_{we,exp,el,grid;t}$ este factorul de ponderare variabil în timp al energiei electrice exportate în rețeaua publică.

Procedura de calcul a componentelor energiei electrice primite din exterior și exportate în exterior

Energia electrică primită din exterior și exportată în exterior și componentele acestora sunt calculate conform următoarei proceduri:

- a) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează consumurile de energie electrică pentru utilitățile PEC de clădire considerate, $E_{EPus;el;t}$, (de exemplu, suma energiilor consumate la generator (generatoare) și a consumurilor de energie electrică auxiliară) conform relației:

$$E_{EPus;el;t} = \sum_{X,i} E_{X;gen,i;in;el;t} + \sum_{X,Y} W_{X,Y;aux;t} \quad (5.28)$$

în care:

- $E_{X,gen,i,in,el,t}$ este energia electrică consumată la generatorul i pentru utilitatea X (sau combinația de utilități) a (ale) clădirii pe durata intervalului de calcul t ;
- $W_{X;Y;aux;t}$ este consumul de energie electrică auxiliară la subsistemul Y pentru utilitatea X (sau combinația de utilități) a (ale) clădirii pe durata intervalului de calcul t .

Consumurile de energie electrică care nu pot fi satisfăcute de producția de energie la fața locului sunt specificate.

Consumurile de energie electrică care nu pot fi satisfăcute prin producția de energie electrică la fața locului sunt scăzute din consumurile de energie electrică pentru a se calcula energia exportată și sunt acoperite de energia electrică primită din exterior.

NOTA 1: Posibilitatea de a limita energia exportată în exterior (de exemplu prin k_{exp}) este încă valabilă.

- b) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează consumurile de energie electrică pentru utilități non-PEC ale clădirii, pe durata intervalului de calcul t conform standardelor relevante.
- c) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează energia electrică produsă la fața locului, $E_{pr,el,t}$, conform relației:

$$E_{pr,el,t} = \sum_j E_{pr,el,j,t} \quad (5.29)$$

în care:

- $E_{pr,el,j,t}$ este energia electrică produsă la fața locului de către subsistemul j (de exemplu producerea combinată a căldurii și a energiei electrice, energie produsă cu panouri fotovoltaice sau energie eoliană) pe durata intervalului de calcul.

- d) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează energia electrică produsă utilizată pentru utilități PEC ale clădirii în același interval de calcul, $E_{pr,el,used,EPus,t}$, cu relația:

$$E_{pr,el,used,EPus,t} = f_{match,t} \cdot \min(E_{EPus,el,t}; E_{pr,el,t}) \quad (5.30)$$

în care:

- $f_{match,t}$ este un factor de reducere statistică care ține seama de diferența de timp dintre producerea și consumul de energie electrică.

Pentru un interval de calcul orar se presupune că $f_{match} = 1$.

Pentru alți pași de timp, f_{match} este dat de relația:

$$f_{match,t} = f\left(\frac{E_{pr,el,t}}{E_{EPus,el,t}}\right) \quad (5.31)$$

Funcția depinde de durata intervalului de timp și ține seama de tipul și modul de exploatare a clădirii.

- e) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează energia electrică exportată, $E_{exp,el,t}$, cu relația.

$$E_{\text{exp;el;t}} = E_{\text{pr;el;t}} - E_{\text{pr;el;used;EPUs;t}} \quad (5.32)$$

f) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează energia electrică exportată consumată pentru utilități non-PEC ale clădirii, $E_{\text{exp;el;used;nEPUs;t}}$, cu relația:

$$E_{\text{exp;el;used;nEPUs;t}} = \min(E_{\text{nEPUs;el;t}}; E_{\text{exp;el;t}}) \quad (5.33)$$

în care:

$E_{\text{nEPUs;el;t}}$ este energia electrică consumată în clădire pentru utilități non-PEC.

Nota 2: Utilitățile non-PEC nu sunt luate în considerare în performanța energetică a clădirii dacă sunt stabilite a fi egale cu zero ($E_{\text{nEPUs;el;t}} = 0$).

g) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează energia exportată către rețeaua publică, $E_{\text{exp;el;grid;t}}$, pe durata intervalului de calcul t cu relația:

$$E_{\text{exp;el;grid;t}} = E_{\text{exp;el;t}} - E_{\text{exp;el;used;nEPUs;t}} \quad (5.34)$$

Se calculează energia electrică anuală exportată în rețeaua publică, $E_{\text{exp;el;grid;an}}$, cu relația:

$$E_{\text{exp;el;grid;an}} = \sum_t E_{\text{exp;el;grid;t}} \quad (5.35)$$

h) Pentru fiecare interval de calcul t , se calculează energia electrică primită din exterior $E_{\text{del;el;t}}$ cu relația:

$$E_{\text{del;el;t}} = E_{\text{EPUs;el;t}} - E_{\text{pr;el;used;EPUs;t}} \quad (5.36)$$

Se calculează energia electrică anuală primită din exterior pentru utilități PEC, $E_{\text{del;el;an}}$, conform relației:

$$E_{\text{del;el;an}} = \sum_t E_{\text{del;el;t}} \quad (5.37)$$

Vectori energetici care nu se exportă în exterior

Energia anuală ponderată primită din exterior, $E_{\text{we;del;nexp;an}}$ pentru toți agenții energetici cr, i care nu se exportă este calculată conform relației:

$$E_{\text{we;del;nexp;an}} = \sum_t \left(\sum_j (E_{\text{del;cr,j,t}} \cdot f_{\text{we;del;cr,j,t}}) \right) \quad (5.38)$$

în care:

$f_{\text{we;del;cr,j,t}}$ este factorul de ponderare (variabil în timp) pentru agentul energetic primit din exterior cr, j ;

$E_{\text{del;cr,j,t}}$ este energia furnizată de agentul energetic cr, j , agent primit din exterior, pe durata pasului de timp de calcul t .

Energia furnizată de agentul energetic cr, j , agent primit din exterior, pe durata pasului de timp de calcul t , $E_{\text{del;cr,j,t}}$, este dată de relația:

$$E_{\text{del;cr,j,t}} = \sum_{X,i} E_{X;\text{gen,i;in;cr,j,t}} \quad (5.39)$$

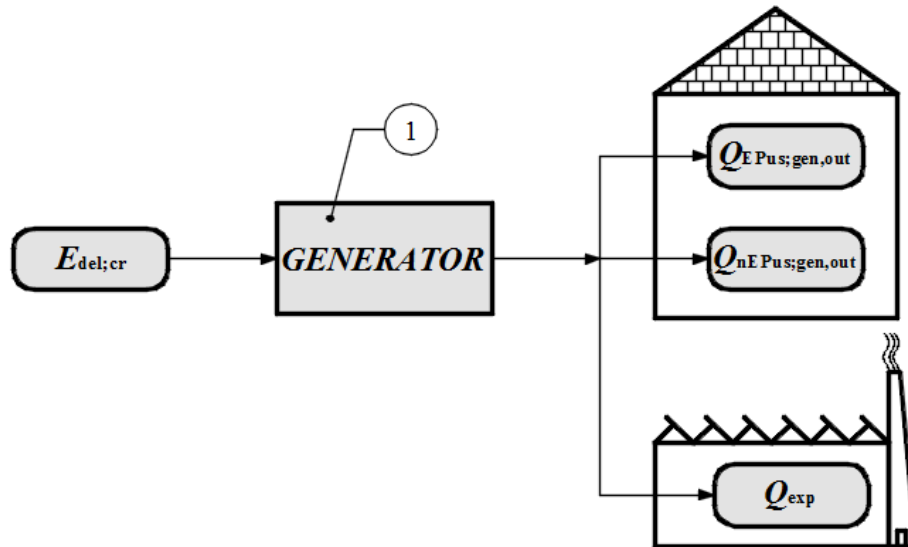
în care:

$E_{X;gen,i;in;cr,j;t}$ este energia furnizată de agentul energetic cr, j , la orice generator i pentru oricare utilitate X .

Dacă este exportat și un agent energetic non-electric, trebuie să se folosească formulele din subcap. 5.5.6.6.2.

Căldura exportată produsă la fața locului și neinclusă în consumul termic al clădirii

Efectul unui consum termic non-PEC sau al exportului de energie termică este exclus din calculul de performanță energetică (figura 5.7) cu procedura care urmează.



Legendă

1 generator

Figura 5.7 Diagramă de referință pentru exportul de energie termică

Pentru fiecare agent energetic sau consum de energie la generator (sau la setul de generatoare), $E_{del;cr,i}$, în (kWh), care generează căldură pentru alte consumuri decât utilitățile considerate din clădire:

- se calculează aportul de energie la generator (generatoare), $E_{del;cr}$, ținându-se seama de toate sarcinile $Q_{EPu;gen,out}$, $Q_{nEPu;gen,out}$ și Q_{exp} , în care:

$Q_{EPu;gen,out}$ este căldura produsă pentru utilitățile PEC considerate, la fața locului, ale clădirii,

considerate la fața locului;

$Q_{nEPu;gen,out}$ este căldură produsă pentru alte consumuri la fața locului decât utilitățile PEC ale clădirii;

Q_{exp} este căldură exportată în exterior.

Exemplu: Utilitate non-PEC, considerată la fața locului: încălzirea piscinei cu același generator utilizat la încălzire.

-se calculează cota fiecărui agent energetic, $E_{del;cr,i,H}$, (în kWh), de care să se țină seama în calculul PEC cu relația:

$$E_{\text{del; cr,i; EP}} = E_{\text{del; cr,i}} \frac{Q_{\text{EPus; gen; out}} + Q_{\text{nEPus; gen; out}}}{Q_{\text{EPus; gen; out}} + Q_{\text{nEPus; gen; out}} + Q_{\text{exp}}} \quad (5.40)$$

Dacă un echipament de generare comun produce energie electrică la fața locului (sau alt agent energetic cum ar fi biogazul), trebuie să se facă alocarea pentru sistemele tehnice care utilizează energia produsă la fața locului:

- conform criteriilor, cu opțiuni implicite în Anexa B, SR EN ISO 52000-1 :

- consum de energie electrică;
- zonă deservită;
- alte criterii;

- cu o prioritate specificată, cu opțiuni implicite în Anexa B, SR EN ISO 52000-1 :

- se calculează prima dată interacțiunea globală cu rețeaua publică, apoi se alocă energia electrică produsă la fața locului și energia electrică consumată (sau alt agent energetic);
- prima dată se alocă energia electrică produsă la fața locului și energia electrică consumată (sau alt agent energetic), apoi se calculează interacțiunea rețelei publice cu sistemele tehnice individuale.

Notă: A se vedea Anexa G, SR EN ISO 52000-1 , pentru o procedură de calcul informativă.

5.4.3.6. Date de ieșire

i. Generalități

Acest subcapitol definește conținutul unui raport de evaluare a consumului de energie al unui obiect evaluat conform standardului SR EN ISO 52000-1 .

Nota 1: Informații despre Clădiri cu Consum de Energie Aproape Egal cu Zero (NZEB) sunt furnizate în Anexa H, SR EN ISO 52000-1 .

Nota 2: Conținutul unui raport de calcul care are ca scop înțelegerea calculului realizat. Aceasta nu este o cerință pentru orice raport CPE sau pentru o aplicație pentru o autorizație de construcție.

Raportul de evaluare a consumului de energie trebuie să includă următoarele informații:

- o referință către metodologia de determinare a performanței energetice;
- scopul evaluării performanței energetice;
- descrierea clădirii și a amplasamentului acesteia, activitățile desfășurate în interiorul acesteia, echipamentele instalate și gradul de ocupare;
- tipul de evaluare a performanței energetice.

Cel puțin următoarele informații trebuie să fie incluse:

Parametrii climatici utilizați pentru performanța energetică calculată sau dacă se cunosc – temperatura exterioară medie, intensitatea radiației solare etc. pentru performanța energetică măsurată.

Date de intrare pentru performanța energetică calculată:

-
- conținutul raportului conform standardelor PEC relevante;
 - ipoteze utilizate pentru a se calcula consumul energetic pentru prepararea apei calde de consum și iluminat.

Date de ieșire pentru performanța energetică calculată:

- necesarul de energie pentru încălzire, răcire, ventilare, preparare apă caldă de consum și iluminat;
- necesarul lunar (la metoda lunară) de energie pentru încălzire și răcire, temperatura interioară și temperaturile exterioare medii lunare și radiația solară globală pe un plan orizontal, transferul termic prin transmisie și ventilare și aporturile solare și interne de căldură.

— Nota: A se vedea de asemenea SR CEN ISO/TR 52000-2 , pentru mai multe exemple pentru a obține o înțelegere a impactului relativ al unor diverse elemente în performanța energetică.

Performanța energetică măsurată, pentru fiecare agent energetic:

- perioada de timp considerată;
- metoda utilizată pentru a se evalua consumul de energie;
- metodele utilizate pentru extrapolare și corecție pentru climă, dacă este cazul;
- energia primită din exterior și energia exportată pentru fiecare agent energetic în (kWh);

Performanță energetică validată:

- raportul performanței energetice măsurate cu intervale de încredere;
- ipotezele utilizate pentru a ajusta performanța energetică adaptată la performanța energetică măsurată;
- performanța energetică calculată, inclusiv intervalele de încredere;
- performanța energetică calculată standard validată, inclusiv intervalele de încredere.

ii. Prezentarea generală tabelară a cantităților de energie pe vector energetic și utilitate energetică

Tablul 5.22 furnizează o prezentare generală a performanței energetice globale și componența pe agent energetic și utilitate energetică. Se prezintă toate datele de ieșire posibile, dar acest lucru nu înseamnă că toate acestea ar trebui să fie relevante și disponibile pentru orice clădire.

De asemenea s-au inclus în tabel necesarul energetic pentru încălzire și cel pentru răcire, precum și energia regenerabilă produsă la fața locului.

Tabelul trebuie să fie completat în cazul performanței energetice calculate. În cazul performanței energetice măsurate doar informațiile disponibile trebuie să se raporteze.

Pentru a se obține aceste valori, acolo unde este relevant, valorile trebuie să fie însumate pe zone și sisteme de calcul sau măsurare.

NOTĂ: A se vedea exemplul elaborat din SR CEN ISO/TR 52000-2 .

Raportul poate include tabele cu indicatori complementari cum ar fi:

- contribuțiile sistemelor solar termice active, încălzirii naturale, răcirii naturale și alte tehnici speciale pentru performanța energetică a clădirii;
- producția de energie regenerabilă la fața locului;
- contribuția energiei regenerabile produse în apropiere sau la distanță.

Tabelul 5.22 prezintă evaluarea detaliată a energiei exportate conform alegerii parametrului k_{exp} .

Tabelul 5.23 prezintă compoziția detaliată a RER în funcție de opțiunile de contabilizare a energiei provenite din surse regenerabile. Poate fi utilizat pentru a arăta care componente ale energiei provenite din surse regenerabile au fost luate în considerare în determinarea valorii RER.

Tabelul 5.21 Prezentare generală a performanței energetice totale și a compoziției pe vector energetic și utilitate a clădirii

Utilitate	Necesar energie (la nivel de clădire) (kWh/an)	Producție de energie (la nivel de clădire) (kWh/an)	Consum de energie pe agent energetic (kWh/an)		Performanță energetică ponderată (Unitate de măsură ^a /an)					
			Vector		Pasul A			Rezultat final		
			Denumire	Cantitate	$E_{we,1;A}^c$	...^c	$E_{we,i;A}^c$	$E_{we,1}^c$	...^c	$E_{we,i}^c$
Încălzire	$Q_{H;nd}$	$Q_{H;gen;out}$ sau $Q_{H;ngen;in}$	Energie electrică ^d	$E_{H;el}$	$E_{we,1;H;el;A}$		$E_{we,i;H;el;A}$	$E_{we,1;H;el}$		$E_{we,i;H;el}$
			Agent energetic j^b	$E_{H;cr,i}$	$E_{we,1;H;cr;j;A}$		$E_{we,i;H;cr;j;A}$	$E_{we,1;H;cr;j}$		$E_{we,i;H;cr;j}$
			Total		$E_{we,1;H;A}$		$E_{we,i;H;A}$	$E_{we,1;H}$		$E_{we,i;H}$
Răcire	$Q_{C;nd}$	$Q_{C;gen;out}$ sau $Q_{C;ngen;in}$	Energie electrică ^d	$E_{C;el}$	$E_{we,1;C;el;A}$		$E_{we,i;C;el;A}$	$E_{we,1;C;el}$		$E_{we,i;C;el}$
			Agent energetic j^b	$E_{C;cr,i}$	$E_{we,1;C;cr;j;A}$		$E_{we,i;C;cr;j;A}$	$E_{we,1;C;cr;j}$		$E_{we,i;C;cr;j}$
			Total		$E_{we,1;C;A}$		$E_{we,i;C;A}$	$E_{we,1;C}$		$E_{we,i;C}$
Ventilare			Energie electrică ^d	$E_{V;el}$	$E_{we,1;V;el;A}$		$E_{we,i;V;el;A}$	$E_{we,1;V}$		$E_{we,i;V}$
Umidifi- care	$Q_{HUM;nd}$		Energie electrică ^d	$E_{HUM;el}$	$E_{we,1;HUM;el;A}$		$E_{we,i;HUM;el;A}$	$E_{we,1;HUM;el}$		$E_{we,i;HUM;el}$
			Agent energetic j^b	$E_{HUM;cr,i}$	$E_{we,1;HUM;cr;j;A}$		$E_{we,i;HUM;cr;j;A}$	$E_{we,1;HUM;cr;j}$		$E_{we,i;HUM;cr;j}$
			Total		$E_{we,1;HUM;A}$		$E_{we,i;HUM;A}$	$E_{we,1;HUM}$		$E_{we,i;HUM}$
Dezumi- dificare	$Q_{DHU;nd}$			f	f	f	f	f	f	f
Preparare apă caldă de consum	$Q_{W;nd}$	$Q_{W;gen;out}$ sau $Q_{W;ngen;in}$	Energie electrică ^d	$E_{W;el}$	$E_{we,1;W;el;A}$		$E_{we,i;W;el;A}$	$E_{we,1;W;el}$		$E_{we,i;W;el}$
			Agent energetic j^b	$E_{W;cr,i}$	$E_{we,1;W;cr;j;A}$		$E_{we,i;W;cr;j;A}$	$E_{we,1;W;cr;j}$		$E_{we,i;W;cr;j}$
			Total		$E_{we,1;W;A}$		$E_{we,i;W;A}$	$E_{we,1;W}$		$E_{we,i;W}$
Iluminat			Energie electrică ^d	$E_{L;el}$	$E_{we,1;L;A}$		$E_{we,i;L;A}$	$E_{we,1;L}$		$E_{we,i;L}$
Altele			Energie electrică ^d	$E_{O;el}$	$E_{we,1;O;el;A}$		$E_{we,i;O;el;A}$	$E_{we,1;O;el}$		$E_{we,i;O;el}$
			Agent energetic j^b	$E_{O;cr,i}$	$E_{we,1;O;cr;j;A}$		$E_{we,i;O;cr;j;A}$	$E_{we,1;O;cr;j}$		$E_{we,i;O;cr;j}$
			Total		$E_{we,1;O;A}$		$E_{we,i;O;A}$	$E_{we,1;O}$		$E_{we,i;O}$
Total				$E_{we,1;A}$		$E_{we,i;A}$				
				g	h	h	h	h	h	h
Energie exportată			Energie electrică ^d	$E_{exp;el}$	$E_{we,1;exp;el;A}$		$E_{we,i;exp;el;A}$	$E_{we,1;exp;el}$		$E_{we,i;exp;el}$
			Vector k	$E_{exp;cr,k}$	$E_{we,1;exp;cr;k;A}$		$E_{we,i;exp;cr;k;A}$	$E_{we,1;exp;cr;k}$		$E_{we,i;exp;cr;k}$
Total								$E_{we,1}$		$E_{we,i}$

^a Unitatea de măsură pentru energia ponderată primară, kWh.

	<p>^b Oricare agent energetic este prezent.</p> <p>^c Număr de coloane în funcție de ponderea (ponderile) selectată (selectate). În cazul energiei primare trebuie furnizate trei coloane: P_{ren}, P_{ren} and P_{tot}.</p> <p>^d Inclusiv energia auxiliară, $W_{X;aux}$.</p> <p>^e (Gol)</p> <p>^f Inclusă în încălzire și răcire (C).</p> <p>^g Energie exportată.</p> <p>^h Resurse atribuite energiei exportate (sumă ponderată pe diverși vectori energetici dacă este relevant).</p>
--	---

Același tabel poate fi completat cu fiecare valoare împărțită prin valoarea E_{we} pentru a obține o prezentare generală cantitativă a impactului relativ al elementelor individuale.

Același tabel poate fi completat cu fiecare valoare împărțită prin valoarea E_{we} pentru a obține o prezentare generală cantitativă a impactului relativ al elementelor individuale. Se obține o prezentare generală cantitativă a impactului relativ al elementelor individuale.

Tabelul 5.22 Prezentare generală a performanței energetice totale și a bilanțului energetic global pe vector energetic

Bilanț energetic global	Energie primită din exterior ponderată (Unitate de măsură ^a /an)			Surse de energie ponderate atribuite energiei exportate (Unitate de măsură ^a /an)		Energie exportată, nevalorificată în performanța energetică (Unitate de măsură ^a /an)	
	Energie electrică	Alți agenți energetici cr,i (însumați)	Total	Atribuite energiei electrice exportate în exterior	Atribuite energiei termice exportate în exterior	Energie electrică	Energie termică
Pasul A, cu energie exportată nevalorificată	$E_{we;del;el}$	$\sum_{cr,i}(E_{we;del;cr,i})$	$E_{we;del;A}$	$E_{we;exp;el;A}$	$E_{we;exp;T;A}$	$E_{exp;el;A}$	$E_{exp;T;A}$
k_{exp}	k_{exp}	← Frațiune din energia exportată în exterior valorificată în performanța energetică					
	Performanță energetică ponderată (Unitate de măsură ^a /an)			Surse de energie ponderate atribuite energiei exportate (Unitate de măsură ^a /an)		Energie exportată (kWh/an)	

	Energie electrică	Alți agenți energetici cr,i (însuși)	Total	Atribuite energiei electrice exportate	Atribuite energiei termice exportate	Energie electrică	Energie termică
Energie exportată valorificată în performanța energetică (k_{exp})				$E_{we;exp;el;AB}$	$E_{we;exp;T;AB}$	$E_{exp;el;AB}$	$E_{exp;T;AB}$
Pașii A+B: cu energia exportată valorificată	$E_{we;el}$	$\sum_{cr,i}(E_{we;cr,i})$	E_{we}				
				Surse de energie ponderate atribuite energiei exportate (Unitate de măsură^a/an)		Energie exportată (kWh/an)	
Energia exportată disponibilă (nevalorificată în performanța energetică), $(1 - k_{exp})$				$E_{we;exp;el;avl}$	$E_{we;exp;T;avl}$	$E_{exp;el;avl}$	$E_{exp;T;avl}$
^a Unitatea de măsură pentru energia ponderată, kWh.							

Tabelul 5.23 Contribuția energiei din surse regenerabile

Termeni bilanț energetic	Incluși	Valoare (kWh/an)
$E_{Pren,onst}$		
$E_{Pren,nrby}$		
$E_{Pren,dist}$		
$E_{Pren,RER}$		
E_{Ptot}		
RER		
NOTĂ: Se va ține seama de sursele de energie care sunt sau nu luate în considerare.		

CAPITOLUL 6. AUDITUL ENERGETIC

6.1. Obiective și domeniu de aplicare

Auditul energetic al unei clădiri urmărește identificarea principalelor caracteristici termice și energetice ale construcției și ale instalațiilor aferente acesteia și stabilirea, din punct de vedere tehnic și economic, a soluțiilor de reabilitare sau modernizare termică și energetică a construcției și a instalațiilor aferente acesteia, pe baza rezultatelor obținute din activitatea de analiză termică și energetică a clădirii.

Certificatul de performanță energetică al unei clădiri urmărește declararea și afișarea performanței energetice a clădirii, prezentată într-o formă sintetică unitară, cu detalierea principalelor caracteristici ale construcției și instalațiilor aferente acesteia, rezultate din analiza termică și energetică.

Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor se referă la clădirile în cadrul cărora se desfășoară activități care necesită asigurarea unui anumit grad de confort și regim termic, potrivit reglementărilor tehnice în domeniu, în condiții de consum cât mai redus de energie. Aceasta metodologie se prezintă în capitolul 5 al prezentei lucrări.

Domeniu de aplicare

Clădirile sunt grupate în 2 mari categorii, după cum urmează:

A. Clădiri de locuit (din sectorul rezidențial):

- Clădiri de locuit individuale (case unifamiliale, cuplate sau înșiruite, tip duplex ș.a.);
- Clădiri de locuit cu mai multe apartamente (blocuri de locuințe);
- Cămine, internate.

B. Clădiri nerezidențiale

- Clădiri de birouri
- Clădiri de învățământ (creșe, grădinițe, școli, licee, universități);
- Clădiri pentru sănătate (spitale, policlinici);
- Clădiri de turism (hoteluri și restaurante);
- Clădiri pentru sport;
- Clădiri pentru servicii de comerț (magazine, spații comerciale, sedii de firme, bănci);
- Clădiri social-culturale (teatre, cinematografe, muzee);
- Clădiri administrative (sedii de birouri ale autorităților locale, sedii institutii etc.)
- Alte tipuri de clădiri consumatoare de energie (de exemplu clădiri industriale sau zone de clădiri industriale cu personal uman utilizate în regim normal de exploatare, fără luarea în calculul energiei consumate de clădire/zona de clădire a consumurilor de energie ale echipamentelor tehnologice; se va ține însă cont de eventualele influențe asupra aporturilor de căldură, debite de aer pentru ventilare etc.).

Deși analiza termică și energetică se poate realiza pentru toate clădirile, certificatul de performanță energetică nu este obligatoriu pentru următoarele categorii de clădiri:

- clădiri și monumente protejate care, fie fac parte din zone construite protejate conform legii, fie au valoare arhitecturală sau istorică deosebită, cărora dacă li se aplică cerințele, li s-ar modifica în mod inacceptabil caracterul ori aspectul exterior;
- clădiri utilizate ca lăcașuri de cult sau pentru alte activități cu caracter religios;
- clădiri provizorii prevăzute a fi utilizate pe perioade de până la 2 ani, din zone industriale, ateliere și clădiri nerezidențiale din domeniul agricol care necesită un consum redus de energie;
- clădiri rezidențiale care sunt destinate a fi utilizate mai puțin de 4 luni pe an;
- clădiri independente, cu o arie utilă mai mică de 50 m²;
- clădiri cu regim special de exploatare.

Realizarea auditului energetic al unei clădiri presupune parcurgerea a patru etape:

1. Investigarea clădirii și instalațiilor aferente și evaluarea performanței energetice a clădirii în condiții normale de utilizare, pe baza caracteristicilor reale ale sistemului construcție – instalații aferente (încălzire, apă caldă de consum, ventilare, climatizare, iluminat);
2. Identificarea măsurilor de reabilitare/modernizare energetică, propunerea unor pachete de soluții de reabilitare și analiza eficienței economice a acestora;
3. Recalcularea consumurilor de energie și a economiei de energie pentru pachetele de măsuri propuse și reîncadrarea în clasele energetice și în final analiza eficienței economice a soluțiilor de reabilitare;
4. Întocmirea raportului și dosarului de audit energetic.

Schema logică de parcurs în realizarea auditului energetic este redată în Figura 6.4.

6.2. Evaluarea performanței energetice a clădirii în condiții normale de utilizare, pe baza caracteristicilor reale ale sistemului construcție-instalații

Evaluarea performanțelor energetice ale unei clădiri se referă la determinarea nivelului de protecție termică al clădirii și a eficienței energetice a instalațiilor de încălzire interioară, de ventilare/climatizare, de preparare a apei calde de consum și de iluminat și vizează în principal:

- investigarea preliminară a clădirii și a instalațiilor aferente,
- determinarea performanțelor energetice ale construcției și ale instalațiilor aferente acesteia, precum și a consumului anual de energie al clădirii pentru încălzirea spațiilor, de ventilare/climatizare, de preparare a apei calde de consum și de iluminat,
- concluziile auditorului energetic asupra evaluării.

6.2.1. Investigarea preliminară a clădirilor

Investigarea preliminară a clădirilor se efectuează prin analizarea documentației tehnice a clădirii (sau completarea acesteia, după caz) și prin analiza stării actuale a construcției și instalațiilor aferente acesteia, constatată prin vizitarea clădirii.

Investigarea preliminară a clădirilor se referă la aspectele prezentate în continuare.

6.2.1.1. Analiza elementelor caracteristice privind amplasarea clădirii în mediul construit

Aceasta analiza trebuie să vizeze:

- * zona climatică în care este amplasată clădirea;
- * orientarea față de punctele cardinale;
- * distanța față de clădirile învecinate și înălțimea acestora;
- * direcția vânturilor dominante și gradul de adăpostire față de vânt;
- * regimul de înălțime al clădirilor separate prin rost.

Prin studiul vecinătăților clădirii vor fi puse în evidență unele elemente ce pot influența regimul higrotermic (regimul de înălțime al clădirilor din zonă, factorii de umbră, geometria spațiului în legătură cu precizarea direcției și intensității vântului dominant etc.), precum și dacă acestea au fost luate în seamă la realizarea construcției analizate.

6.2.1.2. Analiza cărții tehnice a clădirii, respectiv a documentației care a stat la baza execuției clădirii și instalațiilor aferente

Aceasta analiza trebuie să cuprindă cel puțin:

- * partiurile de arhitectură ale fiecărui nivel, secțiuni;
- * dimensiunile geometrice ale elementelor de construcții (pereți, stâlpi, grinzi, buiandrugii, plăci, elementele șarpantei);
- * dimensiunile golurilor din pereți, distanța dintre goluri, înălțimea parapetilor;
- * structura anvelopei clădirii;
- * tipul de uși și ferestre;
- * alcătuirea și materialele care compun elementele de închidere exterioară sau de separare între spații cu regimuri de temperatură diferite;
- * planuri și scheme ale instalațiilor de încălzire, ventilare, climatizare, preparare a apei calde de consum și iluminat.

În cazul în care documentația de bază lipsește, se execută un relevu al clădirii, evidențiindu-se toate elementele enumerate mai sus.

Analiza documentației care a stat la baza execuției clădirii va fi completată cu un relevu al zonelor cu degradări specifice (igrasie, infiltrații de apă, condens, mușci etc.), precum și cu un relevu al instalațiilor și/sau arhitectura în scopul evidențierii modificărilor efectuate asupra acestora.

6.2.2. Evaluarea stării actuale a clădirii prin comparație cu soluția de proiect (conform cărții tehnice a clădirii)

Evaluarea stării actuale a clădirii, inclusiv instalațiile aferente, se face în principal prin analiză vizuală și urmărește în special:

6.2.2.1. Evaluarea stării actuale a construcției prin comparație cu soluția de proiect:

- starea elementelor de construcție opace (pereți, planșeu peste sol/subsol, planșeu sub pod, terasă, acoperiș, rosturi deschise/închise, pereți către spații comune – casa scării etc.) și

evidențierea punților termice liniare și punctuale (cu pondere în valoarea rezistenței termice corectate), a defectărilor sau a deteriorărilor:

- * fisuri, degradări ale tencuielii și ale structurii de rezistență, igrasie, infiltrații de apă de la instalații sau din alte surse (neetanșeitarea învelitorilor, jgheburilor și burlanelor), zone afectate de condens remanent și de mucegai,
 - * deteriorarea acoperișului și ale elementelor de închidere ale podului, terasei și ale locurilor de străpungere ale terasei,
 - * identificarea alcătuirii elementelor de închidere și evaluarea stării termoizolației din componența pereților, planșeelor, terasei etc.
 - * identificarea prezentei punților termice (termoviziune în infraroșu, după caz),
 - * existența zonelor cu infiltrații de aer (neetanșeiți la uși și ferestre, rosturi neînchise, străpungeri în jurul coșurilor de fum, conductelor etc.).
- identificarea tipurilor de închideri transparente (uși și ferestre fixe / mobile)
 - starea elementelor de închidere vitrate din spațiile locuite/ocupate și din cele cu funcții de spații comune (casa scărilor, subsoluri etc.):
 - * geamuri sparte sau lipsa, rame deformate sau deteriorate, sistemele de închidere ale ușilor și ferestrelor defecte sau lipsa acestora, spații libere între tocul ușilor/ferestrelor și elementele de construcție etc.,
 - * lipsa sistemelor automate de închidere a ușilor clădirilor,
 - starea canalelor de ventilare a spațiilor anexa (bai, bucătării etc.)

6.2.2.2. Evalarea stării actuale a instalațiilor prin comparație cu soluția de proiect

Pentru instalațiile de încălzire:

Se va identifica tipul sistemului de încălzire a spațiilor locuite/ocupate și comune și se va completa Fișa după modelul din ANEXA 6.1.

Pentru instalațiile de ventilare și climatizare:

Se va identifica tipul sistemului de ventilare /climatizare și se va completa Fișa după modelul din ANEXA 6.1. Se va urmări totodată obținerea următoarelor date:

La sistemele locale de încălzire și răcire cu aer și/sau pompe de căldură

- starea filtrelor de praf,
- consumul de energie electrică față de valoarea de catalog,
- viteza medie în gurile de refulare a aerului,
- tipul de agent frigorific utilizat (ecologic, neecologic),
- pierderi de agent frigorific.

La sistemele de ventilare mecanică (refulare, refulare / aspiratie)

- viteze medii ale aerului în gurile de refulare,
- viteze medii ale aerului în gurile de aspiratie,
- dispozitive de reglare a debitelor de aer (manevrabilitate),

-
- gradul de etanșare a îmbinărilor canalelor de aer (se recomandă efectuarea de măsurări ale vitezelor și verificarea conservării debitelor masice la nivelul întregii instalații),
 - identificarea zonelor de scurgeri de aer,
 - starea canalelor de aer din punct de vedere al rezistenței la coroziune (pentru canale metalice neprotejate și accesibile),
 - starea termoizolației conductelor de aer și comparație cu rezistența termică de proiect,
 - stabilirea punctului real de funcționare al ventilatoarelor,

La sistemele centralizate de climatizare

- toate evaluările anterioare
- evaluarea performanțelor energetice a echipamentelor din centrala de tratare a aerului.

Pentru instalația de preparare și furnizare a apei calde de consum:

Se va identifica tipul sistemului de preparare a apei calde de consum și se va completa Fișa după modelul din ANEXA 6.1.

Pentru instalațiile de iluminat artificial:

Se va identifica tipul sistemului de iluminat artificial și se va completa Fișa după modelul din ANEXA 6.1.

Se vor urmări în principal:

- evaluarea tipului/stării corpurilor de iluminat,
- evaluarea performanței tehnice a sistemului de iluminat artificial (verificarea gradului de asigurare a confortului vizual conform Metodologie Partea a II-a),
- starea conductoarelor de energie electrică,
- existența dispozitivelor de control și reglare automată a fluxului luminos (impactul asupra consumului de energie electrică),
- existența dispozitivelor de alimentare controlată cu energie electrică (impactul asupra consumului de energie electrică).

6.2.2.3. Prelevarea de probe fizice

Prelevarea de probe fizice se realizează în vederea:

- * stabilirii tipului solului pe care este amplasată clădirea și adâncimea pânzei freatice;
- * stabilirii structurilor, respectiv a grosimilor elementelor exterioare ale anvelopei (pereți, planșee peste subsol, planșee peste pod, acoperiș);
- * obținerii de probe edificatoare din elementele exterioare în vederea stabilirii umidității, densității și conductivității termice, în laboratoare specializate;
- * aprecierii gradului de degradare a materialului prin determinări de rezistențe fizico-mecanice și examinarea microscopică (cristale de săruri, miceli, bacterii etc.), în laboratoare specializate.

În urma investigărilor preliminare a clădirii se întocmește o fișă de analiză care va cuprinde toate elementele necesare estimării consumului anual normal de energie al clădirii pentru încălzirea spațiilor, ventilare / climatizare, iluminat și prepararea apei calde de consum.

În ANEXA 6.1 se prezintă un model de fișă de analiză a clădirii. Formatul acesteia va fi standard, nu se modifica de care auditor și se vor bifa și completa elementele care sunt corespondente situației analizate. Fișa va fi parte obligatorie din dosarul raportului de audit energetic.

6.3. Determinarea performanțelor energetice și a consumului anual de energie al clădirii pentru încălzirea spațiilor, apă caldă de consum, ventilare/climatizare și iluminat

Determinarea performanțelor energetice și a consumului anual de energie al clădirii pentru încălzirea spațiilor, apa caldă de consum, ventilare/climatizare și iluminat se realizează în conformitate cu cele prezentate în capitolele anterioare, ținând seama și de datele obținute prin activitatea de investigare preliminară, analiza efectuată și relevarea termografică a clădirii.

Concluziile asupra evaluării se referă la sintetizarea informațiilor obținute prin analiză termică și energetică a clădirii și efectuarea diagnosticului energetic al acesteia, prin interpretarea rezultatelor obținute și indicarea aspectelor legate de performanța energetică a clădirii, atât în ceea ce privește protecția termică a construcției, cât și gradul de utilizare a energiei la nivelul instalațiilor aferente acesteia.

6.4. Identificarea măsurilor de reabilitare/modernizare energetică, propunerea unor pachete de soluții de reabilitare și analiza eficienței economice a acestora

Scopul principal al măsurilor de reabilitare / modernizare energetică a clădirilor existente îl constituie reducerea consumurilor de energie pentru climatizarea spațiilor – încălzire/racire, și pentru prepararea apei calde de consum, ventilare și iluminat, asigurând în același timp condiții de microclimat confortabil.

Importanța și diversitatea ansamblului de clădiri existente, precum și numărul mare de posibilități de reabilitare / modernizare implică o abordare diferită de cea caracteristică în general construcțiilor nou proiectate. La acestea din urmă considerarea costului de investiție este practic preponderentă, chiar dacă deciziile sunt luate teoretic pe baza unui calcul de optimizare a costului global actualizat (valoare netă actualizată). În cadrul reabilitării unei clădiri existente aspectul funcționalității este foarte important și criteriul deciziei îl constituie întotdeauna eficiența tehnico-economică, chiar dacă aspectul financiar rămâne esențial (costurile necesare nu pot fi mobilizate decât în măsura în care acestea sunt justificate economic prin diminuarea previzibilă a costurilor de funcționare și de întreținere).

În ceea ce privește clădirile de locuit existente, din ansamblul acestora se disting două mari categorii din punct de vedere al modului de repartiție a criteriilor “energetice” - care se pretează mai bine la tratarea aspectelor de reabilitare - și anume:

A) Locuințe caracterizate de confort termic - este vorba de clădirile prevăzute cu un sistem de încălzire “global”, acesta putând fi: *centralizat* la nivel de locuința sau clădire (încălzire centrală clasică), *divizat* (un aparat independent în fiecare încăpere încălzită) sau *mixt*.

B) Locuințe lipsite de confort termic sau prevăzute numai cu mijloace limitate de asigurare a confortului termic (de exemplu numai sobe), care se abat de la prevederile Legii 10/1995 cu modificările și completările ulterioare, privind Calitatea în construcții.

În fiecare dintre cele două categorii astfel definite problema fundamentală a reabilitării termice se pune după cum urmează:

A) menținerea condițiilor normate de confort termic prin reducerea consumului de combustibil sau schimbând tipul de energie (total sau parțial), conform politicii energetice naționale;

B) aplicarea unor soluții de realizare a condițiilor normate de confort termic prin optimizarea costului global actualizat, conform politicii energetice naționale.

Soluțiile tehnice și economice, precum și politica energetică națională se vor subsuma prevederilor Legii 10/1995 cu modificările și completările ulterioare, privind Calitatea în construcții.

În ambele cazuri, pe lângă caracteristici tehnice, geografice și sociologice, apar noi parametri referitori la stadiul energetic al clădirilor, la varietatea surselor de energie și la situația economică și financiară a beneficiarilor soluțiilor tehnice aplicate ansamblului clădire - instalație.

Situația economică și financiară depinde în principal de tipul ocupanților, de statutul de ocupare, de sectorul de finanțare (social sau nu, privat sau public), de natura juridică a patrimoniului (exemplu: coproprietăți, entități juridice sau locatari / proprietari); posibilitățile de ajutor public direct, costurile implicate de activitatea de reabilitare energetică, existența unor avantaje fiscale.

Asigurarea confortului termic se realizează prin asigurarea termoizolării anvelopei clădirii și prin alegerea unui sistem de încălzire adecvat și a unei surse de energie. Se disting trei mari categorii de sisteme de încălzire legate de tipul de locuințe:

1) încălzire centrală sau divizată (pe încăperi) în casă individuală (cu apa caldă de consum preparată centralizat sau furnizată de aparate independente) – ex. clădire individuală dotată cu centrală proprie de încălzire și preparare a apei calde de consum;

2) încălzire centrală sau divizată (pe încăperi) individual pe locuință în imobil colectiv (cu apa caldă de consum preparată centralizat sau furnizată de aparate independente) – ex. apartament din clădire colectivă, dotat cu centrală proprie de încălzire și preparare a apei calde de consum;

3) încălzire centrală colectivă în imobil colectiv sau casă individuală (cu apa caldă de consum distribuită, preparată centralizat la nivel de locuință sau furnizată de aparate independente) – ex. clădire colectivă racordată la un sistem centralizat de alimentare cu căldură.

Modernizarea clădirilor existente de locuit se va face utilizând soluțiile de principiu, adaptate pentru fiecare caz în parte, prevăzute în reglementările tehnice SC 007-2013 și GP 123 – 2013 și în alte reglementări tehnice care sunt în vigoare, printre care se menționează ghiduri de proiectarea și executarea lucrărilor de reabilitare termică a blocurilor de locuințe, normative pentru proiectarea, ghiduri privind reabilitarea și modernizarea termică etc.

În ceea ce privește clădirile din sectorul terțiar, măsurile de renovare/modernizare energetică a acestora prezintă particularități și prin urmare vor fi tratate separat pentru fiecare categorie de clădire în parte.

Pentru cladirile cu consum scazut de energie, de tip nZEB, solutiile tehnice recomandate vor face obiectul unei reglementari tehnice specifice.

6.4.1. Soluții tehnice cadru recomandate pentru renovarea sau modernizarea energetică a clădirilor existente

Intervențiile avute în vedere la renovarea sau modernizarea energetică a unei clădiri se împart în două categorii principale și anume:

- intervenții asupra anvelopei clădirii
- și
- intervenții asupra instalațiilor aferente clădirii.

6.4.1.1. Intervenții asupra anvelopei clădirii

Intervențiile asupra clădirii vizează reducerea necesarului propriu de căldură al clădirii, independent de comportamentul instalațiilor și al consumatorilor. În principiu, acestea sunt următoarele:

Îmbunătățirea izolației termice

Îmbunătățirea izolației termice a unei clădiri existente are drept scop reducerea fluxului termic disipat prin anvelopa clădirii către mediul exterior. Se va proceda astfel la :

- îmbunătățirea izolației termice a elementelor de construcție opace orizontale;
- îmbunătățirea izolației termice a elementelor de construcție opace verticale;
- îmbunătățirea elementelor de construcție vitrate;
- îmbunătățirea altor elemente de construcție perimetrice
- izolarea locala suplimentara, dupa caz, a elementelor de anvelopa in scopul reducerii influentei puntilor termice

Îmbunătățirea etanșeității la aer

Aceasta trebuie să privească atât reducerea sau chiar eliminarea infiltrațiilor parazite (rostrurile elementelor mobile, obloane rulante etc.), cât și asigurarea aerului proaspăt necesar în vederea limitării umidității și a condensului, ce pot avea efecte negative asupra construcției. Este important să se respecte debitul volumic de aer proaspăt necesar asigurării calității aerului interior din condiții de confort interior. Se va proceda astfel la :

- etanșarea rosturilor elementelor mobile exterioare din spațiul încălzit
- etanșarea rosturilor elementelor mobile exterioare din spațiul neîncălzit.

6.4.1.2. Intervenții asupra instalațiilor de încălzire și apă caldă de consum aferente clădirii

Intervențiile asupra instalației vizează reducerea consumului de energie pentru satisfacerea necesarului determinat (încălzire, apă caldă de consum). Se poate interveni la mai multe nivele (producere, transport, distribuție, utilizare), atât pentru încălzire, cât și pentru apa caldă de consum.

La nivelul producerii căldurii (în cazul clădirilor dotate cu sursă proprie de căldură):

- înlocuirea aparatelor învechite sau neadaptate (arzătoare mai vechi de 9-10 ani și cazane mai vechi de 12-15 ani),

-
- dotare cazanelor cu echipamente de automatizare /control pentru reducerea consumului de energie, prin implementarea orarelor de funcționare și compensare în funcție de temperatura exterioară și adaptarea puterilor surselor de căldură în centrala termică,
 - substituirea parțială sau totală a formei de energie,
 - utilizarea de tehnici specifice (pompe de căldură cu compresie mecanică, cu absorbție, cazane cu condensare, instalație solară)- (a se consulta și Ghid GEX 13-2015 Ghid privind utilizarea surselor regenerabile de energie la clădirile noi și existente);

La nivelul distribuției căldurii

- izolarea termică a conductelor de distribuție din spațiile neîncălzite,
- reducerea temperaturilor de reglaj a instalației de încălzire în scopul satisfacerii necesarului de căldură;
- separarea circuitelor ai căror parametri funcționali sunt net diferiți,
- reechilibrarea circuitelor care alimentează corpurile de încălzire funcționând cu apa caldă (din punct de vedere termic - prin schimbarea aparatului sau ameliorarea locală a izolației, iar din punct de vedere hidraulic - prin ameliorarea distribuției debitelor).
- dotarea coloanelor de încălzire cu vane de echilibrare automate (presiune diferențială constantă)

La nivelul utilizatorului (spațiile încălzite și punctele de consum a.c.m.)

- instalarea de robinete termostactice la corpurile de încălzire și, în cazul încălzirii colective, combinarea acestei măsuri cu montarea sistemelor de repartizare individuală a costurilor de încălzire
- instalarea de contoare individuale
- introducerea echipamentelor de automatizare și control, programabile, după caz.

Dacă reabilitarea / modernizarea unei instalații de reglare nu a fost încă menționată este din cauză ca ea poate interveni la toate nivelele (termostate de cameră, de preferință electronice, mai ales dacă echipează convectoare electrice, ansambluri clasice cu sonde exterioare - robinete cu servomotor comandate de reglatoare cu legi de corespondență mai mult sau mai puțin complexe, simple limitatoare de temperatură de conductă, termostat de cazan etc.).

La fiecare tip de reglaj pot fi asociate sisteme de programare (optimizare), în general limitate pentru locuințe la simple “ceasuri” programatoare, care permit o reducere a temperaturii pe timp de noapte.

În anumite cazuri particulare, în care vechimea instalațiilor este mare, iar gradul de uzură al echipamentelor este ridicat, nu se mai impune o ameliorare, ci o renovare totală a acestora, mai ales dacă se referă la instalația de preparare a apei calde de consum colective.

O categorie aparte de clădiri existente este constituită de blocurile de locuințe racordate la sisteme centralizate de alimentare cu căldură (de tipul termoficării), caracterizate de indici specifici de necesar de căldură care atestă caracterul disipativ din punct de vedere energetic al construcțiilor

existente, în ansamblul lor și acestea implică o abordare aparte. În Anexa 6.2 sunt prezentate sintetic măsurile de reabilitare și modernizare energetică a blocurilor racordate la sisteme centralizate de furnizare a utilităților termice.

Se vor utiliza recomandari din Ghidul de inspectie periodica a cazanelor si a instalatiilor de incalzire GEX 010/2013.

6.4.1.3. Intervenții asupra instalațiilor de ventilare-climatizare

Propunerile de creștere a eficienței trebuie să țină cont de următoarele obiective:

- A) Adaptarea sistemului la utilizarea reală a clădirii;
- B) Reducerea sarcinii frigorifice a spațiilor climatizate;
- C) Mărirea eficienței energetice a întregului sistem prin optimizarea funcționării echipamentelor acestuia.

Lista informativă de propuneri de creștere a eficienței instalațiilor de ventilare -climatizare:

- Modificarea parametrilor interiori de confort la valori ce corespund cu gradul de îmbrăcare a ocupanților, nivelul de activitate fizică și durata de sejur a acestora în spațiile climatizate.
- Optimizarea (reducerea) timpului de pornire a sistemului de climatizare până la atingerea regimului nominal de funcționare.
- Schimbarea poziției gurilor de introducere a aerului la nivelul plafonului fals pentru evitarea senzației de curenți reci în zona de ocupare.
- Mărirea debitului de aer proaspăt introdus prin modificarea turației ventilatorului sau schimbarea acestuia cu un ventilator având debit superior și randament mai crescut în punctul nominal de funcționare.
- Informarea utilizatorilor cu privire la exploatarea eficientă a sistemului de climatizare – eventual tipărirea de broșuri sugestive cu privire la un comportament realist al acestora în utilizarea sistemului.
- Instalarea de elemente de umbrire suplimentare la nivelul ferestrelor exterioare sau a fațadelor.
- Evitarea pătrunderii aerului exterior cald pe durata funcționării sistemului de climatizare.
- Utilizarea eficientă a iluminatului artificial.
- Utilizarea eficientă a echipamentelor de birou cu degajări mari de energie.
- Alegerea unor corpuri de iluminat și a unor echipamente de birou cu degajări reduse de energie.
- Alegerea unor măsuri de recuperare a căldurii din aerul evacuat de câte ori este posibil.
- Modificarea algoritmilor de reglare a parametrilor instalației (temperaturi sau debite de fluid) dacă se constată o funcționare ineficientă energetic, în absența unor defecțiuni observate la echipamentele din sistem.
- Repararea sau înlocuirea totală a unor componente din sistem dovedite ca având o funcționare incorectă în raport cu specificația lor tehnică, în urma raportului de inspectie.
- Achiziționarea unor module de tip BMS pentru părți din sistem cu consum ridicat de energie.
- Introducerea unor sisteme mai performante energetic ce utilizează surse de energie regenerabile.

Se vor utiliza recomandari din Ghidul de inspectie a instalatiilor de ventilare si climatizare GEX 009/2011.

6.4.1.4. Intervenții asupra instalațiilor de iluminat

Intervențiile asupra instalației de iluminat vizează reducerea consumului de energie în condițiile respectării exigențelor normative privind nivelurile de iluminare din clădiri, funcție de destinația acestora. Lista poate include:

- înlocuirea corpurilor de iluminat astfel încât să se poată profita de avantajele tehnologiei cu LED și să fie redusă puterea reziduală
- înlocuirea surselor de lumină cu unele care utilizează LED-uri
- utilizarea senzorilor de prezență
- utilizarea automatelor de scară în cazul clădirilor rezidențiale
- utilizarea luminii naturale pe durată cât mai mare, introducând tuburi de lumină etc.

6.4.2. Particularități ale măsurilor de reabilitare/modernizare energetică pentru clădiri din sectorul terțiar

Soluțiile tehnice pentru creșterea eficienței utilizării energiei termice în cazul clădirilor din sectorul terțiar pot fi grupate în două categorii și anume:

- A.** Soluții tehnice comune tuturor categoriilor de clădiri din sectorul terțiar,
- B.** Soluții tehnice funcție de categoriile principale de clădirilor din sectorul terțiar considerate în normativ.

A. Principalele soluții tehnice din prima categorie susmenționată, sunt:

- Asigurarea unei eficiențe cât mai ridicate pentru echipamentele din componența sistemelor de utilizare a energiei termice (corpuri de încălzire, pompe, ventilatoare, baterii de încălzire armături de reglaj etc.) - prin prisma funcției de transfer a echipamentelor, a randamentelor, a consumurilor specifice etc.;
- Contorizarea energiei termice;
- Asigurarea reglării sarcinii termice de încălzire conform graficului (curbei) de reglaj termic proprie consumatorului (prevăzută prin contractul de furnizare a energiei termice);
- Eliminarea pierderilor din rețeaua de distribuție a agentului termic din incinta clădirii (amplasată în subsol tehnic sau spații anexe), prin eliminarea defectelor și prin termoizolarea conductelor;
- Eliminarea depunerilor de materii organice și anorganice din interiorul conductelor de alimentare cu agent termic și a corpurilor de încălzire prin spălarea și dezincrustarea acestora și dotarea instalației de încălzire cu filtre eficiente;
- Înlocuirea armăturilor existente (de slabă calitate) din instalația de încălzire cu armături noi, eficiente;
- Reglajul local al energiei termice prin dotarea corpurilor de încălzire cu robinete termostactice;
- Dotarea instalației de apă caldă de consum cu armături de calitate ridicată, cu limitare a consumului de apă;

-
- Reducerea necesarului de căldură al clădirii prin măsuri de protecție termică suplimentară a elementelor de construcție opace și transparente (ferestre cu caracteristici conservative din punct de vedere energetic, ex. ferestre cu tâmplărie eficientă și geam termoizolant), în conformitate cu soluțiile prezentate în subcapitolul precedent;
 - Reducerea consumului de căldură datorat infiltrațiilor de aer rece, prin etanșarea rosturilor elementelor mobile (uși, ferestre) prin limitarea cotei de aer proaspăt la valoarea impusă de exigențele de confort fiziologic;
 - Recuperarea căldurii din entalpia aerului evacuat în cazul instalațiilor de ventilație mecanică sau/și climatizare;
 - Etanșarea elementelor mobile (uși, ferestre) din componența spațiilor anexe ale clădirii (casa scării, subsolul tehnic etc.);
 - Asigurarea mentenanței construcției și instalațiilor aferente.

B. Soluțiile tehnice specifice de creștere a eficienței energetice la clădirile din sectorul terțiar sunt prezentate în continuare, funcție de categoriile de clădiri.

- **Clădiri pentru sanatate**

Principalele soluții tehnice de creștere a eficienței energetice în clădiri spitalicești sunt:

- Măsuri de recuperare locală a căldurii (ex. din condensatul colectat sau din aerul de evacuare din instalațiile de ventilație, în limitele nivelelor de contaminare a aerului) și utilizarea acesteia ca sursă secundară de energie (ex. prepararea apei calde de consum sau pentru preîncălzirea apei de adaos etc.);
- Reconsiderarea, în limita posibilităților, a distribuției energiei termice prin separarea circuitelor pe zone care beneficiază de același regim termic și program de funcționare;
- Sporirea gradului de automatizare al instalațiilor, corelat cu aplicarea unor regimuri de exploatare rațională, în funcție de categoria clădirii spitalicești, felul ocupării, programul de lucru și condițiile climatice;
- Izolarea termică a conductelor pentru diverși agenți termici și a canalelor de aer cald și rece;
- Utilizarea, în măsura posibilităților, a surselor neconvenționale de energie;

Având în vedere exigențele referitoare la regimul termic al clădirilor de tip spital și implicit la furnizarea energiei termice, se recomandă pentru spitale adoptarea soluțiilor care permit gestionarea independentă a căldurii, respectiv puncte termice proprii (stații termice compacte) sau chiar centrale termice proprii.

De asemenea, având în vedere existența unor consumuri de căldură cvasiconstante (de tipul aburului utilizat la sterilizarea aparaturii medicale sau la tratarea aerului, apa caldă necesară băilor de tratament etc.), o soluție de modernizare energetică a surselor de căldură aferente clădirilor de tip spital poate fi constituită de grupuri independente cu cogenerare (cu motoare termice).

- **Clădiri social-culturale**

Principalele soluții tehnice de creștere a eficienței energetice în clădiri culturale sunt:

-
- Prevederea unor echipamente de automatizare a instalației de încălzire și de preparare a apei calde de consum în scopul asigurării reglajului sarcinii termice de încălzire / ventilare funcție de variația necesarului real;
 - Utilizarea unor sisteme speciale de încălzire pentru reducerea gradientului spațial la încălzirea spațiilor mari, fără consum suplimentar de energie.

- **Clădiri de învățământ**

Principalele soluții tehnice de creștere a eficienței energetice specifice clădirilor de învățământ sunt:

- Asigurarea reglajului sarcinii termice de încălzire pe tipuri de încăperi / săli de curs;
- Reducerea alimentării cu căldură pe perioadele de neocupare a clădirii;
- Reducerea infiltrațiilor de aer rece, prin etanșarea rosturilor elementelor mobile (uși, ferestre), simultan cu asigurarea ventilării naturale organizate sau a ventilării controlate, a spațiilor ocupate.

- **Clădiri pentru servicii de comerț și administrative**

Principalele soluții tehnice de creștere a eficienței energetice specifice clădirilor comerciale sunt:

- Reducerea alimentării cu căldură pe perioadele de neocupare a clădirii;
- Dotarea clădirilor caracterizate de un flux important de utilizatori cu perdele de aer cald la intrare sau cu sasuri având cu funcția de tampon termic.

- **Clădiri pentru sport**

În cazul consumatorilor de tip clădiri pentru sport, soluțiile tehnice de creștere a eficienței energetice se referă la:

- Buna etanșare a rosturilor elementelor mobile (uși, ferestre), simultan cu asigurarea ventilării sau climatizării spațiilor ocupate (funcție de gradul de confort solicitat);
- Reducerea alimentării cu căldură pe perioadele de neocupare a clădirii.

- **Clădiri pentru turism (Hoteluri și restaurante)**

În cazul consumatorilor de tip hotel sau restaurante, soluțiile tehnice de creștere a eficienței energetice se referă la:

- Buna etanșare a rosturilor elementelor mobile (uși, ferestre), simultan cu asigurarea ventilării sau climatizării spațiilor ocupate (funcție de gradul de confort solicitat);
- Recuperarea căldurii pentru ventilare de la echipamentele de preparare a hranei.

Cu referire la instalațiile de ventilare mecanică și de iluminat artificial, soluțiile tehnice specifice de creștere a eficienței energetice sunt, în principiu următoarele:

- reglarea debitelor refulate / aspirate în funcție de necesarul de ventilare normal,
- reglarea parametrilor termodinamici al aerului refulat în funcție de necesarul de căldură / frig și de ventilare,
- prevederea de filtre de aer eficiente,
- înlocuirea ventilatoarelor cu eficiență energetică redusă,
- reglarea vitezelor aerului în spațiile ocupate,
- prevederea de lămpi cu eficiență energetică ridicată,

- automatizarea funcționării instalației de iluminat în funcție de ocuparea spațiilor,
- etc.

6.4.3. Lucrări conexe recomandate în vederea aplicării soluțiilor de reabilitare/modernizare energetică a clădirilor de locuit racordate la sistem centralizat de alimentare cu căldură

- uscarea subsolurilor inundate;
- dotarea canalizării subsolurilor cu clapete contra refulării canalizării stradale;
- repararea tuturor conductelor sparte care creează pericol de inundare a subsolurilor tehnice;
- izolarea termică a conductelor de distribuție din spațiile neîncălzite
- desființarea tuturor boxelor care împiedică accesul la coloanele de distribuție a agentului termic secundar și a apei calde de consum;
- asigurarea serviciilor de consultanță energetică din partea unor firme specializate (care să asigure și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor din construcții);
- contorizarea individuală a consumului de gaze la bucătării în vederea limitării consumului de gaze strict pentru necesități de preparare a hranei;
- asigurarea alimentării cu agent termic a fiecărui bloc și scară de bloc și separarea contoarelor comune cu vane acționate manual;
- livrarea continuă a apei calde și utilizarea recirculării;
- asigurarea presiunii și debitelor corespunzătoare livrării normale a apei calde (și reci);
- asigurarea parametrilor termici și hidraulici conform protocolului încheiat prin contractul de servicii între furnizor și asociația de locatari/proprietari;
- asigurarea și diversificarea serviciilor oferite utilizatorilor;
- modernizarea sistemului de distribuție și furnizare a utilităților termice;
- contorizarea apei de adaos în PT/CT;
- tratarea apei de adaos introdusă în instalația de încălzire;
- modificarea schemei de furnizare a utilităților termice;
- automatizarea funcționării PT/CT, cel puțin pe secțiunea de preparare a apei calde, vizând în principal menținerea temperaturii apei calde la o temperatură apropiată de 60°C și, în secundar, limitarea debitului de apă livrat la consum în cazul scăderii temperaturii apei calde sub 50°C;
- asigurarea corecteii echilibrării hidraulice a rețelelor de încălzire și distribuție a apei calde;
- realizarea punctelor de monitorizare la fiecare bloc și asigurarea securității accesului la aparatura de măsură și reglaj;
- adoptarea soluțiilor moderne de proiectare și execuție a lucrărilor de modernizare;
- asigurarea monitorizării și a dispecerizării funcționării instalațiilor de distribuție a căldurii;
- asigurarea condițiilor de alimentare cu apă a construcțiilor astfel încât să se evite sustragerea apei din instalația de încălzire de către locatari;
- contorizarea utilităților termice la consumatori.

6.4.4. Lucrări conexe recomandate în vederea utilizării eficiente a energiei la clădirile de locuit individuale sau înșiruite dotate cu sursă proprie de căldură

- uscarea subsolurilor inundate;
- dotarea canalizării subsolurilor cu clapete contra refulării canalizării stradale;
- repararea tuturor conductelor sparte care creează pericol de inundare a subsolurilor;
- repararea acoperișului peste pod în vederea asigurării etanșeității la ploaie sau zăpadă a acestuia;
- curățirea anuală a coșurilor de fum, sau ori de câte ori este nevoie;
- asigurarea integrității tencuielii fațadelor;
- asigurarea serviciilor de consultanță energetică din partea unor firme specializate (care să asigure și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor din construcții);
- prevederea unor drenuri perimetrare și a unor trotuare cu pietris, coaja de copac, iedera.

6.4.5. Soluții tehnice de principiu pentru reducerea consumurilor energetice în clădiri pe perioada sezonului cald

Aceste soluții pot fi aplicate atât la clădirile noi cât și la cele existente.

Proiectarea pasiv solară răspunde strategiilor de proiectare care privesc încălzirea, răcirea și asigurarea luminii naturale, spațiilor interioare oricărei clădiri, fără un cost inițial ridicat, deci fără să se pună problema unei recuperări a investițiilor pe termen lung. În cele ce urmează se prezintă posibilitățile de diminuare a consumurilor energetice prin răcire pasivă. Aceasta se poate realiza prin:

- protecția la radiația solară și calorică (depinde de microclimat, de amplasament, vegetație și suprafețe de apă aflate în proximitate și se poate face prin controlul solar privind orientarea, vitrajul și umbrirea);
- tehnicile de amortizare și modulare a căldurii - se fac prin masa termică fără și cu stocare de energie termică (cu utilizarea elementelor din materiale cu schimbare de fază amplasate la pereți, tavane, acoperișuri sau înglobate) și ventilarea nocturnă;
- tehnici de disipare a căldurii – cu și fără stocare de energie termică prin ventilare naturală (ventilare datorită golurilor poziționate pe o singură fațadă sau ventilare transversală provocată de vânt și de poziționarea golurilor pe fațade opuse, ventilare prin efectul de tiraj la peretele Trombe și la turnurile solare) și răcire naturală (răcire evaporativă, radiativă – vopsele, panouri termoizolante mobile și răcirea prin pământ).

O clădire trebuie adaptată la climatul din regiune și la microclimatul acesteia. Este foarte important să se minimizeze aporturile interne ale unei clădiri pentru a îmbunătăți tehnicile de răcire pasivă. Proiectarea urbană este influențată de considerente economice, reglementări de zonare și de amenajări adiacente, toate acestea putând interfera cu proiectarea clădirii, în ceea ce privește radiația solară incidentă, curenții de aer și vântul predominant. Vegetația nu poate duce numai la spații plăcute în aer liber, ci poate îmbunătăți și microclimatul din jurul unei clădiri și poate reduce sarcina de răcire. Controlul solar este principala măsură de proiectare pentru protecția la radiația solară și calorică.

Suprafețele de apă modifică microclimatul din zona înconjurătoare, reducând temperatura aerului ambiant, fie prin evaporare, fie prin contactul aerului fierbinte cu suprafața de apă mai rece. Fântâni, iazuri, curenți, cascade sau spray-uri de ceață pot fi folosite ca surse de răcire, pentru scăderea temperaturii aerului exterior și a aerului care intră în clădire.

Asfaltul și betonul utilizat în mediul urban sunt de obicei impermeabile la apă și prin urmare, limitează drastic schimbul de căldură latent.

6.5. Indicatori de eficiență economică utilizați în auditul energetic și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse

Analiza economică a măsurilor de reabilitare/modernizare energetică a unei clădiri existente se realizează prin intermediul indicatorilor economici specifici.

În conformitate cu Regulamentul 244/2012 pentru aplicarea Directivei 2010/31/UE cerințele minime de performanță energetică pentru clădiri și elementele acestora trebuie stabilite în vederea atingerii unor niveluri optime din punct de vedere al costurilor.

Astfel, indicatorii specifici cei mai importanți sunt următorii:

- Costul global actualizat adică suma costurilor de investiții inițiale, a costurilor anuale de funcționare, a costurilor de înlocuire (cu referința la primul an), cât și a costurilor de eliminare (demolare), dacă este necesar, $CG(m)$ [lei, Euro];
- durata de recuperare a investiției suplimentare datorată aplicării unui proiect de reabilitare/modernizare energetică, **PB** [ani], reprezentând timpul scurs între momentul realizării investiției în modernizarea energetică a unei clădiri și momentul în care valoarea acesteia este egală cu valoarea economiilor realizate prin implementarea măsurilor de modernizare energetică, adusă la momentul inițial al investiției;
- costul unității de energie economisite, e [lei/kWh], reprezentând raportul dintre valoarea investiției suplimentare datorată aplicării unui proiect de reabilitare/modernizare energetică și economiile de energie realizate prin implementarea acestuia, pe durata de recuperare a investiției.

Metoda de calcul are la baza prevederile standardului SR EN 15459-1, putând fi aplicată tuturor tipurilor de clădiri noi sau existente.

Astfel, se prezintă:

- definirea și structura tipurilor de costuri care trebuie luate în considerare la calcularea eficienței economice a măsurilor de economisire a energiei în clădiri;
- datele necesare pentru definirea costurilor asociate sistemelor luate în considerare;
- metoda (metodele) de calcul;
- exprimarea rezultatului studiului economic.

Pentru utilizarea prezentului document se aplică termenii și definițiile din SR EN ISO 7345 și SR EN ISO 52000-1 respectiv următoarele:

CG Cost global actualizat

Suma costurilor de investiții inițiale, a costurilor anuale de funcționare și a costurilor de înlocuire (cu referința la primul an) cât și a costurilor de eliminare (demolare), dacă este necesar. Figura 6.1. ilustrează structura costurilor în perioada de calcul.

Pentru calcule mai complexe, la nivel macro-economic, este adăugată o categorie de costuri suplimentară, respectiv costurile privind emisiile gazelor cu efect de seră.

CO_{inv} Costul inițial al investiției

Cheltuielile efectuate până la livrarea finală „la cheie” a clădirii (sau elementului de construcție) către client.

Aceste costuri includ proiectarea, achiziționarea elementelor de construcție, conectarea la furnizorii de utilități, instalarea și punerea în funcțiune.

CO_{run} Cost de și intretinere

Costul, inclusiv costul de întreținere, costul operațional și costul energiei pentru pasul de timp luat în considerare.

CO_{ma} Costuri de mentenanță

Costul măsurilor legate de conservarea și restaurarea calității dorite pentru clădire, element de construcție sau instalație. Aceasta include costurile anuale pentru inspecție, curățare, intervenții, reparații ca parte a întreținerii preventive, costul materialelor consumabile.

CO_{op} Cost de exploatare

Costurile aferente funcționării clădirii, inclusiv costurile anuale de asigurare, costurile furnizorului de energie și alte costuri și cheltuieli generale permanente.

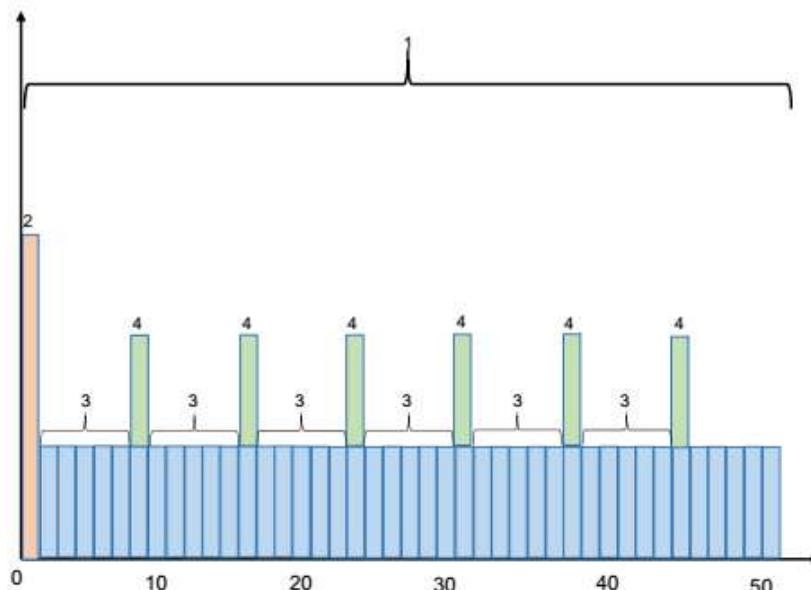


Figura 6.1. Prezentarea componentelor costului global actualizat

- 1- t_{rc} , perioada calcul (de exemplu 50 de ani); 2- CO_{inv} - cost de investitie;
3- CO_{run} cost de exploatare; 4- CO_{repl} cost de inlocuire

CO_{en} Costuri de energie

Costul energiei, inclusiv costurile si tarifele fixe și taxele aplicabile la nivel national.

$CO_{per(i)}$ Costuri periodice pentru anul i

Investiții de înlocuire necesare ca urmare a îmbătrânirii (depasirii perioadei de viata). Corespunde costului înlocuirii tuturor componentelor (sau sistemelor) în funcție de durata lor de viață în anul i. Costurile periodice includ toate costurile de înlocuire pentru fiecare componentă sau sistem, suportate în cursul aceluiași an.

$CO_{Rpl(j); LS(n)}$ Costul de înlocuire a componentei sau a sistemului

Înlocuirea investiției pentru o componentă a clădirii, pe baza ciclului de viață economic estimat în perioada de calcul. Costurile de înlocuire pentru o componentă sau sistem includ costurile periodice ale componentei j la momentul $LS_n, 2LS_n, \dots$ care corespunde ciclului de viață economic al componentei (inclusiv eliminarea componentei j).

CO_a Costuri anuale

Suma costurilor operaționale și periodice sau a costurilor de înlocuire suportate într-un anumit an

CO_{CO2} Costul emisiilor de gaze cu efect de seră

Valoarea monetară a daunelor aduse mediului datorită emisiilor de CO_2 generate de utilizarea energiei în clădiri. Emisiile de CO_2 reflectă efectele tuturor gazelor cu efect de seră ponderate în funcție de potențialul lor de încălzire globală, exprimate în kilograme de CO_2 echivalent pe o perioadă de 100 de ani.

CO_{disp} Costul de eliminare

Costul demolării la sfârșitul duratei de viață a unei clădiri sau a unei părți a unei clădiri; Aceasta include demolarea, îndepărtarea componentelor clădirilor care nu au ajuns încă la sfârșitul vieții, transportul și reciclarea.

RAT_{dev} Rata de modificare a prețurilor

Modificări în timp în prețurile energiei, produselor, sistemelor de construcții, serviciilor, muncii, întreținerii și altor costuri. Această rată poate fi diferită de rata inflației.

EXEMPLE

RAT_{en_1} Este rata de modificare a prețurilor energiei de tip 1 (rata poate fi diferită în funcție de energia în cauză)

RAT_{op} Este rata de modificare a prețurilor forței de muncă.

RAT_{pr} Este rata de modificare a prețurilor produselor.

RAT_{disc} Rata de actualizare reala

Valoare definită pentru compararea valorii monetare în perioade diferite, exprimate în termeni reali. Corespunde ratei dobânzii aplicate sau suportate pentru utilizarea fondurilor pentru perioada de calcul relevantă.

 PVA_i Factor de reducere

Multiplicatorul utilizat pentru a converti un flux de numerar angajat la un moment dat (in anul i) la valoarea sa echivalentă cu punctul de plecare. Se obține din rata de actualizare.

 $LS_{(j)}$ durata de viata

Durata de viata economica preconizata a unei componente (sau a unui sistem), in general, indicata in ani.

 $LS_{e(j)}$ Ciclu de viata economica

Perioada de optimizare a valorii actuale nete a unui activ.

Ciclul de viață economic poate fi mai mic decât durata de viață absolută din cauza uzurii tehnologice, a deteriorării fizice sau a ciclului de viață al produsului.

 PB Perioada de recuperare a investiției

Perioada în care costurile de investiții sunt compensate cu economiile financiare realizate.

 T_0 Primul an

Anul utilizat ca referință și de la care începe perioada de calcul.

 TC perioada de calcul

Perioada de timp luată în considerare pentru calcul, exprimată în general în ani.

 VAL_{fin} valoare reziduala (finala)

Suma valorilor reziduale ale clădirii și ale componentelor clădirii la sfârșitul perioadei de calcul

Nota: Valoarea reziduală corespunde valorii componente j la sfârșitul perioadei de calcul.

Valoarea reziduală este comparată cu investiția inițială la momentul instalării (exemplu în figura 6.2).

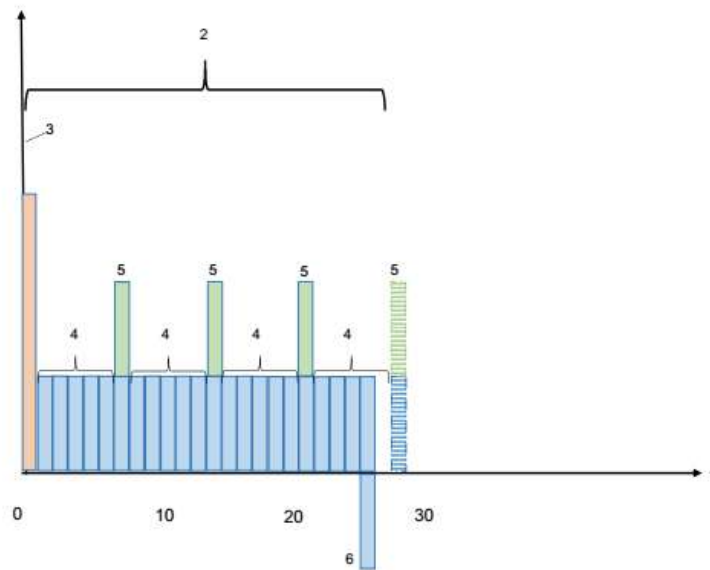


Figura 6.2. Prezentarea valorii finale (reziduale)

- 1- T- timp; 2- t_{TC} - perioada de calcul (30 de ani de exemplu); 3- CO_{inv} - cost de investiție; 4- CO_{riun} - cost de operare; 5- CO_{per} - costuri periodice (perioada este egala pentru toate componentele sau sistemele de inlocuit); 6- VAL_{fin} - valoare reziduala;

$PVAL_f$ factor de actualizare

Multiplicatorul utilizat pentru a ajusta costul în anul i raportat la primul an al calculului.

GC_x cost global actualizat unitar

Costul obținut prin împărțirea costului total actualizat pe perioada de calcul și suprafața clădirii
Zona de construcție utilizată pentru a calcula costul global actualizat ar trebui să fie în concordanță cu cea utilizată pentru calculul energiei sau evaluarea performanței clădirii.

În sensul prezentului document, se aplică simbolurile din SR EN ISO 52000-1 și simbolurile specifice enumerate în tabelul 6.1.

Tabel 6.1. Simboluri și unități de măsură

Simbol	Numele marimii	UM
Simbol	Denumire mărime	Unitate
CG	Cost global	€
CO	Costuri	€
INT	Rată a dobânzii	%
LS	Durată de viață, ciclu de viață sau durată de proiectare	An - a
PB	Perioadă de recuperare a banilor	An - a
$PVAL$	Valoare actuală	€
t	An pentru etapa de timp	An

<i>RAT</i>	Rată, rată a dobânzii, rată de actualizare, rată de evoluție a prețurilor	%
<i>t_{TC}</i>	Perioadă de calcul	An
<i>VAL</i>	Valoare	€
<i>D_f</i>	Factor de reducere	-

În sensul prezentului document, se aplică indicii din SR EN ISO 52000-1 și indicii specifici enumerați în Tabelul 6.2.

Tabel 6.2. Indici

NIVEL 1		NIVEL 2	
Categorია de costuri		Cladire	
an	Anual (a)	Ser	Serviciu
m	Lunar(a)	BG	Cladire
Disc	Discount	L	Iluminat
Fin	Final, rezidual	EPus	Servicii de certificare energetica a cladirii
Hu	Mana de lucru	Apl	Aparate
INIT	Initial(a)	nEPus	Servicii care nu tin de certificarea energetica
		BAC	Sisteme automate de reglare
Inv	Investitie	Tr	Transport
Ma	Mentenanata	V	Ventilare
		C	Racire
Op	Operational (a)	XY	Combinatie incalzire/racire/
Per	Periodic	DHU	Dezumidificare
Pr	Produse	H	Incalzire
Re	Real (a)	TOT	Total
Rep	Reparare	E	Fotovoltaic, eolian
Rpl	Inlocuire	W	Apa calda de consum
Run	Functionare	HU	Umidificare
Disp	Eliminare	EN	Energie
		W	Apa
En	Energie	WS	Deseuri
LC	Ciclu de viata		

6.5.1. Descrierea generala a metodei

Metoda de calcul este utilizată pentru a agrega costurile trecute, actuale și viitoare pe o perioadă de calcul. Când această perioadă include demolarea clădirii, sunt incluse și costurile de eliminare (adica pentru demolare/dezafectare).

Această metodă de calcul este denumită și metoda "costului global actualizat". Etapa de timp a rezultatelor este anuală, însă poate fi adaptată la o perioadă lunară. Rezultatul metodei de calcul este valoarea "costului global actualizat".

Această valoare se obține în funcție de scenariile, limitele și datele utilizate pentru calcul. Acest rezultat poate fi utilizat pentru a compara diferite opțiuni sau soluții. Perioada de recuperare a investiției ilustrează potențialul diferitelor opțiuni în comparație cu o situație de bază în momentul în care se așteaptă recuperarea investiției inițiale.

Rezultatele pot fi date ca valoare a costului global actualizat sau ca alte unități valorice adaptate, care reflectă efortul mediu anual pentru construirea și funcționarea clădirii pe parcursul perioadei de calcul (de exemplu, valoarea costului global împărțit la suprafața în m^2 a clădirii și an).

6.5.2. Pasul de timp de calcul

Pasul de timp de calcul al metodei poate fi:

- lunar
- eventual orar dacă se folosește un program de calcul automat acreditat.

Dacă datele de intrare sunt disponibile cu un pas mai mic decât timpul de ieșire sau timpul de calcul, valoarea sau costul sunt ajustate proporțional cu perioada de intrare specifică și cu etapa de timp utilizată pentru calcul. Pasul orar de timp poate fi util când pretul energiei este diferit pe paliere orare.

6.5.3. Datele de intrare

Înainte de a introduce datele de intrare, trebuie descrise scenariile utilizate pentru programarea operațiilor de întreținere, curățare, reparatii, colectare a reziduurilor/deșeurilor și modul de gestionare a energiei. Această descriere trebuie să acopere limitele studiului care pot fi luate pentru clădire pe parcursul întregului său ciclu de viață, fie că este vorba de o parte a clădirii sau de sistem aferent clădirii.

Metoda de calcul se realizează vizând în general costurile totale. Cu toate acestea, în funcție de obiectivele investitorului, metoda de calcul poate fi aplicată luând în considerare numai elementele de cost, de sistemele sau de produsele selectate. De exemplu, calculele referitoare la soluțiile alternative pot fi efectuate luând în considerare doar costurile pentru sistemul de preparare a apei calde menajere și pentru sistemul de încălzire.

Date de intrare generale

Datele de intrare necesare pentru calcularea costului total actualizat sunt prezentate în SR EN 15459-1, Tabelul 6.

Date specifice de intrare pentru produse și servicii

Pentru fiecare element de cost luat în considerare (produs, categorie de produs, serviciu sau sistem) se descriu elemente specifice. În SR EN 15459-1, Tabelele 7 și 8 descriu tipul de informații solicitate.

Costurile suportate în timpul perioadei de funcționare a clădirii pot fi exprimate în funcție de cantitățile sau valorile respective (SR EN 15459-1, Tabelul 7) sau ca procent din costurile de investiție (SR EN 15459-1, Tabelul 8).

Pentru energie și apă, costurile consumului de energie în timpul fazei de construcție și în timpul construcției sunt distincte (SR EN 15459-1, Tabelul 9). Organizarea diferitelor tipuri de costuri aferente exclusiv clădirii este prezentată în SR EN 15459-1, Tabelul 10.

6.5.4. Procedura de aplicare

Tipurile și valorile de date implicite sunt prezentate în SR EN 15459-1, Anexele A și B.

ETAPA 1 - Date financiare

În această etapă, sunt identificate datele financiare necesare pentru calcule.

Durata calculului:

- durata creditului ipotecar subscris;
- ciclul de viață economic;
- durata creditării ;
- sau durata indicată de antreprenori.

Rata inflației este estimată, de regula, din datele economice disponibile.

Factorul de reducere este stabilit în general la nivel național.

Rata de modificare a costurilor cu forța de muncă:

- depinde de evoluția costurilor datorate personalului de operare (în general, rata de evoluție a costurilor forței de muncă este mai mare decât rata inflației).

Rata de modificare a prețurilor la energie:

- egală cu rata inflației ca bază sau disponibilă de la furnizorii de energie (poate fi pozitivă sau negativă);
- aceasta rata poate fi luată în considerare și pentru alte surse, cum ar fi de exemplu modificarea pretului la apă.

ETAPA 2 - Date de proiect

În această etapă, se identifică sistemele care trebuie luate în calcul în calculele economice și datele de proiect necesare pentru calcul. Informațiile sunt obținute din proiectele tehnice sau de la

antreprenori. Aceste date sunt necesare și pentru a identifica constrângerile care pot determina sau influența consumul de energie și alegerile soluțiilor analizate:

- țară sau regiune;
- date meteo;
- locația clădirii, de ex. centrul orașului, zona urbană;
- constrângeri de construcție asupra aspectelor externe ale clădirii (acoperiș, anvelopa);
- solicitarea unui regim mic de înălțime ;
- constrângeri legate de zgomot.

Totodată, mai sunt necesare date pentru a identifica constrângerile/opportunitățile privind sistemele de încălzire, ventilare și climatizare legate de energie ca de exemplu:

- orice combustibil interzis a fi utilizat
- orientarea clădirii
- evacuarea produselor de ardere (posibile sau imposibile)
- alimentare cu apă caldă de consum (sursa existentă sau inexistentă)
- orice dificultate în accesarea energiei pentru distribuția combustibilului
- proximitatea de rețeaua de gaz
- oportunități pentru sursele regenerabile de energie (de exemplu, colectoare solare, pile de combustie, ventilare naturală, pompă de căldură etc.)
- satisfacerea doleanțelor clientului.

ETAPA 3 - Componente și costuri de sistem (costuri de investiție, înlocuire)

Se colectează datele componentelor și ale sistemului (Anexa A din SR EN 15459-1), precum și informațiile privind durata de viață, întreținerea și funcționarea. Informativ, în Anexa D din SR EN 15459-1 se redau durate de viață pentru diverse echipamente precum și costurile de mentenanță sau de eliminare (scoatere din uz, demolare).

SR EN 15459-1, Anexa B furnizează valori implicite pentru componentele majore. În această etapă se colectează datele privind :

- Costurile de investiții pentru achiziția, pregătirea, autorizațiile pentru terenuri, racordare la utilități și lucrări de proiectare
- Costurile de investiții pentru sistemele asociate ~~ea~~ energiei
- Costurile periodice de înlocuire
- Alte costuri anuale (exceptând pe cele cu energia)
- Asigurări, impozite

ETAPA 4 - Costul energiei (ca parte a costurilor anuale)

Contractele de energie au în general două componente :

- prima parte este direct legată de consumul de energie indicat de contoare sau de consumul de combustibil al clădirii. Metoda de determinare a consumului de energie trebuie să fie asociată cu conținutul energetic al combustibilului în conformitate cu datele furnizorului;

- a doua parte se bazează pe cantitatea de energie (și puterea maximă) achiziționată de la furnizorii de energie sau închirierea de sisteme energetice (de exemplu, rezervor de gaz, transformator electric).

Se pot aplica condiții specifice rețelelor de încălzire centralizată urbană. Costurile ecologice, sau cele sociale pot fi introduse ca și costuri legate de energie. Costurile cu energia se calculează atât în decursul procesului de reabilitare/modernizare cât și în decursul funcționării și exploatarei curente.

ETAPA 5 – Calculul costului global actualizat

Această etapă cuprinde calculul costurilor de înlocuire pe parcursul perioadei de calcul.

Valoarea reziduală la sfârșitul perioadei de calcul este determinată de suma valorilor reziduale ale tuturor sistemelor și componentelor.

Valoarea reziduală procentuală a unui sistem sau a unei componente specifice se calculează din durata de viață rămasă (la sfârșitul perioadei de calcul) a ultimei înlocuiri a sistemului sau a componentei, presupunând o depreciere liniară pe durata sa de viață. Valoarea reziduală reală este apoi obținută prin înmulțirea acestui procent cu costul de înlocuire corespunzător.

Diferitele tipuri de costuri (costurile inițiale de investiție, costurile de înlocuire, costurile anuale și costurile energetice), precum și valoarea finală (reziduală) sunt transformate în cost global actualizat (adică Anul 0) prin aplicarea factorului de actualizare corespunzător.

Rata de actualizare poate varia pentru diferite tipuri de costuri, datorită diferențelor în ratele de modificare a prețurilor la energie, pentru forța de muncă, pe componente etc.

Costul global actualizat este determinat prin însumarea costurilor globale actualizate ale costurilor inițiale de investiție, costurilor de înlocuire, costurilor operaționale, costurilor de exploatare și costurilor energetice din care se scade valoarea finală (reziduală).

Calculul costurilor globale poate fi efectuat pe componente, luând în considerare costurile anuale (cu referire la primul an) pentru fiecare an i , costurile de eliminare (demolare, dezafectare) și valoarea reziduală pentru fiecare componentă j :

$$CG = CO_{INIT} + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{TC} (CO_{a(i)}(j) * (1 + RAT_{xx(i)}(j)) + CO_{CO2(i)}(j) * D_f(i) + CO_{fn(TLS)}(j) - VAL_{ft_{TC}}(j) \right] \quad (6.1)$$

unde :

CG este costul global actualizat (comparativ cu primul an T_0);

CO_{INIT} este costul inițial al investiției;

$CO_{a(i)}(j)$ este costul anual al componentei sau serviciului j pentru anul i ;

$RAT_{xx}(j)$ este rata de modificare a prețurilor pentru anul i a componentei sau serviciului j ;

$CO_{CO2(i)}(j)$ este costul emisiilor de CO2 pentru măsura j în anul i ;

$CO_{fin(TLS)}(j)$	este costul final pentru dezafectare și eliminare în ultimul an al ciclului de viață TLS al componenteii j sau al clădirii (în raport cu primul an T_0);
$VAL_{fin(tTC)}(j)$	este valoarea reziduală a componenteii j în anul TC la sfârșitul perioadei de calcul (în raport cu primul an T_0);
$D_f(i)$	este factorul de reducere pentru anul i;
t_{TC}	este perioada de calcul.

Calculul perioadei de recuperare a investiției

Perioada de recuperare a investiției este utilizată pentru a compara rentabilitatea a două soluții diferite. În general, opțiunea/opțiunile alese sunt comparate față de o referință.

Recuperarea se presupune a fi atinsă atunci când costul global estimat al opțiunii este mai mic decât costul global actualizat al referinței pentru o perioadă de calcul identică. Pentru clădirile existente, referința poate fi starea actuală (când nu se ia nicio măsură).

Pentru clădirile noi, referința poate fi o clădire care îndeplinește cerințele minime ale reglementărilor naționale.

Perioada de recuperare a investiției (cu reducere) corespunde perioadei în care diferența dintre costul inițial al investiției pentru cazul opțiunii și cazul de referință este compensată cu diferența dintre costurile cumulate anuale pentru fiecare an:

$$\sum_{t=1}^{TPB} CF_t \cdot \left(\frac{1}{1 + RAT_{disc}} \right)^t - CO_{INIT} + CO_{INIT,ref} = 0 \quad (6.2)$$

unde

CF_t	este diferența dintre costurile anuale (diferența fluxului de numerar) între cazul opțional și cazul de referință în anul t;
TPB	este ultimul an al perioadei de recuperare a investiției (când expresia devine negativă sau egală cu 0);
RAT_{disc}	este factorul de reducere;
CO_{INIT}	este costul inițial al investiției;
$CO_{INIT,ref}$	este costul inițial al investiției pentru cazul de referință (0 - pentru opțiunea de a nu interveni deloc).

În cazul unui flux de numerar constant fără influență semnificativă a costurilor de înlocuire, perioada de recuperare a investiției, redusă, poate fi calculată folosind relația :

$$PB = \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{(CO_{INIT} - CO_{INIT,ref}) \cdot RAT_{disc}}{CF}} \right) \cdot \frac{1}{\ln(1 + RAT_{disc})} \quad [ani] \quad (6.3)$$

unde CF este valoarea constantă a diferenței de costuri de funcționare între opțiune și cazul de referință pentru toți anii.

Cu pasul de timp de calcul de un an, perioada de recuperare a investiției reduse ținând cont de valoarea în timp a monedei și costurile de înlocuire, se poate obține din relația de calcul a perioadei de recuperare a investiției, pentru anul în care relația (6.4) dă o valoare pozitivă.

$$PB = MIN \left(T / \sum_{t=1}^T CF_t \cdot \left(\frac{1}{1 + RAT_{disc}} \right)^t - CO_{INIT} + CO_{INITref} \geq 0 \right) \quad (6.4)$$

Perioada de recuperare a investiției trebuie să fie mai mică decât durata de viață a opțiunilor avute în vedere.

Etapele necesare pentru aplicarea metodei sunt redate schematic în Figura 6.3.

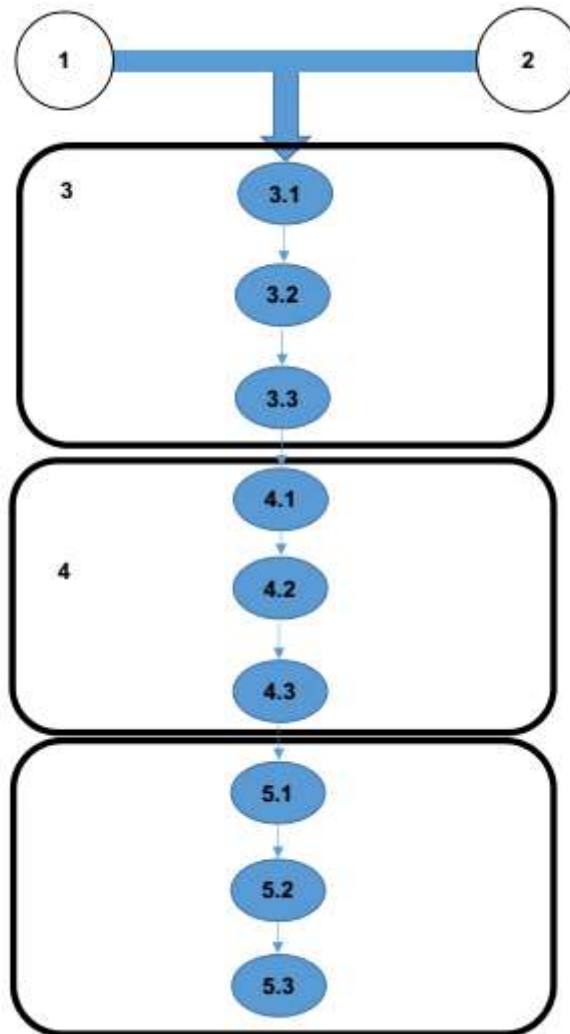


Figura 6.3. Schema logica a etapelor pentru calculul costului global actualizat

1 Date financiare; 2 Datele de proiect; 3. Costul produselor; 3.1 Costuri unitare pentru produse de construcții; 3.2 Date referitoare la costurile de înlocuire; 3.3 Alte costuri; 4 Costuri de energie; 4.1 Costurile energiei înglobate; 4.2 Costurile energiei pentru construcție; 4.3 Costurile energiei în timpul fazei de exploatare; 5 Calcularea costului total actualizat; 5.1 Costurile de înlocuire; 5.2 Valoarea reziduală; 5.3 Cost global actualizat

Analizând în paralel două valori ale costului global specifice unei rezolvări clasice și unei rezolvări cu caracter energetic conservativ și având (ambele soluții) dotări cu durata de viață egală, LS, se obține $\Delta CG_{(m)}$ costul global actualizat al proiectelor de modernizare energetică.

Costul unității de energie economisite prin implementarea proiectului de modernizare energetică a unei clădiri existente (sau costul unui kWh economisit) se determină cu relația:

$$e = \frac{C_{(m)}}{LS \cdot \Delta E} \quad [\text{Euro/kWh}] \quad (6.5)$$

în care $C_{(m)}$ – costul investiției aferente proiectului de modernizare energetică, la nivelul anului “0”, [Euro]; LS- durata de viața a sistemului analizat [ani]; ΔE – economia de energie realizată prin aplicarea soluției de modernizare [kWh/an].

În ceea ce privește investiția suplimentară $C_{(m)}$, la nivelul anului “0” se pot imagina două scenarii posibile după cum urmează:

- Beneficiarul de investiție dispune de întreaga sumă la momentul “0”, caz în care CG , corespunzător investiției, coincide cu valoarea $C_{(m)}$;
- Beneficiarul de investiție nu dispune de suma necesară realizării investiției, caz în care se apelează la un credit, rambursabil într-o perioadă de N_c ani cu o dobândă anuală fixă, d . Condiția necesară angajării creditului este $N_c < LS$, urmând ca pe durata $(LS - N_c)$ să se manifeste beneficiul net al aplicării soluțiilor de modernizare energetică.

Rezultă, prin urmare că soluția avantajoasă este dată de obținerea unui interval de profit (la nivelul de beneficiar al investiției) maxim:

$$(LS - N_c)Pr = \max(LS - N_c) \quad (6.6)$$

Condiția (6.7.) se realizează în orice caz prin maximizarea valorii LS, respectiv prin aplicarea unor soluții de calitate superioară, cu durate mari de viața. În ceea ce privește minimizarea valorii N_c , aceasta depinde de condițiile de acordare a creditului, implicit de suportabilitatea beneficiarului de a achita ratele de rambursare a acestuia. Practic acordarea unui credit implică achitarea unui avans, notat cu “ a_c ”, ca parte a valorii $C_{(m)}$ achitată integral la momentul “0”.

Restul sumei de plată $(1 - a_c) \cdot C_{(m)}$ se obține prin credit supus atât efectelor devalorizării monedei cât și compensării prin dobânda anuală, d . Presupunând că rata anuală a dobânzii pe durata N_c ani de rambursare a creditului, este constantă, costul global actualizat ($C_{(m2)}$) aferent sumei contractate $(1 - a_c) \cdot C_{(m)}$ este dată de relația:

$$C_{(m2)} = (1 - a_c) \cdot C_m \cdot (1 + d)^{N_c} \cdot \left(\frac{1}{1 + RAT_{disc}} \right)^{N_c} \quad (6.7)$$

în care:

$C_{(m2)}$ – valoarea netă actualizată a creditului [Euro];

Rezultă valoarea netă actualizată a investiției:

$$C_{(mc)} = a_c \cdot C_{(m)} + C_{(m_2)} \quad (6.8)$$

în care indicele “c” semnifică acordarea creditului.

Un al doilea criteriu important îl reprezintă suportabilitatea de către beneficiar a ratei lunare necesară rambursării creditului. Valoarea ratei lunare de rambursare a creditului (pe durata N_c ani cu dobândă anuală fixă) se determină cu relația:

$$r_c = \frac{0,0833 \cdot (1 - a_c) \cdot C_m \cdot (1 + d)^{N_c}}{N_c} \quad (6.9)$$

Practic, valoarea r_c se compară cu venitul mediu lunar al unei familii care realizează investiția cu scop de modernizare energetică.

Criteriul suportabilității valorii “ r_c ” constă în analiza posibilității practice de aplicare a unor soluții performante din punct de vedere energetic și posibilității de suportabilitate a costului implicat de realizarea investițiilor. Astfel, unei valori reduse “ r_c ” îi corespunde în plan tehnic, fie o soluție mai puțin performantă, fie o perioadă de profitabilitate ($LS - N_c$) redusă (în cazul în care valoarea N_c este agreată de creditor). Evident această concluzie se poate modifica conjunctural, funcție de condițiile acordării creditului și în special de dinamica prețului căldurii și de rata de depreciere a monedei.

Analiza economică a măsurilor de modernizare energetică a clădirilor existente conduce la alegerea măsurilor eficiente din punct de vedere economic, prin prisma indicatorilor economici printre care indicatorul fundamental îl reprezintă costul global actualizat, $\Delta CG_{(m)}$. Implementarea efectivă a unui proiect de modernizare energetică presupune însă și analiza finanțării posibile a proiectului, din punct de vedere al schemei de finanțare posibil de aplicat și din punct de vedere al suportabilității beneficiarului proiectului.

6.6. Influența intervențiilor asupra consumului energetic al clădirii. Analiza eficienței economice a soluțiilor tehnice de creștere a performanței energetice

Pe lângă calitățile termice ale clădirii și calitățile de bază ale instalațiilor, consum energetic depinde de importanța încăperilor încălzite, de mediul adiacent acestora (climat și vecinătate), de opțiunile ocupanților în materie de confort (și de economie) și de posibilitățile de intervenție ale acestora (de manieră directă sau indirectă) în mod rațional asupra gestiunii propriilor instalații. Aceste posibilități de gestiune corespund parametrilor reglajului și programării.

În scopul analizei efectului de reducere a consumului de energie al clădirii aferent fiecărei măsuri de modernizare energetică, se determină consumul de energie anual normal pentru încălzirea spațiilor, prepararea apei calde de consum, ventilarea/climatizarea și asigurarea iluminatului clădirii pentru situația actuală, acesta devenind o valoare de referință pentru toate intervențiile asupra clădirii și instalațiilor aferente acesteia.

Influența fiecărei măsuri de modernizare energetică a construcției și a instalațiilor aferente acesteia se determină prin estimarea noului consum anual de energie pentru situația aplicării măsurii de modernizare energetică, și prin raportarea acestuia la valoarea consumului anual de energie estimat pentru clădirea în starea sa actuală (inițială).

Analiza eficienței economice a soluțiilor tehnice de creștere a performanței energetice

Indicatorii economici pe care se bazează analiza eficienței economice a soluțiilor de modernizare energetică aplicate clădirilor existente sunt următorii:

- Costul specific al cantității de căldură economisite care se determină cu relația:

$$e = \frac{C_{(m)} \cdot \Delta\beta}{LS \cdot \Delta E_t} \quad [\text{Euro/kWh}] \quad (6.10)$$

- Costul specific al cantității de căldură consumată pentru realizarea condițiilor de confort termic și fiziologic (încălzirea spațiilor și furnizarea apei calde de consum), care se determină cu relațiile:

$$e_{(m)} = \frac{CG_{(m)}}{LS \cdot E_{t(m)}} \quad [\text{Euro/kWh}] \quad (6.11)$$

pentru clădirea nemodernizată.

$$e_{(a)} = \frac{CG_{(a)}}{LS \cdot E_{t(a)}} \quad [\text{Euro/kWh}] \quad (6.12)$$

pentru clădirea nemodernizată.

In care: $C_{(m)}$ – costul lucrărilor de modernizare energetică [Euro];

ΔE_t – economia de căldură proprie clădirii realizată prin aplicarea soluțiilor de modernizare energetică, în anul mediu, reprezentativ pentru localitatea în care este amplasată clădirea supusă activității de audit energetic [kWh/an];

$E_{t(m),(a)}$ – consumul de căldură propriu clădirii modernizatăe/nemodernizatăe pentru realizarea condițiilor de confort termic și fiziologic (încălzirea spațiilor și prepararea apei calde de consum), în anul mediu, reprezentativ pentru localitatea în care este amplasată clădirea supusă activității de audit energetic [kWh/an];

LS – durata de viață a soluțiilor de modernizare energetică, esențiale pentru realizarea performanței tehnice [ani];

$CG_{(m),(a)}$ – costul global actualizat al lucrărilor de investiții și de exploatare a clădirii modernizate/nemodernizate, pe durata de calcul de N ani [Euro].

$$\Delta\beta = (1 - a_c) \cdot \frac{(1 + d)^{N_c}}{N_c} \cdot \sum_{t=1}^{N_c} \left(\frac{1}{1 + RAT_{disc}} \right)^t + a_c \quad (6.13)$$

în care:

N_c – durata de rambursare a creditului necesar realizării lucrărilor de modernizare [ani];

d – dobânda anuală la creditul acordat, percepută de banca care acordă creditul [-];

a_c – cota, din suma totală $C(m)$ necesară pentru realizarea modernizărilor, care reprezintă avans [-]; $a_c = 0$ implică împrumutul întregii sume $C(m)$; $a_c = 1$ implică faptul că beneficiarul de investiție dispune de suma integrală necesară realizării lucrărilor de investiție.

Durata de recuperare a investiției suplimentare datorată aplicării soluțiilor de modernizare, N_R , se determină prin rezolvarea ecuației algebrice neliniare:

$$C_{(m)} \cdot \Delta\beta - \delta_T \cdot C_t \cdot \Delta E_t(T) \cdot X_T - (1 - \delta_T) \cdot [C_G \cdot \Delta E_t(G) \cdot X_G + C_E \cdot \Delta E_E(G) \cdot X_E] = 0 \quad (6.14)$$

în care:

$\delta_T = 1$ implică clădire ale cărei instalații de furnizare a utilităților termice sunt racordate la sistemul de încălzire districtuală (centralizata);

$\delta_T = 0$ implică clădire ale cărei instalații de furnizare a utilităților termice sunt racordate la o sursă proprie (cazan de apă caldă);

C_t – costul specific al căldurii furnizate în sistemul de încălzire districtuală (centralizata); [Euro/kWh];

C_G – costul specific al căldurii produse în surse proprii (provenită din arderea combustibililor) [Euro/kWh];

C_E – costul specific al energiei electrice [Euro/kWh];

$\Delta E_t(T)$ - economia de căldură provenită din sistemul de încălzire districtuală (centralizata); [kWh/an];

$\Delta E_t(G)$ - economia de căldură provenită din arderea combustibililor [kWh/an];

$\Delta E_E(G)$ - economia de energie electrică [kWh/an];

Energia electrică se consumă, de exemplu, pentru acționarea pompelor de circulație, a valvelor arzătorului și a elementelor de măsură și control.

$$X_T = \sum_{t=1}^{N_R} \left(\frac{1 + f_t}{1 + RAT_{disc}} \right)^t; \quad X_G = \sum_{t=1}^{N_R} \left(\frac{1 + f_G}{1 + RAT_{disc}} \right)^t; \quad X_E = \sum_{t=1}^{N_R} \left(\frac{1 + f_{E_t}}{1 + RAT_{disc}} \right)^t$$

unde f – rata anuală de creștere a costului căldurii, combustibilului și energiei electrice [-]; Valorile X_T , X_G , X_E utilizate în inegalitatea $CG_{(m)} - CG_{(a)} < 0$ se determină pentru valori N care satisfac inegalitatea dublă (6.16).

Condiția ca o investiție să fie considerată rentabilă este dată de inegalitatea:

$$CG_{(m)} - CG_{(a)} < 0 \quad (6.15)$$

cu condiția ca intervalul de calcul N să satisfacă dubla inegalitate:

$$N_C < N < LS \quad (6.16)$$

Valoarea LS a duratei de viață utilizată în dubla inegalitate (6.17) se consideră după cum urmează:

- În cazul soluțiilor care reprezintă un echipament sau o tehnologie, valoarea LS este conformă cu datele oferite de furnizor;

În cazul soluțiilor compozite, valoarea LS este impusă de echipamentul sau tehnologia cu durată de viață minimă care condiționează performanța tehnică a soluției analizate.

6.7. Raportul si intocmirea dosarului de audit energetic

Raportul de audit energetic se elaborează pe baza analizei tehnice și economice a soluțiilor de reabilitare/modernizare energetică a clădirilor. Raportul de audit energetic conține elementele necesare alegerii soluțiilor de reabilitare/modernizare energetică a clădirii.

Întocmirea raportului de audit energetic este un element esențial al procedurii de realizare a auditului energetic și reda o prezentare a modului în care a fost efectuat auditul, a principalelor caracteristici energetice ale clădirii, a măsurilor propuse de modernizare energetică a clădirii și instalațiilor aferente acesteia, precum și a concluziilor referitoare la măsurile eficiente din punct de vedere economic. Această prezentare trebuie adaptată de fiecare dată funcție de beneficiarul potențial al raportului, ținând seama de faptul că în final acesta va fi cel care va decide în privința modernizării energetice a clădirii. Forma în care este întocmit raportul de audit energetic, prezentarea acestuia, modul de redactare, claritatea și ușurința de interpretare a conținutului acestuia sunt esențiale pentru beneficiarul raportului.

Raportul si dosarul de audit energetic al unui obiectiv trebuie să cuprindă, cel puțin, următoarele elemente:

1. Date de identificare a auditorului energetic pentru clădiri
 - 1.1. Numele și prenumele auditorului energetic pentru clădiri (persoana care răspunde de analiza energetică și de elaborarea raportului de audit energetic);
 - 1.2. Specialitatea (conform certificatului de atestare);
 - 1.3. Copie după atestatul de auditor și legitimația auditorului energetic pentru clădiri;
 2. Fișa de analiză energetică a obiectivului, conform ANEXA 6.1- format obligatoriu
 3. Prezentarea sintetică generală a raportului de audit energetic și sinteza pachetelor de măsuri clădirii
 - Scurtă prezentare a fiecărui pachet de măsuri preconizate,
 - Costul total al fiecărui pachet de măsuri,
 - Economii de combustibil estimate pentru fiecare pachet,
 - Indicatorii de eficiență economică a pachetelor de măsuri preconizate,
 - Sugestii privind realizarea lucrărilor de modernizare și privind finanțarea acestora.
 4. Certificatul de performanță energetică al obiectivului auditat;
 5. Prezentarea detaliată a pachetelor de măsuri tehnice propuse pentru modernizarea energetică a clădirii:
 - Sinteza raportului de analiză energetică cu prezentarea clădirii în starea sa actuală și principalele caracteristici energetice care atestă performanța energetică actuală a construcției și instalației de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acesteia;
 - Date de intrare pentru analiza economică a măsurilor tehnice preconizate: prețuri pentru energie, rata anuală de creștere a prețurilor energiei, rata anuală de depreciere a monedei utilizate etc.;
 - Descrierea detaliată a măsurilor de modernizare energetică preconizate și rezultatele analizei tehnice și economice ale fiecărui pachet de măsuri.
 6. Concluzii, recomandări și propuneri ale auditorului energetic.
-

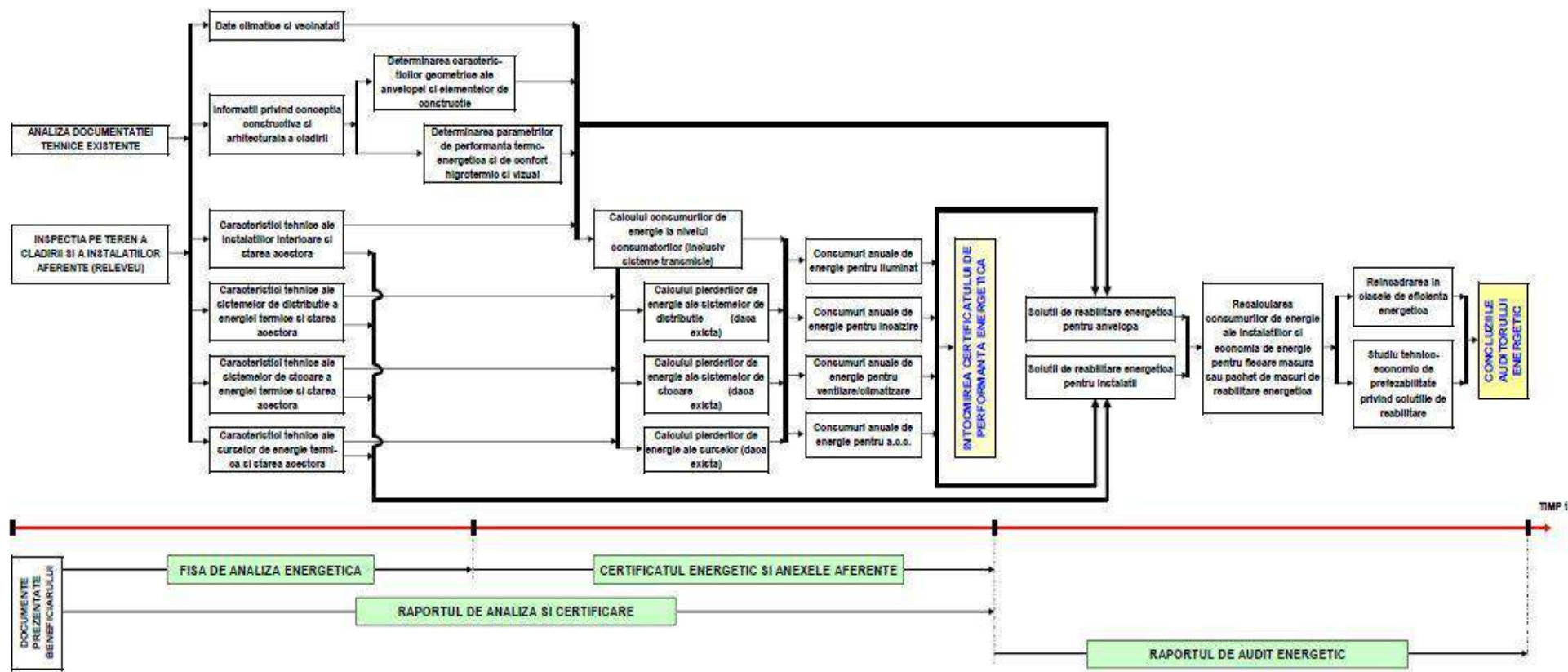
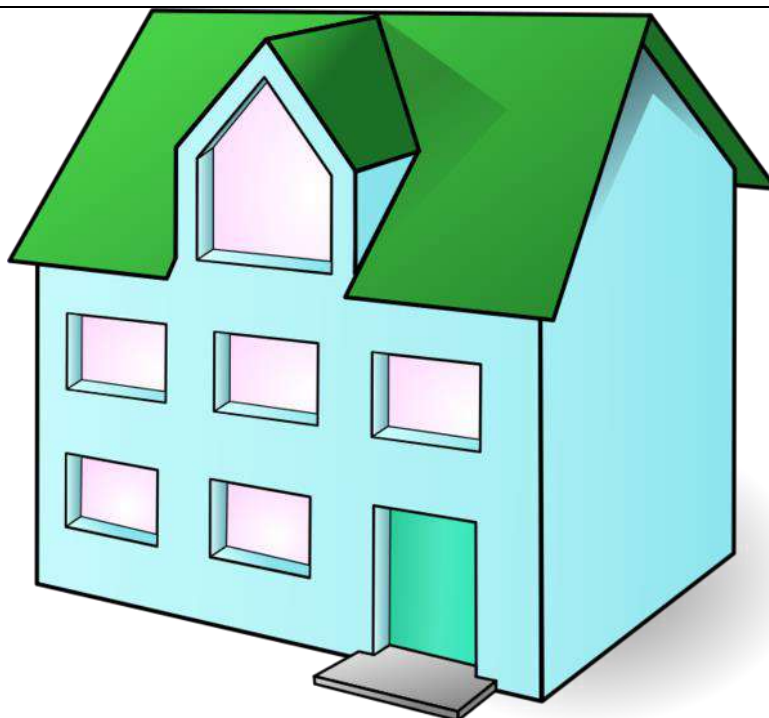


Figura 6.4. Schema logica de realizare a auditului energetic

FIȘA DE ANALIZĂ ENERGETICĂ
(model)

A. DATE GENERALE

Plan de situație / schița clădirii cu indicarea orientării față de punctele cardinale, a distanțelor până la clădirile din apropiere și înălțimea acestora și poziționarea sursei de căldură sau a punctului de racord la sursa de căldură exterioară.



Configurarea limitelor sistemului (Se va insera relevarea fotografica a clădirii analizate)

Clădirea:		
Adresa:		
Proprietar:		
Categoria clădirii:	Se bifeaza corespondenta	Observații, detalii, descrieri succinte
<input type="checkbox"/> locuința unifamiliala	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> clădire de locuit cu mai multe apartamente	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> clădire de birouri	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> clădire de învățământ (creșe, grădinițe, scoli, licee, universități,)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> clădire pentru sănătate (spital, policlinica etc.)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> clădire pentru sport (sala de sport, bazine înot etc.)	<input type="checkbox"/>	

<input type="checkbox"/> clădire pentru servicii de comerț (magazine, spații comerciale, sedii de bănci, sedii de firme etc.)	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> clădire social-culturale (teatre, cinema, muzeu etc.)	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> clădire de turism (hotel, restaurant, pensiune etc.)	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> clădire administrativă (autorități locale, sedii instituții etc.)	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> cămine, internate	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> clădire industrială cu regim normal de exploatare	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> alte destinații	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> clădire NZEB	<input type="checkbox"/>				
Tipul clădirii					
<input type="checkbox"/> individuală	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> duplex	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> bloc	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> înșiruită	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> tronson de bloc	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> alt tip	<input type="checkbox"/>				
Zona climatică în care este amplasată clădirea:	I	II	III	IV	V
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gradul de expunere la vânt:					
<input type="checkbox"/> adăpostită	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> moderat adăpostită	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> liber expusă (neadăpostită)	<input type="checkbox"/>				
Regimul de înălțime al clădirii (Demisol, Subsol, Parter, Etaj, Mansarda: (se completează numărul acestora)	D	S	P	E	M
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anul construcției (se menționează eventual anul unei reabilitări anterioare analizei):					
Structura constructivă:					
<input type="checkbox"/> pereți structurali din zidărie	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> pereți structurali din beton armat	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> cadre din beton armat	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> stâlpi și grinzi	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> structura de lemn	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> structura metalică	<input type="checkbox"/>				
Existența documentației construcției și instalației aferente acesteia:					
<input type="checkbox"/> partiu de arhitectură pentru fiecare tip de nivel reprezentativ	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> secțiuni reprezentative ale construcției,	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> detalii de construcție,	<input type="checkbox"/>				

<input type="checkbox"/> planuri pentru instalația de încălzire interioară, schema coloanelor	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> planuri pentru instalațiile sanitare (preparare apă caldă, recirculare etc.)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> planuri pentru instalația de ventilare/climatizare/condiționare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> planuri pentru instalațiile de iluminat	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> planuri pentru instalațiile din surse regenerabile	<input type="checkbox"/>	
Starea subsolului tehnic al clădirii:		
<input type="checkbox"/> Uscat și cu posibilitate de acces la instalația comună	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Uscat, dar fără posibilitate de acces la instalația comună,	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Subsol inundat / inundabil (posibilitatea de refulare a apei din canalizarea exterioară)	<input type="checkbox"/>	

B. CARACTERISTICI ALE SPAȚIULUI LOCUIT / ÎNCĂLZIT:

Caracteristici ale spațiului locuit / încălzit	Valoare numerica	Observatii
<input type="checkbox"/> Aria construită [m ²]:		
<input type="checkbox"/> Aria construită desfășurată [m ²]:		
<input type="checkbox"/> Aria de referință a pardoselii spațiului încălzit [m ²]:		
<input type="checkbox"/> Volumul de referință al spațiului încălzit [m ³]:		
<input type="checkbox"/> Aria de referință a pardoselii spațiului răcit [m ²]-după caz:		
<input type="checkbox"/> Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]:		
<input type="checkbox"/> Gradul de ocupare al spațiului încălzit [nr. de ore de funcționare a instalației de încălzire]:		
<input type="checkbox"/> Raportul dintre aria fațadei cu balcoane închise și aria totală a fațadei prevăzută cu balcoane / logii:		
<input type="checkbox"/> Adâncimea medie a pânzei freatice [m]:		
<input type="checkbox"/> Înălțimea medie a subsolului față de cota terenului sistematizat [m]:		
<input type="checkbox"/> Perimetrul pardoselii subsolului clădirii [m]:		

C. IDENTIFICAREA STRUCTURII CONSTRUCTIVE A CLĂDIRII:

Pereți exteriori opaci:

PE	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]

Arie totală a pereților exteriori opaci		-	-
--	--	---	---

Starea peretilor exteriori		Observatii
<input type="checkbox"/> bună	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> pete condens	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> igrasie	<input type="checkbox"/>	
Starea finisajelor		
<input type="checkbox"/> bună	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> tencuială căzută parțial	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> tencuială căzută total	<input type="checkbox"/>	
Tipul și culoarea materialelor de finisaj:		
<input type="checkbox"/> tip		
<input type="checkbox"/> culoare		
Rosturi despărțitoare pentru tronsoane ale clădirii:		
<input type="checkbox"/> deschise	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> inchise	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> nu este cazul	<input type="checkbox"/>	

Pereți către spații anexe (casa scărilor, ghene etc.):

P	Descriere	Arie [m²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
<input type="checkbox"/>	Arie totală a pereților catre casa scarilor		-	-
<input type="checkbox"/>	Arie totala catre ghene		-	-
	Calcul volum	Volum [m³]		
<input type="checkbox"/>	Volumul de aer din casa scărilor		-	-

Planșeu peste subsol:

PSb	Descriere	Arie [m²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
<input type="checkbox"/>	Arie totală a planșeului peste subsol		-	-
	Calcul volum	Volum [m³]		

<input type="checkbox"/> Volumul de aer din subsol		-	-
--	--	---	---

Terasă / acoperiș:

Tip terasa/acoperis:		Observatii
<input type="checkbox"/> circulabilă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> necirculabilă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> acoperis tip sarpanta	<input type="checkbox"/>	
Starea terasei/acoperișului		
<input type="checkbox"/> bună	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> uscată	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> deteriorată	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> umeda	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> acoperis spart, neetans la ploaie, zapada	<input type="checkbox"/>	
Ultima reparație a terasei/acoperișului		
<input type="checkbox"/> in urma cu mai puțin de un an	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> 1-2 ani	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> 2-5 ani	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> mai mult de 5 ani	<input type="checkbox"/>	
Materiale finisaj:		
Alte mentiuni importante:		

TE	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
<input type="checkbox"/>	Aria totală a terasei		-	-

Planșeu sub pod:

PP	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
<input type="checkbox"/>	Aria totală a planșeului sub pod		-	-

Ferestre / uși exterioare:

Starea tamplariei		Observatii
<input type="checkbox"/> bună	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> evident neetansa	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> fără măsuri de etanșare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> măsuri speciale de etanșare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> alte masuri speciale	<input type="checkbox"/>	

Tip de elemente de umbrire a partii vitrate		
<input type="checkbox"/> la interior	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> la exterior	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> între geamuri	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> alt sistem	<input type="checkbox"/>	

FE / UE	Descriere	Arie [m ²]	Tipul tâmplăriei	Grad etanșare	Prezență oblon (i / e)

Alte elemente de construcție:

- între casa scărilor și pod,
- între acoperiș și pod,
- între casa scărilor și acoperiș,
- între casa scărilor și subsol,

PI	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
P CS-Sb				

Elementele de construcție mobile din spațiile comune:

Ușa de intrare în clădire:			Penalizări:
<input type="checkbox"/> Ușa este prevăzută cu sistem automat de închidere și sistem de siguranță (interfon, cheie)		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ușa nu este prevăzută cu sistem automat de închidere, dar stă închisă în perioada de neutilizare		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ușa nu este prevăzută cu sistem automat de închidere și este lăsată frecvent deschisă în perioada de neutilizare		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte situații		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>			
Ferestre de pe casa scărilor-starea geamurilor, a tâmplăriei și gradul de etanșare:			Penalizări:
<input type="checkbox"/> Ferestre / uși în stare bună și prevăzute cu garnituri de etanșare		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ferestre / uși în stare bună, dar neetanșe		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ferestre / uși în stare proastă, lipsă sau sparte		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte situații		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>			

D. INSTALAȚIA DE ÎNCĂLZIRE INTERIOARĂ:

Existența instalației de încălzire		Observatii
Da	<input type="checkbox"/>	
Nu	<input type="checkbox"/>	
Necesarul de căldură de calcul [W]:		
Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor		Observatii
<input type="checkbox"/> Sursă proprie	<input type="checkbox"/>	
o Utilizand combustibil gazos	<input type="checkbox"/>	
o Utilizand combustibil lichid usor	<input type="checkbox"/>	
o Utilizand combustibil solid	<input type="checkbox"/>	
o Încălzire electrica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Sursă mixta	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Centrala termică de cartier	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Centralizat – punct termic central	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Centralizat – punct termic local (modul)	<input type="checkbox"/>	
o Exista apartamente debransate in condominiu	<input type="checkbox"/>	
o Nu sunt apartamente debransate in condominiu	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alt tip de sursa (ex. instalație hibrida cuplata cu sursa regenerabila)	<input type="checkbox"/>	
Tipul sursei de incalzire		
<input type="checkbox"/> Încălzire locală cu sobe	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Încălzire cu corpuri statice	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Încălzire centrală cu aer cald	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Încălzire centrală cu planșee încălzitoare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Încălzire electrica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alt sistem de încălzire: ..	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Interventii asupra instalatiei de-a lungul timpului – se mentioneaza pe scurt		

Date privind instalația de încălzire locală cu sobe:

Starea coșului / coșurilor de evacuare a fumului:		Penalizări:
<input type="checkbox"/> Coșurile au fost curățate cel puțin o dată în ultimul an	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Coșurile nu au mai fost curățate de cel puțin un an	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte situatii	<input type="checkbox"/>	

Nr. crt.	Tipul sobei	Combustibil	Data instalării	Element reglaj ardere	Element închidere tiraj	Data ultimei curățiri/interventii

Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip distribuție a agentului termic de încălzire:		Observatii
<input type="checkbox"/> inferioară	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> superioară	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> mixtă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> verticală	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> orizontală	<input type="checkbox"/>	
Racord la sursa centralizată cu căldură:		
<input type="checkbox"/> racord unic	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> multiplu	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> cate puncte de racord [nr.]		
<input type="checkbox"/> diametru nominal [mm]:		
<input type="checkbox"/> disponibil de presiune (nominal) [mmCA]:		
Contor de energie termica		Penalizări:
<input type="checkbox"/> exista, dar nu are viza metrologica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> exista, dar are viza metrologica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> nu exista	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> este defect	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> anul instalării		
Elemente de reglaj termic și hidraulic		
<input type="checkbox"/> pe racordul instalatiei	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> pe rețeaua de distribuție	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> pe coloane	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> la nivelul corpurilor statice	<input type="checkbox"/>	Penalizări:
○ Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj și acestea sunt funcționale	<input type="checkbox"/>	
○ Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj, dar cel puțin un sfert dintre acestea nu sunt funcționale	<input type="checkbox"/>	
○ Corpurile statice nu sunt dotate cu armături de reglaj sau cel puțin jumătate dintre armăturile de reglaj existente nu sunt funcționale	<input type="checkbox"/>	
Rețeaua de distribuție amplasată în spații neîncălzite:		
<input type="checkbox"/> Lungime [m]:		
<input type="checkbox"/> Diametru nominal [mm, țoli]:		
<input type="checkbox"/> Termoizolație:		
○ Exista izolatie si este in stare buna	<input type="checkbox"/>	
○ Exista izolatie si este uscata dar tasata	<input type="checkbox"/>	
○ Exista izolatie dar este umeda	<input type="checkbox"/>	
○ Izolatia este deteriorata	<input type="checkbox"/>	
○ Nu exista termoizolatie	<input type="checkbox"/>	

Starea instalației de încălzire interioară din punct de vedere al depunerilor		Penalizări:
<input type="checkbox"/> Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate după ultimul sezon de încălzire	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate înainte de ultimul sezon de încălzire, dar nu mai devreme de trei ani	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate cu mai mult de trei ani în urmă	<input type="checkbox"/>	
Armăturile de separare și golire a coloanelor de încălzire:		Penalizări:
<input type="checkbox"/> Coloanele de încălzire sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora, funcționale	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Coloanele de încălzire nu sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora sau nu sunt funcționale	<input type="checkbox"/>	
Vase/armăturile de aerisire a instalației de încălzire:		Penalizări:
<input type="checkbox"/> Exista vase de aerisire	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Exista robinete manuale de aerisire	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Exista robinete automate de aerisire si sunt functionale	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Exista robinete automate de aerisire dar nu sunt functionale	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte mentiuni		
Exista repartitoare montate pe corpurile de incalzire ?		Penalizări:
<input type="checkbox"/> Da	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Nu	<input type="checkbox"/>	
Exista contoare individuale montate la intrarea in apartament si/sau spatiu cu alta destinatie ?		Penalizări:
<input type="checkbox"/> Da	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Nu	<input type="checkbox"/>	

Tip corp de incalzire	Număr corpuri de incalzire [buc.]			Suprafață echivalentă termic [m ²]		
	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total

Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu încălzitor:

Aria planșeului încălzitor [m²]:	
Diametru serpentină. [mm]:	

Lungime [m]:			
Tipul elementelor de reglaj termic din dotarea instalației:			

Sursa de încălzire – centrală termică proprie:

Centrală termică proprie		
<input type="checkbox"/> Putere termică nominală [W]:		
<input type="checkbox"/> Randament de catalog:		
<input type="checkbox"/> Anul instalării:		
<input type="checkbox"/> Are documente ISCIR : DA/NU		
<input type="checkbox"/> Sistemul de reglare / automatizare și echipamente de reglare:		
<input type="checkbox"/> Stare (arzător, conducte / armături, manta):		
<input type="checkbox"/> Exista facturi pentru încălzire pe ultimii 5 ani care pot fi consultate	DA	NU
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Alte mentiuni		

E. DATE PRIVIND INSTALAȚIA DE APĂ CALDĂ DE CONSUM:

Existența instalației de preparare a apei calde de consum		Observatii
<input type="checkbox"/> Da	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Nu	<input type="checkbox"/>	
Sursa de energie pentru prepararea apei calde spațiilor		Observatii
<input type="checkbox"/> Sursă proprie	<input type="checkbox"/>	
○ Utilizand combustibil gazos	<input type="checkbox"/>	
○ Utilizand combustibil lichid usor	<input type="checkbox"/>	
○ Utilizand combustibil solid	<input type="checkbox"/>	
○ Utilizand energie regenerabila (solar etc.)	<input type="checkbox"/>	
○ Încălzire electrica a apei calde de consum	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Sursă mixta	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Centrala termică de cartier	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Centralizat – punct termic central	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Centralizat – punct termic local (modul)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alt tip de sursa	<input type="checkbox"/>	
Tipul sistemului de preparare a apei calde		
<input type="checkbox"/> Din sursă centralizată,	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Centrală termică proprie,	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Boiler cu acumulare,	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Preparare locală cu aparate de tip instant	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Încălzire electrica, boiler electric	<input type="checkbox"/>	

<input type="checkbox"/> Alt sistem de preparare a apei calde de consum: ..	<input type="checkbox"/>	
Puncte de consum apa rece / apa calda:		
<input type="checkbox"/> Lavoare [nr.]		
<input type="checkbox"/> Spălătoare[nr.]		
<input type="checkbox"/> Bideuri [nr.]		
<input type="checkbox"/> Pisoare [nr.]		
<input type="checkbox"/> Duș: [nr.]		
<input type="checkbox"/> Cadă de baie [nr.]		
<input type="checkbox"/> Rezervor WC[nr.]		
<input type="checkbox"/> Masina de spalat vase[nr.]		
<input type="checkbox"/> Masina de spalat rufe[nr.]		
Starea armaturilor		
<input type="checkbox"/> Buna	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Exista pierderi mici de fluid	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Precara, cu pierderi mari	<input type="checkbox"/>	
Racord la sursa centralizată cu căldură:		
<input type="checkbox"/> racord unic	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> multiplu: [nr.]	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> diametru nominal [mm]:		
<input type="checkbox"/> presiune necesară (nominal) [mmCA]:		
Conducta de recirculare		
<input type="checkbox"/> funcțională	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> nu funcționează	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> nu exista	<input type="checkbox"/>	
Debitmetre la nivelul punctelor de consum		
<input type="checkbox"/> exista	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> nu exista	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> partial	<input type="checkbox"/>	
Contor general de energie termica		Penalizări:
<input type="checkbox"/> exista, dar nu are viza metrologica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> exista, si are viza metrologica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> nu exista	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> este defect	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> anul instalării		
<input type="checkbox"/> tipul de contor		

INFORMATII SUPLIMENTARE		
<input type="checkbox"/> accesibilitate la racordul de apă caldă din subsolul tehnic	DA	NU
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> programul de livrare a apei calde de consum: [nr. h/24 h]		
	DA	NU

<input type="checkbox"/> Exista facturi pentru apa caldă de consum pe ultimii 5 ani care pot fi consultate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> temperatura apei reci din zona [°C] (valori medii lunare – de preluat de la stația meteo locală sau de la regia de apă)			
Rețeaua de distribuție a apei calde amplasată în spații neîncălzite:			
<input type="checkbox"/> Lungime [m]:			
<input type="checkbox"/> Termoizolație:			Penalizări:
<input type="checkbox"/> Exista izolatie si este in stare buna	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Exista izolatie dar este umeda	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Izolatia este deteriorata	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Nu exista termoizolatie	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> numărul de persoane mediu pe durata unui an (pentru perioada pentru care se cunosc consumurile facturate):			
<input type="checkbox"/> Alte mentiuni (de ex. daca s-a intevenit de-a lungul timpului asupra instalatiilor – se descriu succint interventiile si modificarile)			

F. DATE PRIVIND INSTALAȚIA DE VENTILARE/CLIMATIZARE

Date privind instalația de climatizare

Existența instalației de ventilare si climatizare		Observatii
<input type="checkbox"/> Da	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Nu	<input type="checkbox"/>	
Sarcina termica determinata pentru clădirea climatizata (daca exista proiect spre consultare) [kW]		
Numărul maxim real de persoane din clădire/zonă [pers.]		
Grad de ocupare zilnic/săptămânal/lunar [m²/pers]		
Volumul util al clădirii/zonei climatizate [m³]		
Tip spații anexe vecine neclimatizate		
<input type="checkbox"/> Subsoluri	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Poduri	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Casa scării	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Grupuri sanitare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Altele	<input type="checkbox"/>	
Spații climatizate cu destinații speciale		
<input type="checkbox"/> Camere curate	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Bucătărie mare	<input type="checkbox"/>	

<input type="checkbox"/> Piscină	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Sala servere	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Altele	<input type="checkbox"/>	
Tipul sistemului		
<input type="checkbox"/> Numai aer	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Aer-apă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Detentă directă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Instalație de răcire prin radiație (plafon, pardoseală, pereți)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alt sistem – se descrie succint în rubrica observații	<input type="checkbox"/>	
Dispozitive terminale		
<input type="checkbox"/> Guri de introducere a aerului în încăperi	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ventiloconvectoare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ejectoconvectoare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Grinzi de răcire	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Unități interioare de tip Split	<input type="checkbox"/>	
Tip distribuție agent termic		
<input type="checkbox"/> Conducte de aer	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Conducte de apă caldă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Conducte de apă răcită	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Conducte de agent frigorific	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte tipuri	<input type="checkbox"/>	
Tip generare frig		
<input type="checkbox"/> Chiller cu condensator răcit cu aer	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Chiller cu condensator răcit cu apă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Unități exterioare de condensare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură aer-apă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură apă-apă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură aer-aer	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură apă-aer	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură sol-apă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Pompă de căldură sol-aer	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Instalație frigorifică cu absorbție	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Instalație frigorifică cu compresie mecanică	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Instalație monobloc	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Instalație SPLIT	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Altele (Ex. Dessicant cooling)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte tipuri	<input type="checkbox"/>	
Tip de agent frigorific		
<input type="checkbox"/> ecologic	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> neecologic	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> alte mențiuni		

Tip de recuperare a căldurii		
<input type="checkbox"/> Recircularea aerului	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Recuperator de căldură sensibilă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Recuperator de căldură latentă	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Recuperarea căldurii din agentul frigorific	<input type="checkbox"/>	
Tip alimentare cu energie		
<input type="checkbox"/> Alimentare cu energie electrică	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alimentare cu gaze naturale	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alimentare cu energie termică	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alimentare cu energie solară	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Altele	<input type="checkbox"/>	
Starea canalelor de aer din punct de vedere al rezistenței la coroziune		
<input type="checkbox"/> Buna	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Satisfacatoare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Precara	<input type="checkbox"/>	
Starea canalelor de aer din punct de vedere al etanșeității		
<input type="checkbox"/> Etanșe	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Neetanșe	<input type="checkbox"/>	
Starea termoizolației conductelor de aer		
<input type="checkbox"/> Buna	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Satisfacatoare	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Precara	<input type="checkbox"/>	
Pierderi de agent frigorific		
<input type="checkbox"/> Exista pierderi de agent frigorific	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Nu exista pierderi de agent frigorific	<input type="checkbox"/>	
ALTE INFORMATII SUPLIMENTARE		
<input type="checkbox"/>		

Date privind instalația de ventilație

Tip ventilație		
<input type="checkbox"/> naturala	<input type="checkbox"/>	Penalizări:
<input type="checkbox"/> mecanica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> hibrida (naturala +mecanica)	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte mentiuni		
<input type="checkbox"/> Ventilatoarele au turatie variabila?	DA	NU
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

G. DATE PRIVIND INSTALAȚIA DE ILUMINAT

Puterea instalației de iluminat [kW]		
Sistem de iluminat		

<input type="checkbox"/> General uniform distribuit	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Localizat sau zonat	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Combinat	<input type="checkbox"/>	
Tipul corpurilor de iluminat		
<input type="checkbox"/> Cu incandescenta	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Fluorescente	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Combinat	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Alte tipuri (LED etc.)		
Controlul sistemului de iluminat		
<input type="checkbox"/> Fara detectare automata a prezentei utilizatorilor	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Cu detectare automata a prezentei utilizatorilor	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Actionare sectorizata a corpurilor de iluminat	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Reglare automata a fluxului luminos		
<input type="checkbox"/> Alte mentiuni	<input type="checkbox"/>	
Starea corpurilor de iluminat		
<input type="checkbox"/> Foarte buna	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Buna	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Precara	<input type="checkbox"/>	Penalizări:
Starea conductoarelor de energie electrica		
<input type="checkbox"/> Foarte buna	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Buna	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Precara	<input type="checkbox"/>	

**LISTA SOLUȚIILOR TEHNICE PENTRU REABILITARE/MODERNIZAREA
ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR DE LOCUIT ALIMENTATE CENTRALIZAT (DE LA
TERMOFICARE)- INFORMATIV**

Tabel 6.3. Reabilitarea anvelopei clădirii

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Asigurarea etanșării tuturor geamurilor de pe casa scării	Reducerea n_a între spațiul casei scării și mediul exterior, respectiv creșterea temperaturii casei scării
Asigurarea etanșării ușilor de la ghelele de gunoi din cadrul casei scării	
Asigurarea închiderii etanșe a ușilor de intrare în bloc, inclusiv a sasului protector	
Etanșarea ușilor apartamentelor corespondente cu spațiul casei scării	Reducerea infiltrațiilor parazite între casa scării și spațiul locuit (influență asupra clasei de permeabilitate a clădirii)
Etanșarea ferestrelor și ușilor exterioare din apartamente	Reducerea n_a aferent spațiului locuit
Etanșarea eventualelor fisuri de pe perimetrul tocului ușilor și ferestrelor	
Etanșarea gurilor de acces la instalația sanitară	
Asigurarea corecteii ventilării a bucătăriilor și băilor prin dispozitive de ventilare naturală (unde este cazul)	Asigurarea cotei minime de aer proaspăt necesar realizării confortului fiziologic

Tabel 6.4. Reabilitarea instalației interioare de încălzire

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Spălarea tuturor corpurilor statice de încălzire și a coloanelor de distribuție din interiorul clădirii	Creșterea eficienței instalației de încălzire interioară prin asigurarea unei bune circulații a agentului termic
Înlocuirea tuturor ventilelor nefuncționale	Asigurarea unei bune circulații a agentului termic și eliminarea pierderilor de agent termic din instalația interioară
Dotarea corpurilor statice cu ventile de aerisire	Asigurarea unei bune circulații a agentului termic în instalația interioară

Prevederea pe conductele de legătură ale corpurilor statice a unor robinete de separare a corpurilor de încălzire	Eliminarea pierderilor de agent termic datorate necesității golirii coloanelor sau chiar a întregii instalații de încălzire în situația unei avarii la corpurile statice
Corecta funcționare a corpurilor statice din spațiul casei scârilor	Creșterea temperaturii casei scârilor
Înlocuirea tuturor vanelor defecte care prezintă pierderi de apă	Eliminarea pierderilor de agent termic și a unei surse de inundare a subsolului tehnic

Tabel 6.5. Modernizarea anvelopei

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Triplarea ferestrelor existente / înlocuirea ferestrelor existente cu ferestre moderne de tip termopan / dotarea cu obloane mobile exterioare	Reducerea fluxului termic disipat prin elementele de construcție vitrate
Izolarea termică a teraselor, a planșeului peste subsol (sau spații de trecere exterioare) și a pereților adiacenți unor spații reci	Reducerea fluxului termic disipat prin terasă și prin elementele de construcție către spații neîncălzite
Izolarea termică a pereților exteriori	Reducerea fluxului termic disipat prin pereți exteriori

Tabel 6.6. Modernizarea instalațiilor interioare de încălzire

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Înlocuirea robinetelor colțar cu robinete cu cap termostatic	Asigurarea reglajului termic local
Dotarea coloanelor verticale cu dispozitive de păstrare a disponibilului de presiune constant	Asigurarea reglajului termic la nivelul coloanelor verticale
Dotarea corpurilor statice din spațiul locuit cu repartitoare de cost a căldurii consumate	Asigurarea controlului asupra livrării căldurii
Dotarea cu contoare individuale montate la intrarea în fiecare apartament sau spațiu cu altă destinație	Individualizarea consumurilor pentru încălzire

Dotarea instalației cu grup de măsurare a energiei termice	Cunoașterea consumurilor reale de căldură pentru încălzire și asigurarea unei facturări corecte a căldurii
Izolarea conductelor din subsolul tehnic	Reducerea fluxului termic disipat prin conductele de distribuție a agentului termic ¹⁾

Tabel 6.7. Reabilitarea instalației de apă caldă de consum

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură pentru preparare apă caldă prin:
Repararea tuturor armăturilor defecte	Eliminarea pierderilor de apă caldă
Utilizarea perlatoarelor pentru reducerea debitului de apă	Reducerea consumurilor de apă caldă de consum (în situația în care se asigură presiunea de utilizare la nivelul punctelor de consum)
Montarea grupului de măsurare a energiei termice	Cunoașterea consumurilor reale de căldură pentru prepararea apei calde de consum și a consumurilor efective de apă, respectiv asigurarea unei facturări corecte a acestora

Tabel 6.8. Modernizarea instalației de apă caldă de consum

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură pentru preparare apă caldă prin:
Introducerea unor armături cu consum redus de apă	Reducerea consumurilor de apă caldă de consum
Contorizarea individuală a apei calde	
Izolarea termică a conductelor de distribuție a apei calde de consum și a conductei de recirculare din subsolul tehnic al clădirii și din spațiul locuit	Reducerea fluxului termic disipat prin conductele de apă caldă de consum

Nota: Soluțiile / măsurile de reabilitare sau/și modernizare prezentate mai sus pot fi grupate în pachete de soluții, în măsura în care acestea sunt compatibile din punct de vedere tehnic / funcțional. În acest caz, influența soluțiilor / măsurilor grupate se analizează pentru pachetul de soluții considerat și nu individual (efectele fiecărei măsuri în parte asupra reducerii consumului de căldură al clădirii nu se însumează).

¹⁾ **Observație:** aplicarea acestei măsuri de modernizare energetică conduce la reducerea temperaturii subsolului tehnic și implicit la modificarea fluxului termic cedat către subsolul tehnic dinspre spațiul locuit. Prin urmare este necesar să se reia calculul consumului de căldură pentru încălzire.

**LISTA SOLUȚIILOR TEHNICE PROPUSE PENTRU
REABILITARE/MODERNIZAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR DE LOCUIT
INDIVIDUALE SAU ÎNȘIRUITE DOTATE CU SURSĂ PROPRIE DE CĂLDURĂ -
INFORMATIV**

Tabel 6.9. Reabilitarea anvelopei clădirii

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Asigurarea etanșării tuturor geamurilor din spațiile neîncălzite (pod, spații anexe etc.)	Reducerea n_a între aceste spații și mediul exterior, respectiv creșterea temperaturii acestor spații
Etanșarea ferestrelor și ușilor exterioare	Reducerea n_a aferent spațiului locuit
Etanșarea eventualelor fisuri de pe perimetrul tocului ușilor și ferestrelor	
Asigurarea corectei ventilări a bucătăriilor și băilor prin dispozitive de ventilare naturală (unde este cazul)	Asigurarea cotei minime de aer proaspăt necesar realizării confortului fiziologic

Tabel 6.10. Reabilitarea instalației interioare de încălzire

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Clădiri dotate cu instalație de încălzire centrală	
Înlocuirea tuturor ventilelor nefuncționale	Asigurarea unei bune circulații a agentului termic și eliminarea pierderilor de agent termic din instalația interioară
Dotarea corpurilor statice cu ventile de aerisire	Asigurarea unei bune circulații a agentului termic în instalația interioară
Dotarea corpurilor statice cu teuri de reglaj	Asigurarea echilibrării hidraulice a instalației de încălzire interioară
Înlocuirea tuturor vanelor defecte care prezintă pierderi de fluid	Eliminarea pierderilor de agent termic și a unei surse de inundare a subsolului
Curățarea periodică a cazanelor de producere a căldurii pentru încălzire	Creșterea randamentului de producere a căldurii
Clădiri cu încălzire locală cu sobe	

Curățarea periodică a sobelor	Creșterea randamentului de producere a căldurii	
Dotarea sobelor cu element de obturare a coșului de fum care să închidă doar pe durata nefuncționării sobei		

Tabel 6.11. Modernizarea anvelopei

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Triplarea ferestrelor existente / înlocuirea ferestrelor existente cu ferestre moderne performante energetic/ dotarea cu obloane mobile exterioare	Reducerea fluxului termic disipat prin elementele de construcție vitrate
Izolarea termică a teraselor / acoperișului peste mansardă sau a planșeului de sub pod	Reducerea fluxului termic disipat prin terasă și prin elementele de construcție către spații neîncălzite
Izolarea termică a planșeului de peste subsol (sau spații de trecere exterioare) și a pereților adiacenți unor spații reci	
Izolarea termică a pereților exteriori	Reducerea fluxului termic disipat prin pereți exteriori
Construirea unei închideri a scării de intrare / asigurarea unui sas la intrarea în clădire (windfang)	Reducerea temperaturii exterioare aferentă intrării în clădire și reducerea debitului de aer rece prin ușa de intrare

Tabel 6.12. Modernizarea instalațiilor de încălzire interioară

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Schimbarea combustibilului solid sau lichid cu combustibil gazos	Creșterea randamentului de producere a căldurii
Dotarea sobelor cu echipamente de reglaj termostatic a acestora funcție de temperatura interioară	Creșterea randamentului de reglare prin evitarea supraîncălzirii încăperilor
Înlocuirea sobelor cu instalație de încălzire centrală	Creșterea randamentului sistemului de încălzire
Clădiri dotate cu instalație de încălzire centrală	
Dotarea corpurilor statice cu robinete cu cap termostatic	Asigurarea reglajului termic local

Dotarea circuitelor care alimentează zone distincte încălzite cu dispozitive de reglare	Asigurarea reglajului termic la pe zone încălzite	
Dotarea instalației de încălzire cu echipament de reglare cu ceas, programabil	Asigurarea reducerii temperaturii spațiilor încălzite pe durata nopții sau în perioadele de neocupare a acestora	
Izolarea conductelor de distribuție din spațiile neîncălzite	Reducerea fluxului termic disipat prin conductele de distribuție a agentului termic ²⁾	
Montarea de contoare/repartitoare functie de fezabilitatea tehnica si eficienta economica	Individualizare a consumurilor	
↑ Înlocuirea arzătorului care echipează cazanul existent cu unul modern, nou	Creșterea randamentului anual de producerea căldurii	
↑ Înlocuirea cazanului de producere a căldurii pentru încălzire cu cazan modern		

Tabel 6.13. Reabilitarea instalației de apă caldă de consum

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Repararea tuturor armăturilor defecte	Eliminarea pierderilor de apă caldă
Utilizarea perlatoarelor pentru reducerea debitului de apă	Reducerea consumurilor de apă caldă de consum (în situația în care se asigură presiunea de utilizare la nivelul punctelor de consum)

Tabel 6.14. Modernizarea instalației de apă caldă de consum

Soluția tehnică	Influență asupra consumului de căldură prin:
Introducerea unor armături cu consum redus de apă	Reducerea consumurilor de apă caldă de consum
Izolarea termică a conductelor de distribuție a apei calde de consum din spațiile neîncălzite și din spațiul locuit	Reducerea fluxului termic disipat prin conductele de apă caldă de consum

²⁾ **Observație:** aplicarea acestei măsuri de modernizare energetică conduce la reducerea temperaturii spațiilor neîncălzite traversate de conducte de încălzire și implicit la modificarea fluxului termic cedat către aceste spații dinspre spațiul locuit.

Izolarea termică a boilerului cu acumulare pentru prepararea apei calde de consum	Reducerea fluxului termic disipat prin mantaua boilerului
Reducerea temperaturii apei calde de consum până la 50°C	Reducerea consumului de căldură pentru producerea apei calde de consum
Înlocuirea echipamentelor actuale de producere a apei calde de consum cu echipamente moderne, noi	Creșterea randamentului de producere a căldurii pentru prepararea apei calde de consum

Nota: Soluțiile / măsurile de reabilitare sau/și modernizare prezentate mai sus pot fi grupate în pachete de soluții, în măsura în care acestea sunt compatibile din punct de vedere tehnic / funcțional. În acest caz, influența soluțiilor / măsurilor grupate se analizează pentru pachetul de soluții considerat și nu individual (efectele fiecărei măsuri în parte asupra reducerii consumului de căldură al clădirii nu se însumează).

ANEXE

ANEXA A : Procedura de validare a programelor de calculator utilizabile pentru calculul performanței energetice

A.1 Dispoziții generale

Calculul performanței energetice a clădirilor sau a unor părți din acestea se va realiza de către persoane fizice/juridice autorizate cu programe de calculator validate în conformitate cu prezenta procedură.

Persoanele fizice/juridice autorizate, în calitate de elaboratori și/sau administratori de programe de calculator pentru calculul performanței energetice a clădirilor sau a unor părți din acestea, denumiți în continuare *solicitanți*, pot solicita validarea acestora, adresându-se în acest sens Ministerului Dezvoltării Regionale, Administrației Publice și Fondurilor Europene, denumit în continuare *MDRAP*.

A.2 Comisia de validare a programelor de calculator

Comisia de validare a programelor de calculator, denumită în continuare *comisie*, se constituie din 15 membri, numiți prin decizie de *MDRAP*.

Din comisie fac parte cadre universitare, cercetători științifici și alți specialiști cu activitate în domeniul construcțiilor, auditori energetici pentru clădiri atestați gradul I, reprezentând facultăți de profil – construcții, instalații pentru construcții, arhitectură -, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare teritorială Durabilă „URBAN – INCERC denumit în continuare *INCD URBAN-INCERC*, și asociațiile profesionale reprezentative din domeniu, astfel:

- 9 reprezentanți ai facultăților de construcții/instalații pentru construcții/departamentelor de construcții civile și instalații pentru construcții, după caz, din Universitate Tehnică de Construcții București și centrele universitare din Timișoara, Cluj-Napoca, Iași (se recomandă ca din comisie să facă parte membrii colectivului de revizuire a Metodologiei de calcul al performanței energetice a clădirilor, indicativ Mc001/2018);
- 1 reprezentant al Universității de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu” din București;
- 4 reprezentanți ai asociațiilor profesionale reprezentative în domeniul performanței energetice a clădirilor;
- 2 reprezentanți ai *MDRAP*;
- 1 reprezentant al *INCD URBAN-INCERC*;

Președinția comisiei și secretariatul tehnic al acesteia se asigură de către Universitatea Tehnică de Construcții București. Pentru eficientizarea activității comisiei, secretariatul asigură informarea, în format electronic, a membrilor comisiei cu privire la diverse acțiuni întreprinse.

A.3 Procedura de validare a programelor de calcul

Pentru validarea programelor de calculator, solicitantul se adresează în scris secretariatului tehnic al comisiei, anexând următoarele documente:

-
- modelele matematice de calcul al performanței energetice a clădirii sau a unei părți din aceasta;
 - prezentarea detaliată a datelor de intrare;
 - raportul cu rezultatele obținute și modul de prezentare a acestora;
 - securizarea informațiilor;
 - manualul de utilizare a programului de calcul automat.

Documentația va fi redactată în limba română, care este limba de lucru a oricărui program de calcul automat supus procedurii de validare.

Comisia, la solicitarea secretariatului, elaborează fișe de testare specifice, care cuprind date de intrare pentru clădiri și pentru sistemele tehnice care deservește clădirea: încălzire, preparare apă caldă de consum, răcire, ventilare și iluminat.

Membrii comisiei adoptă prin consens propunerile de fișe de testare a programului de calculator pentru care s-a solicitat validarea, cât și pentru rezultatele obținute, răspunzând solidar pentru corectitudinea acestora.

În termen de până la 15 zile lucrătoare de la înregistrarea cererii, prin secretariatul comisiei, se transmit solicitantului fișele de testare adoptate de comisie, în vederea prelucrării acestora de către solicitant.

În termen de până la 15 zile lucrătoare de la primirea fișelor de testare de către solicitant, rezultatele generate de programul de calcul automat se transmit pe adresa de e-mail a secretariatului, așa cum sunt ele redate de programul de calcul, în format .pdf.

Programul de calculator trebuie să furnizeze obligatoriu rezultatele prevăzute în fișele de testare și următoarele documente de ieșire în format .pdf și printate:

- fișa de analiză termică și energetică;
- certificatul de performanță energetică al clădirii sau a unei părți de clădire;
- anexa tehnică la certificatul de performanță energetică;
- recomandări pentru îmbunătățirea performanței energetice a clădirii sau a părții din clădire;
- raportul de audit energetic cu analiza energetică și economică a soluțiilor/pachetelor de reabilitare a clădirii.

În termen de până la 30 zile lucrătoare de la primirea rezultatelor, comisia, în baza documentelor primite și a propriei analize, stabilește, prin consens, emiterea avizului de validare a programului de calculator; în lipsa întrunirii consensului, hotărârea de emitere a avizului se ia cu votul a cel puțin 2/3 din numărul membrilor comisiei.

A.4 Criteriile de acordare a avizului de validare a programului de calcul a PEC

Pentru emiterea avizului de validare a programului de calcul automat trebuie îndeplinite simultan următoarele criterii:

A.4.1 Modularitatea programului de calcul

Structura modulară a programului de calcul a PEC se va realiza pe baza standardelor din "setul de standarde PEC". Validarea programului de calcul propus se va realiza prin compararea

rezultatelor obținute de acesta cu rezultatele utilizării unui program de calcul de referință existent ("program de calcul martor").

În continuare se specifică denumirea fișierelor EXCEL puse la dispoziție de Centrul EPB (www.epb.center), aranjate în corelație cu structura modulară a setului de standarde PEC (M1-M10). În denumirea fiecărui program EXCEL este indicat codul standardului care descrie procedura de calcul respectivă. Dacă procedura de calcul din oricare modul de calcul indicat mai jos, a fost modificată prin metodologia Mc001 revizuită, în calcule se va aplica procedura corespunzătoare din metodologie.

Pentru validarea programelor de calcul al PEC se va utiliza întotdeauna versiunea programelor de de tip "martor" (TRNSYS, EnergyPlus, foi calcul MS EXCEL) indicată de comisia de validare a programelor de calculator.

M1. Cadrul general

ISO_DIS_52000-1_SS_2015_05_13
ISO_FDIS_52000-1_SS_Weighted_electricity_2016_07_07
ISO_FDIS_52010_SS_ISO-TC163-SC2-WG15_N0075_20160705
EN 15459 - SPS 2014-01-10

M2. Clădire

ISO_DIS_6946_SS_20150619_ISO-TC163-SC2_N0725
ISO_DIS_10077_1_SS_2015.06.15_CEN_TC89_N1669
ISO_DIS_10077_2_SS_2015.06.15_CEN_TC89_N1666
ISO_DIS_12631_SS_2015.06.15_CEN_TC89_N1670
ISO_DIS_13370_SS_20150605_ISO-TC163-SC2_N0724_
ISO_DIS_13789_SS_20150615_ISO-TC163-SC2_N0726
ISO_DIS_52016_SS_ISO-TC163-SC2_N0719_2015.04.22
ISO_DIS_52022_1_SS_2015.06.15_CEN_TC89_N1667
ISO_DIS_52022_3_SS_2015.06.15_CEN_TC89_N1668

M3. Încălzire

EN 12831-1 - SPS 2014-03-05
EN 15316-1 SPS_2016_04_28
EN 15316-2 - SPS 2014-06-09
EN 15316-3 - SPS 2014-02-07
EN 15316-4-1 - SPS 2013-09-27
EN 15316-4-2 - SPS 2014-02-06
EN 15316-4-4 - SPS 2014-11-07
EN 15316-4-8 - SPS 2014-02-14
EN 15316-5 - SPS 2014-03-15

EN 15378-3 - XLS 2014-01-12

TC228 M480 phase2 IN_OUT symbols 2014-02-12

M4. Răcire

CEN-TC156_SPS_M4-7_storage_Ice_151109

CEN-TC156_SPS_M4-7_storage_PCM_151129

EN 16798-9-Example_01_2016_03_07

EN 16798-9-Example_02_2016_03_12

EN 16798-9-Example_03_2016_01_21

M4-8_EN16798-13_method_b_20160212_example_1

M4-8_EN16798-13_method_b_20160212_example_2

SPS_F_EN16798-9_160307_simp

SPS_F_EN16798-9_160310_det

SPS_F_EN16798-13_MethodA_160131

M5. Ventilare

SPS_F_EN_16798-5-1_160225

SPS_F_EN_16798-5-2_20160311_rev

SPS_F_EN_16798-7_2016-02-11

M8. Apă caldă de consum

EN 15316-4-3 - SPS 2014-02-07

M9. Iluminat

Spreadsheet V26a_16_07_14

M10. Automatizarea și controlul sistemelor tehnice din clădiri

(nu sunt încă disponibile programe de calcul la data finalizării Mc001-
revizuită)

A.4.2 Respectarea erorii maxim admise

Valoarea maximă admisă (în modul) a erorii relative a indicatorilor performanței energetice a clădirii sau a unei părți din aceasta, calculate cu programul de calcul automat pentru fiecare modul/submodul de calcul este de:

- M1 - cadru general, 5%
- M2 – clădire, 2%
- M3 – încălzire, 2%
- M4 – răcire, 2%
- M5 – ventilare, 2%
- M8 – apă caldă de consum, 2%
- M9 – iluminat, 2%

- M10 - automatizarea și controlul sistemelor tehnice din clădiri: va fi stabilit ulterior, prin raportare la performanțele energetice corespunzătoare din fișele de testare ale comisiei.

În cazul depășirii valorii pentru un singur modul/submodul de calcul, într-un singur studiu de caz, programul de calcul nu primește aviz favorabil.

Pentru fiecare studiu de caz, eroarea relativă absolută se determină procentual pentru fiecare modul/submodul de calcul, cu relația:

$$ER_{Mx} = \left| \frac{E_{ref,Mx} - E_{Mx}}{E_{ref,Mx}} \right| \cdot 100 \quad [%]$$

în care:

ER - valoarea absolută a erorii relative în %;

E - valoarea indicatorului performanței energetice calculată cu programul de calcul automat;

E_{ref} - valoarea indicatorului performanței energetice corespunzătoare din fișele de testare.

Mx - indicele modulului de calcul din fișa de testare.

Pentru fiecare program de calcul se va specifica eroarea relativă absolută exprimată în procente pentru fiecare studiu de caz, pentru fiecare modul/submodul de calcul din fișele de testare.

A.4.3 Eligibilitate, conformitate, transparență, claritate și utilitate a programului de calcul supus avizării.

A.5 Documentele de lucru ale comisiei

- Lista persoanelor care fac parte din comisie, cu date de identificare, inclusiv acordul GDPR;
- Convenția de confidențialitate prin care fiecare membru al comisiei se obligă să nu facă publice rezultate și informații privind procedura de validare a programelor de calcul automat;
- Declarația pe proprie răspundere a fiecărui membru din comisie că nu se află în situație de conflict de interese (nu solicită aviz de validare în nume propriu sau al persoanei juridice pe care o reprezintă);
- Fișele de testare;
- Fișele de testare cu rezultatele aferente unui program de calcul care se validează;
- Procesul verbal al comisiei prin care este stabilită structura fișelor de testare și a fișelor de testare cu rezultate;
- Procesul verbal al comisiei privind rezultatul analizei documentelor primite pentru validarea unui program de calculator;
- Hotărârea comisiei privind acordarea avizului de validare a programului de calculator;
- Registrul programelor de calculator validate de comisie (denumire persoană fizică/juridică elaboratoare și/sau administratoare a programului de calcul validat, codul de identificare al programului de calculator, data emiterii avizului de validare și durata de valabilitate a avizului emis de comisie).

A.6 Dispoziții finale

Avizul de validare a programului de calculator, în baza prezentei proceduri, este emis pe perioada de valabilitate a metodologiei de determinare a performanței energetice pe baza căreia s-a elaborat. Orice modificare a metodologiei Mc001 de determinare a performanței energetice a clădirilor sau orice modificare a programului ”martor” existent, corespunzătoare standardelor

din ”setul de standarde PEC”, se va implementa în toate programele de calcul al PEC validate de către comisie, fiind necesar un nou aviz de validare.

Solicitarea de actualizare a programelor de calcul se va face de către MDRAP către secretariatul comisiei de validare. Comisia va stabili termenul până la care programele de calcul al PEC vor fi revalidate, cu modificările necesare implementate, pe baza procedurii de validare. Comisia va suspenda avizul de validare a programele de calculator care nu au fost revalidate.

Programul de calcul al PEC primește, la avizarea favorabilă, un cod de identificare. Secretariatul comisiei completează în registru toate datele de identificare necesare ale programului de calcul al PEC.

Datele înscrise în registru se comunică în scris către MDRAP.

În cazul în care solicitantul nu a primit aviz favorabil, are dreptul de a depune o contestație în termen de cinci zile lucrătoare de la data înștiințării, confirmată prin data emiterii înștiințării prin fax sau, în cazul în care se trimite prin poștă, confirmată prin data înscrisă pe plic, care se atașează contestației.

Contestațiile, în cazul neacordării avizului, se iau în considerare numai în situația în care se constată vicii de procedură (material recepționat, dar neprocesat, înregistrări defectuoase ale corespondenței, pierderea documentelor etc.).

Nu se iau în considerare contestațiile care vizează rezultatele numerice, precum și cele care se referă la documentele de informare cu aviz favorabil trimse altor solicitanți.

Comisia analizează în maxim 30 zile calendaristice contestațiile primite în termen legal.

La expirarea termenului legal de analiză a contestațiilor, comisia emite răspunsul final sub forma: „se acordă/nu se acordă aviz de validare”. Documentul este semnat de către președintele comisiei și este trimis prin fax/poștă pe adresa solicitantului, prin grija secretariatului.

Solicitanții cărora nu li s-a acordat aviz de validare pot reveni, o singură dată, cu o nouă solicitare, nu mai devreme de 60 de zile calendaristice de la data comunicării neacordării avizului.

Orice modificare făcută asupra unui program de calculator care deține aviz de validare va fi notificată în scris comisiei, care procedează automat la suspendarea avizului. În acest caz se poate solicita un nou aviz de validare pentru programul de calcul al PEC.

Comisia își rezervă dreptul de a solicita periodic efectuarea unor teste de conformitate a unui program de calcul aflat în uz, pe baza unor noi fișe tehnice, altele decât cele utilizate la acordarea avizului. Rezultatele acestor teste condiționează menținerea în valabilitate a avizului acordat. Refuzul de a participa la testele de conformitate al posesorilor de aviz atrage retragerea acestuia.

Taxa pentru obținerea avizului de validare a unui program de calcul se stabilește și se actualizează de către MDRAP, luându-se în considerare activitățile specifice membrilor comisiei și secretariatului în aplicarea prezentei proceduri.

ANEXA B: Breviar de calcul pentru certificare energetică (exemple)

Orice dosar de certificare energetică trebuie să includă:

1. obligatoriu, certificatul de performanță energetică propriu-zis (pagina 1), semnat și stampilat de auditorul energetic pentru clădiri;
2. obligatoriu, anexa 1-lista recomandărilor auditorului energetic (semnată și stampilată de auditorul energetic pe fiecare pagină), în vederea reducerii consumurilor de energie ale clădirii, cu estimarea economiei de energie prin realizarea măsurilor de creștere a performanței energetice a clădirii, inclusiv precizări de unde se pot obține informații mai detaliate, precum rentabilitatea recomandărilor formulate, procedura care trebuie urmată pentru punerea în practică a recomandărilor, stimulente financiare sau de altă natură și posibilități de finanțare;
3. obligatoriu, anexa 2-cu date tehnice despre clădire și instalațiile aferente (semnată și stampilată de auditorul energetic pe fiecare pagină);
4. obligatoriu, anexa 3-cu minim 5 poze diferite ale obiectivului certificat (realizate de la exterior sau în interior) din care să reiasă îndeplinirea obligațiilor auditorului energetic de a efectua în prealabil inspecția vizuală pe teren a obiectivului respectiv (semnată și stampilată de auditor pe fiecare pagină);
5. opțional, breviar de calcul, semnat și stampilat de auditorul energetic la final
6. obligatoriu, actele auditorului energetic (copie după certificatul de atestare și legitimație pentru a demonstra capacitatea de exercitare a activităților de certificare energetică).

* *

*

Exemplu de CPE pentru o clădire rezidențială unifamilială

Se elaborează certificatul de performanță energetică pentru o casă unifamilială ale cărei caracteristici tehnice sunt indicate în anexa 2 la CPE.

Informațiile și procedurile de calcul din capitolele precedente sunt utilizate după cum urmează:

Etapa 1 - determinarea caracteristicilor geometrice și higrotermice ale clădirii/elementelor de construcție; determinarea rezistențelor termice

- 2.1.3. Convenții de stabilire a caracteristicilor dimensionale ale elementelor de anvelopă (parametri geometrici) necesare pentru calculul valorilor parametrilor de performanță termică
- 2.1.4. Parametri definitorii pentru caracterizarea higrotermică a materialelor. Parametri de performanță caracteristici elementelor de anvelopă necesari la evaluarea performanței energetice a clădirilor

2.3.1. Calculul rezistenței termice și al transmitanței termice ale elementelor de clădire opace

2.3.2. Transmitanța termică a elementelor vitrate (ferestre și uși)

2.3.3. Stabilirea prin calcul a parametrilor de performanță termică a elementelor de anvelopă aflate în contact cu solul

Etapa 2 – Calculul necesarului de energie pentru încălzire**2.7. Calculul necesarului de energie pentru climatizare (încălzire și răcire) folosind metoda de calcul lunar - relații generale**

- 2.7.1. Transferul termic total
 - 2.7.1.1. Transferul termic prin transmisie
 - 2.7.1.2. Transferul termic prin ventilare
- 2.7.2. Aporturi de căldură totale și aporturi interne
- 2.7.3. Aporturi solare
 - 2.7.3.1. Energia transferată prin elemente transparente
 - 2.7.3.2. Energia transferată prin elemente opace
- 2.7.4. Radiația termică către cer
- 2.7.5. Capacitatea termică eficientă interioară a zonei

Etapa 3 – Calculul pierderilor de energie prin subsistemele instalației de încălzire**3.1. Instalații de încălzire**

- 3.1.1. Determinarea pierderilor energetice pentru emisie, $Q_{H,em,ls}$
- 3.1.2. Determinarea consumului de energie auxiliară, $W_{em,ls,aux}$
- 3.1.3. Determinarea consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de distribuție a apei, ca agent termic pentru încălzire/răcire, $Q_{HC,dis,ls}$
- 3.1.4. Energii auxiliare recuperabile și recuperate
- 3.1.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de preparare a agentului termic pentru încălzire, prin arderea combustibilului fosil și a biomasei
 - 3.1.5.1. Eficiența energetică a generatorului la sarcină integrală și la sarcină parțială în funcție de puterea nominală furnizată
 - 3.1.5.2. Pierderile termice în stand-by, $P_{gen,ls,P0}$, în funcție de puterea nominală furnizată
 - 3.1.5.3. Energia auxiliară consumată
 - 3.1.5.4. Factorul de utilizare a energiei la nivelul cazanelor
 - 3.1.5.5. Energia auxiliară consumată de sub-sistemul de generare
 - 3.1.5.6. Pierderi termice ale sub-sistemului de generare
 - 3.1.5.7. Pierderi termice recuperabile și recuperate
 - 3.1.5.8. Energia auxiliară
 - 3.1.5.9. Timpul de funcționare și factorul de sarcină specifică, β

Etapa 4 – Calculul necesarului și al pierderilor de energie prin subsistemele instalației pentru apă caldă de consum**3.3. Instalații pentru apă caldă de consum**

- 3.3.3 Consumul de energie pentru instalațiile de apă caldă de consum (denumit sistem)
- 3.3.4 Perioadele de calcul
- 3.3.5 Temperaturi specifice sistemului de apă caldă de consum
- 3.3.6 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum furnizată utilizatorului, $Q_{w,nd}$
 - 3.3.6.1 Volumul necesar de apă caldă de consum $V_{W,day}$ calculat cu debite specifice [e.g. l/om, zi, l/unitate consum, zi] și număr de consumatori
 - 3.3.6.2 Necesarul de apă caldă de consum aferente persoanelor în clădiri de locuit, $V_{W,day}$ determinat în funcție de aria locuibilă A_h
- 3.3.7 Metoda de calcul a consumurilor de energie pentru conductele de distribuție a apei calde de consum
 - 3.3.7.1 Calculul pierderilor termice și a energiei auxiliare aferente sub-sistemului de distribuție a apei calde de consum
 - 3.3.7.2 Determinarea pierderilor termice ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,ls,total}$
 - 3.3.7.3 Determinarea pierderilor termice recuperabile ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,rbl}$

3.3.7.4 Calculul consumului de energie auxiliară al sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum

3.3.8 Pierderi termice aferente rezervoarelor de acumulare din sistemul de apă caldă de consum

Etapa 4 – Calculul indicatorului LENI

3.4. Instalații pentru iluminatul artificial; cuplarea cu iluminatul natural

3.4.2. Metode de calcul al indicatorului LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) totale a unei clădiri/zone dintr-o clădire.

3.4.2.2. Metoda simplificată de calcul

Rezultatele aplicării procedurilor de calcul sunt utilizate pentru completarea informațiilor din certificatul de performanță energetică prezentat în figura B.1.

Precizări importante:

1-clădirea rezidențială (casă unifamilială) certificată energetic nu este echipată cu instalații de răcire și ventilare; prin urmare consumurile aferente de energie sunt nule iar valorile care delimitează clasele de eficiență energetică și de mediu (A+ ... G) se vor determina prin însumarea valorilor din tabelul 5.7 (clădiri individuale) aferente doar consumurilor de energie pentru încălzire, apă caldă de consum și energie electrică.

2-în situația neutilizării surselor regenerabile de energie, clasele de eficiență energetică și de mediu pot coincide pentru aceeași clădire (exemplu prezentat în figura B.1); energia consumată în clădiri care provine din sursele regenerabile poate conduce la o încadrare în clase de mediu mai bună decât clasa de performanță energetică, funcție de raportul dintre energia consumată din surse regenerabile și cea totală (inclusiv energia din surse neregenerabile).

3-pentru elaborarea certificatelor de performanță energetică a apartamentelor se vor folosi valorile care delimitează clasele energetice și de mediu valabile pentru clădiri de locuit colective (tabelul 5.8).

4-chiar și în cazul clădirilor care nu sunt echipate cu instalații de răcire sau ventilare mecanică se vor calcula necesarul de energie pentru răcire (pentru a menține temperatura interioară sub 26grdC), respectiv debitul de aer proaspăt (pentru a respecta prevederile normativului I5) și se vor indica în anexa 2 la CPE (capitolul D, respectiv E).

5-pentru estimarea economiilor de energie și a costurilor totale ale măsurilor propuse pentru creșterea performanței energetice (anexa 1 la CPE), se face comparația cu consumurile clădirii de referință, respectiv se consideră estimativ costurile măsurilor pentru a aduce clădirea certificată la nivelul de performanță energetică al clădirii de referință ; dacă clădirea reală este mai performantă energetic decât clădirea de referință, atunci costurile de reabilitare energetică vor fi nule.

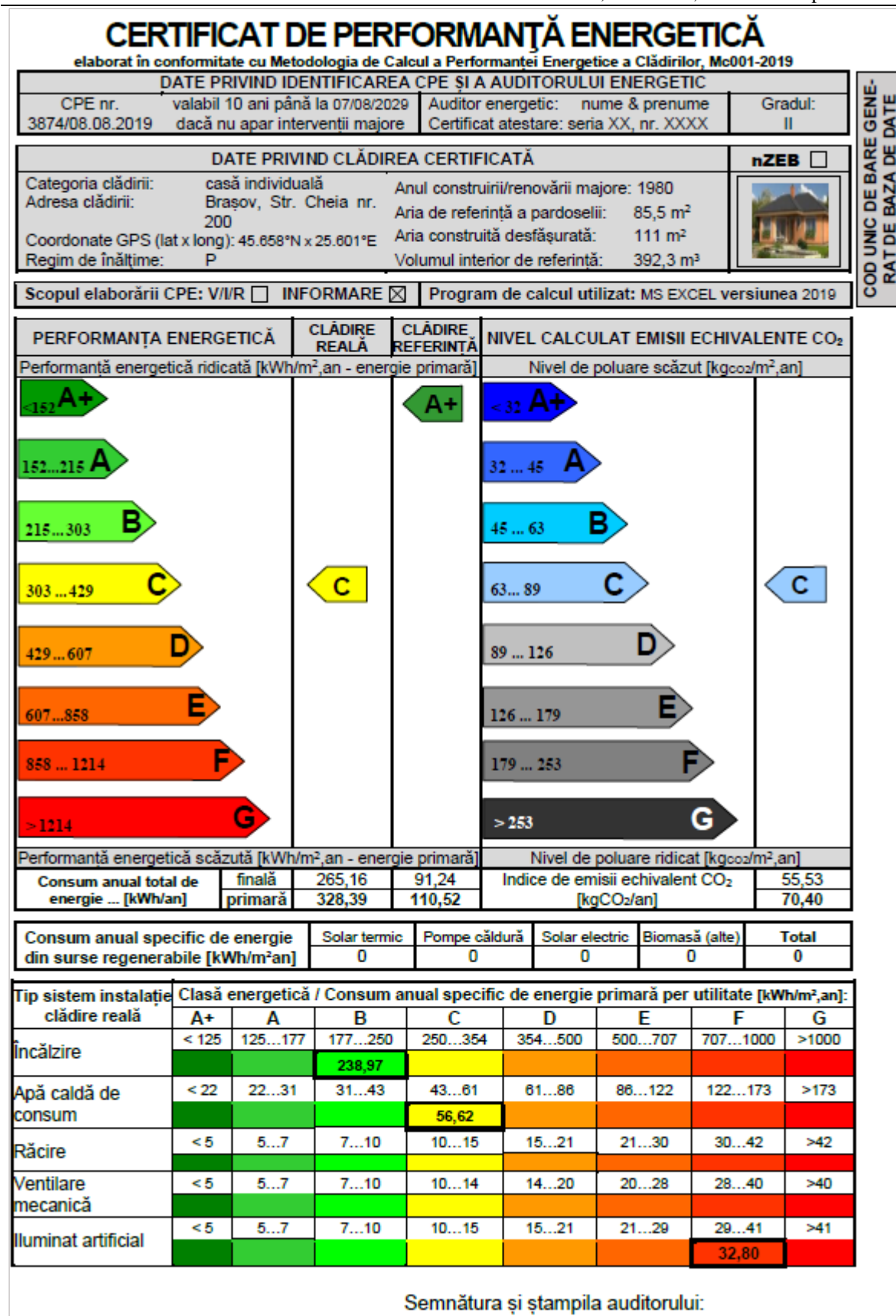


Fig. B.1 Certificatul de performanță energetică – clădire unifamilială

RECOMANDĂRI PENTRU CREȘTEREA PERFORMANȚEI ENERGETICE
ANEXA 1 la Certificatul de performanță energetică nr.
pentru [aici se scrie adresa completă a clădirii / unității de clădire]

1. Soluții recomandate pentru anvelopa întregii clădiri:

- Sporirea rezistenței termice a pereților exteriori peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la exterior
- Sporirea rezistenței termice a plăcii peste subsol, dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolarea la intrados
- Sporirea rezistenței termice a terasei (planșeului sub pod), dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la exterior
- Sporirea rezistenței termice a șarpantei peste mansardă/pod, dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la interior
- Înlocuirea tâmplăriei exterioare existente, cu tâmplărie eficientă energetic
- Montarea pe tâmplăria exterioară sau pe pereții exteriori a grilelor de ventilare higroreglabile pentru evitarea creșterii umidității interioare și asigurarea calității aerului interior
- Montarea unor dispozitive de umbrire a fațadelor sau de protecție contra radiației solare pe timpul verii
- Alte soluții: nu e cazul.

2. Soluții recomandate pentru instalațiile aferente întregii clădirii:

- Schimbarea conductelor uzate de distribuție a agentului termic pentru încălzire și eventual termoizolarea acestora (idem coloane)
- Schimbarea conductelor uzate de distribuție a apei calde de consum pentru încălzire și eventual termoizolarea acestora (idem coloane)
- Refacerea izolației conductelor de distribuție a agentului termic pentru încălzire aflate în subsolul neîncălzit al clădirii sau în alte spații neîncălzite
- Refacerea izolației conductelor de distribuție a apei calde de consum aflate în subsolul neîncălzit al clădirii sau în alte spații neîncălzite
- Montarea robinetelor cu termostat pe corpurile de încălzire
- Montarea vanelor automate de echilibare la baza coloanelor de încălzire/răcire
- Asigurarea calității aerului interior prin ventilare naturală organizată, ventilare mecanică sau hibridă
- Montarea debitmetrelor pe racordurile de apă caldă și apă rece
- Montarea contoarelor de căldură
- Utilizarea armăturilor sanitare cu consum redus de apă caldă de consum (utilizarea de dispersoare economice la punctele de consum a.c.c.)
- Înlocuirea garniturilor și repararea armăturilor de a.c.c. defecte, montate pe obiectele sanitare
- Punerea în funcțiune dacă există/realizarea conductei de recirculare a apei calde de consum
- Prevederea unui sistem minim de automatizare/reglare dacă acesta nu există, pentru încălzire/răcire/ventilare

-
- Schimbarea echipamentelor din centrala termică, dacă există, iar echipamentele sunt uzate fizic și moral, cu echipamente moderne și eficiente energetic
 - Schimbarea echipamentelor din centrala de climatizare/ventilare, dacă există, iar echipamentele sunt uzate fizic și moral, cu echipamente moderne și eficiente energetic
 - Reglarea/curățarea echipamentelor din centrala termică/de climatizare, dacă există, iar echipamentele funcționează ineficient energetic
 - Montarea corpurilor de iluminat cu surse economice în locul celor existente, ineficiente
 - Montarea senzorilor de prezență pentru acționarea automată a sistemului de iluminat
 - Utilizarea surselor regenerabile de energie pentru creșterea performanței de mediu a clădirii
 - Utilizarea echipamentelor de recuperare a energiei termice (recuperatoare aer-aer, recuperatoare apă-apă etc.)
 - Curățarea periodică a coșului/coșurilor de evacuare a gazelor de ardere, dacă există
 - Alte soluții: nu e cazul.

3. Măsuri conexe în vederea creșterii în mod direct sau indirect a performanței energetice a clădirii:

A - Măsuri generale de organizare

- informarea utilizatorilor clădirii (proprietari/chiriași) despre avantajele economisirii energiei și reducerii poluării
- încurajarea ocupanților/administratorilor de a utiliza clădirea și instalațiile corect, fiind motivați pentru a reduce consumul de energie
- înțelegerea corectă a modului în care trebuie să funcționeze clădirea atât în ansamblu cât și la nivel de unități individuale
- desemnarea unui reprezentant pentru urmărirea execuției lucrărilor de reabilitare termică în cazul reabilitării energetice a clădirii
- înregistrarea permanentă a consumului de energie, inclusiv analizarea facturilor de energie
- analizarea periodică a contractelor de furnizare a energiei și modificarea lor, dacă este cazul
- asigurarea serviciilor de consultanță energetică din partea unor firme specializate (care să asigure și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor clădirii)
- Alte soluții: nu e cazul.

B - Măsuri locale de organizare

- demontarea și spălarea echipamentelor de emisie a căldurii (corpuri de încălzire, ventilo-convectoare etc.)
- îndepărtarea obiectelor care împiedică cedarea de căldură a radiatoarelor către încăpere
- introducerea între peretele exterior și radiator a unei suprafețe reflectante care să dirijeze căldura radiantă către încăpere
- echilibrarea termo-hidraulică a corpurilor de încălzire
- înlocuirea obiectelor sanitare
- echilibrarea hidraulică a rețelei de distribuție a apei calde de consum
- Alte soluții: nu e cazul.

Estimarea costurilor totale (exclusiv TVA) ale măsurilor propuse pentru creșterea performanței energetice:

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> < 1000 Eur | <input type="checkbox"/> 10000-25000 Eur | <input type="checkbox"/> 50000-100000 Eur |
| <input checked="" type="checkbox"/> 1000-10000 Eur | <input type="checkbox"/> 25000-50000 Eur | <input type="checkbox"/> > 100000 Eur |

Estimarea economiilor totale de energie:

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> < 10% | <input type="checkbox"/> 20-30% | <input checked="" type="checkbox"/> > 50% |
| <input type="checkbox"/> 10-20% | <input type="checkbox"/> 30-50% | |

Estimarea duratei de recuperare a investiției:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> < 1 an | <input type="checkbox"/> 7-10 ani |
| <input checked="" type="checkbox"/> 1-3 ani | <input type="checkbox"/> > 10 ani |
| <input type="checkbox"/> 3-7 ani | |

Enunțarea etapelor care trebuie urmate pentru a pune în practică soluțiile de creștere a performanței energetice și a celei de mediu:

1. întocmirea unui audit energetic cu un auditor energetic atestat MDRAP
2. întocmirea unui proiect tehnic, dacă este cazul
3. întocmirea unor cereri de ofertă pentru execuția proiectului sau pentru furnizarea de echipamente
4. selectarea ofertei cea mai avantajoasă din punct de vedere al raportului calitate-preț, ținând cont și de durata de recuperare a investiției
5. monitorizarea lunară consumurilor de energie și a condițiilor interioare de confort după punerea în operă a soluțiilor recomandate de auditorul energetic.

Informații privind stimulentele financiare sau de altă natură și posibilitățile de finanțare:

1. a se urmări ofertele băncilor specializate în construcții
2. programul România Eficientă derulat de think-tankul Energy Policy Group (EPG) și sponsorizat de compania OMV Petrom.

INFORMAȚII TEHNICE PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ
ANEXA 2 la Certificatul de performanță energetică nr.
pentru [aici se scrie adresa completă a clădirii / unității de clădire]

A. DATE PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ

□ Categoria clădirii:

- | | |
|----------------------------------|---|
| <p>□ Clădire rezidențială</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> casă individuală</p> <p>□ casă înșiruită/cuplată</p> <p>□ bloc de locuințe</p> <p>□ cămin / internat</p> <p>□ alt tip, precizați</p> |
| <p>□ Clădire de învățământ</p> | <p>□ școală</p> <p>□ grădiniță</p> <p>□ creșă</p> <p>□ învățământ superior</p> <p>□ alt tip, precizați</p> |
| <p>□ Clădire de birouri</p> | <p>□ clădire administrativă / birouri</p> <p>□ sediu al administrației publice centrale</p> <p>□ prefectură, consiliu județean</p> <p>□ primărie, consiliu local</p> <p>□ unitate bancară sau de asigurări</p> <p>□ oficiu de poștă</p> <p>□ alt tip, precizați</p> |
| <p>□ Clădire pentru sănătate</p> | <p>□ spital</p> <p>□ policlinică, dispensar</p> <p>□ cabinet medical</p> <p>□ farmacie, laborator</p> <p>□ centru de îngrijire</p> <p>□ alt tip, precizați</p> |
| <p>□ Clădire pentru turism</p> | <p>□ hotel/motel</p> <p>□ restaurant</p> <p>□ cabană turistică, pensiune</p> <p>□ alt tip, precizați</p> |

- Clădire pentru sport sală de sport, agrement
 bazin de înot
 alt tip, precizați
- Clădire pentru comerț magazin comercial mic (< 120 m²)
 magazin mare (super/hyper market, mall)
 alt tip, precizați
- Alte tipuri de clădiri clădire pentru cultură (bibliotecă, teatru, cinematograful, muzeu)
 depozit
 alte clădiri cu funcțiuni tehnice

Zona climatică în care este amplasată clădirea:	I	II	III	IV	V
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regimul de înălțime al clădirii (Demisol, Subsol, Parter, Etaj, Mansarda/Pod <i>(se completează numărul acestora)</i>)	D	S	P	E	M/P
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input type="checkbox"/>

- Anul construcției/ultimei renovări majore: 1980
- Structura constructivă a clădirii
- pereți structurali din zidărie pereți structurali din beton armat
 cadre din beton armat stâlpi și grinzi
 structura de lemn structura metalică
 alt tip, precizați
- Număr & tip de apartamente/unități clădire și suprafețe utile de referință:

Tip apart/ unitate	Aria utilă de ref. a unui apart/unit [m ²]	Număr de apart/unit similare	Aria utilă de referință totală [m ²]
3 camere	85,5	1	85,5

- Suprafața utilă de referință a clădirii sau a unității de clădire: 85,5 m²
- Volumul total de referință al clădirii sau al unității de clădire: 392,3 m³
- Caracteristicile geometrice și termotehnice ale anvelopei:

Tip element de construcție	Rezistența termică corectată, calculată [m ² K/W]	Rezistența termică corectată, normată [m ² K/W]	Aria [m ²]
1	3	4	2
Perete exterior	0,99	2,50	67,74
Tâmplărie (lemn)	0,43	0,9	19,80
Planșeu sub pod	0,23	7,00	85,53

Tip element de construcție	Rezistența termică corectată, calculată [m ² K/W]	Rezistența termică corectată, normată [m ² K/W]	Aria [m ²]
Placa pe sol	1,98	4,50	85,53

□ Factorul de formă al clădirii, S_E / V : 1,08 m⁻¹

□ Detalierea consumului anual total specific de energie primară [kWh/m²an]

Tip sistem de instalații		Clădirea reală			Clădirea de referință		
		Consum specific energie finală	Consum specific energie primară	Clasa de performanță energetică	Consum specific energie finală	Consum specific energie primară	Clasa de performanță energetică
1	Încălzire	204,25	238,97	B	40,25	47,09	A+
2	Apă caldă de consum	48,39	56,62	C	48,39	56,62	C
3	Răcire	0	0	-	0		-
4	Ventilare mecanică	0	0	-	0		-
5	Iluminat artificial	12,52	32,80	F	2,6	6,18	A
TOTAL		265,16	328,39		91,24	109,89	

□ Numărul maxim real/normat de persoane din clădire/zonă : 3 pers.

B. DATE PRIVIND INSTALAȚIA INTERIOARĂ DE ÎNCĂLZIRE

□ Existența instalației de încălzire

Da (funcțională sau nefuncțională)

Nu – se consideră o instalație virtuală de încălzire (ex. încălzire electrică)

□ Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:

Centrala murală individuală

Sursă electrică

Centrală termică proprie în clădire, cu combustibil

Centrală termică de cartier

Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central

Altă sursă sau sursă mixtă

□ Tipul sistemului de încălzire:

Încălzire locală cu sobe

Încălzire cu alte aparate individuale, independente, tip

- Încălzire individuală cu corpuri statice
- Încălzire centrală cu corpuri statice
- Încălzire centrală cu aer cald, cu aparate tip
- Încălzire cu radiație de tip
- Alt tip de sistem de încălzire

Există apartamente debransate în condominiu	<input type="checkbox"/>
Nu există apartamente debransate in condominiu	<input type="checkbox"/>

- Date privind instalația de încălzire locală cu sobe:

- Numărul sobelor
- Tipul sobelor [*se completează în tabel*].

- Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip corp static	E. Număr corpuri statice [buc.]			F. Suprafață echivalentă termic [m²]		
	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total	în spațiul locuit	în spațiul comun	Total
Portprosop, 400x1000	1		1	NA		NA
OL, compact 600x600	1		1	NA		NA
OL, compact 600x1000	3		3	NA		NA

- Tip distribuție a agentului termic de încălzire inferioară
 superioară mixtă
- Necesarul de căldură de calcul 15,5 kW
- Puterea termică pentru încălzire, instalată în clădire 24 kW (termic sau electric)
- Gradul de ocupare al spațiului încălzit [programul de funcționare al instalației de încălzire]:

Zona	Zi de lucru	Noaptea	Zi de weekend	....
Programul (h)	continuu	continuu	continuu	
Temperatura interioară (grdC)	20	18	20	

- Racord la sursa centralizată cu căldură: racord unic
 multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - disponibil de presiune (nominal):mmCA

- Contor de căldură
 - există (cu/fără viză metrologică)
 - nu există
 - nu este cazul

- Repartitoare de costuri
 - există (cu/fără viză metrologică)
 - nu există
 - nu este cazul

- Elemente de reglaj termic și hidraulic
 - la nivel de racord// sursă de căldură
 - la nivelul coloanelor
 - la nivelul corpurilor statice
 - nu există
 - nu este cazul

- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite 0 m

Diametru tronson [mm]					
Lungime tronson [m]					

- Debitul nominal de agent termic de încălzire l/h
- Curba medie normală de reglaj pentru debitul nominal de agent termic:

Temp. ext. [°C]	-15	-10	-5	0	+5	+10
Temp. tur [°C]						
Q _{inc.} mediu orar [W]						

- Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu/plafon/perete încălzitor:
 - Aria planșeelor/plafoanelor/pereților de încălzire:m²
 - Lungimea și diametrul nominal (tipul) al serpentinei încălzitoare (conductorilor electrici)

(Tip conductori electrici)				
----------------------------	--	--	--	--

- Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu/plafon/perete încălzitor:
 - Lungimea și tipul cablurilor electrice încălzitoareml / tip :

- Date privind instalația de încălzire cu tuburi radiante:
 - Tip/putere tub radiant:/.....kW/tub (sau ml)
 - Număr/lungime tuburi radiante:/.....m

- Date privind instalația de încălzire cu generatoare de aer cald:
 - Tip/putere generator aer cald/.....kW/tub (sau ml)
 - Număr/debit aer/.....m³/h

- Tipul elementelor de reglaj termic din dotarea instalației:.....

- Alte informații privind instalația de încălzire:

C. DATE PRIVIND INSTALAȚIA PENTRU APA CALDĂ DE CONSUM

- Existența instalației de apă caldă de consum
 - Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se consideră o instalație virtuală de a.c.c. (ex. preparare a.c.c. pe plită)
- Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum:
 - Centrala murală individuală
 - Sursă electrică
 - Centrală termică proprie în clădire, cu combustibil
 - Centrală termică de cartier
 - Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central
 - Altă sursă sau sursă mixtă:
- Tipul sistemului de preparare a apei calde de consum:
 - Boiler cu acumulare
 - Preparare locală cu aparate de tip instant a.c.c.
 - Preparare locală pe plită
 - Alt sistem de preparare a.c.c.
- Numărul de obiecte sanitare - pe tipuri:

Lavoare	2
Spălătoare	1
Bideuri	0
Pisoare	0
Duș	0
Cadă de baie	1
Rezervor WC	2
Masina de spalat vase	1
Masina de spalat rufe	1

- Număr total de puncte de consum a.c.c.: 4
- Puterea termică necesară pentru prepararea a.c.c. 14 kW
- Puterea termică pentru a.c.c., instalată în clădire 24 kW
- Racord la sursa centralizată cu căldură:
 - racord unic
 - multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - necesar de presiune (nominal):mmCA
- Conducta de recirculare a a.c.c.:
 - funcțională
 - există dar nu funcționează
 - nu există

- Contor general de căldură pentru a.c.c.: există
 nu există
 nu este cazul

- Debitmetre la nivelul punctelor de consum: nu există
 parțial
 peste tot

D. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE RĂCIRE/CLIMATIZARE

- Existența instalației de răcire/climatizare
 Da (funcțională sau nefuncțională)
 Nu – se ignoră consumul de energie pentru răcire/climatizare
- Timpul într-un an în care temperatura interioară depășește 26grdC: 876 h
- Volumul util al clădirii/zonei climatizate :m³
- Gradul de ocupare al spațiului răcit și programul de funcționare al instalației de climatizare/răcire

Zona	Zi de lucru	Noaptea	Zi de weekend
Programul [h]				
Temperatura interioară [grdC]				
Grad de ocupare zilnic/săptămânal/lunar [m ² /pers]				

- Racord la sursa centralizată de frig: racord unic
 multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - disponibil de presiune (nominal):mmCA

- Contor de căldură există (cu/fără viză metrologică)
 nu există
 nu este cazul

- Elemente de reglaj termic și hidraulic
 la nivel de racord// sursă de căldură
 la nivelul coloanelor
 la nivelul aparatelor terminale
 nu există
 nu este cazul

- Spații climatizate cu destinații speciale:
- Camere curate Bucătărie mare
 Piscină Sala servere Altele
- Spațiu climatizat:
- Complet (exclusiv spații comune)
 Global (inclusiv spații comune)
 Parțial: [se menționează spațiile climatizate]
- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al tratării aerului:
- Fără controlul umidității interioare (tratare simplă)
 Cu control parțial al umidității (ex. numai iarna)
 Cu control al umidității (tratate complexă)
- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al agenților de răcire, componenței și reglării:
- Instalație de climatizare aer-apă
- Numărul de conducte de apă caldă sau/și rece:
- instalație cu aer primar (proaspăt) instalație fără aer primar
 instalație cu reglare pe partea de apă instalație cu reglare pe partea de aer
 instalație cu ventilo-convectoare instalație cu ejectoare (incl. grinzi de răcire)
- Instalație de climatizare numai aer
- variabil (VAV) constant (CAV)
 cu aer primar (proaspăt) instalație fără aer primar,
 1 canal de aer (cald sau rece) 2 canale de aer (cald și rece)
- cu asigurarea aerului prin
- ventilatoare zonale
 baterii de încălzire zonale
 2 canale de aer cu 1 ventilator de refulare
 baterii de încălzire și răcire zonale
 2 canale de aer cu 2 ventilatoare de refulare
- Instalație de răcire numai apă, prin radiație (plafon, pardoseală, pereți)
- Instalație de climatizare cu detentă directă
- Numărul de unități de climatizare (pentru unități tip split)
- Număr unități interioare
- Număr unități exterioare
- Nu este cazul.
- Tip agent frigorific utilizat:
- Ecologic
 Neecologic

- Necesarul de frig pentru răcire: 8,5 kW
- Puterea frigorifică totală instalată în clădire:kW
[se completează în tabel – pe spații distincte]
- Tip generare frig
- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Chiller cu condensator răcit cu aer | <input type="checkbox"/> Chiller cu condensator răcit cu apă |
| <input type="checkbox"/> Unități exterioare de condensare | <input type="checkbox"/> Pompă de căldură aer-apă |
| <input type="checkbox"/> Pompă de căldură apă-apă | <input type="checkbox"/> Pompă de căldură aer-aer |
| <input type="checkbox"/> Pompă de căldură apă-aer | <input type="checkbox"/> Pompă de căldură sol-apă |
| <input type="checkbox"/> Instalație frigorifică cu absorbție | <input type="checkbox"/> Instalație frigorifică cu compresie mecanică |
| <input type="checkbox"/> Instalație monobloc | <input type="checkbox"/> Instalație SPLIT |
| <input type="checkbox"/> Altele (Ex. Dessicant cooling) | |
- Valoarea nominală a coeficientului de performanță al instalației de climatizare (medie):
[se completează în tabel – în cazul existenței mai multor aparate de climatizare]
- Există posibilitatea contorizării individuale a consumatorilor:
 da nu

E. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE VENTILARE MECANICĂ

- Existența instalației de ventilare
- Da (funcțională sau nefuncțională)
- Nu – se ignoră consumul de energie pentru ventilare
- Debitul minim de aer proaspăt necesar ventilării clădirii conform normelor legale, în condiții nominale: 120 m³/h
- Debitul minim de aer proaspăt asigurat de sistemul de ventilare din clădire:m³/h
- Tipul sistemului de ventilare a spațiilor:
- Exclusiv prin aerisire manuală
- Naturală organizată
- Mecanică
- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Cu 1 circuit, în suprapresiune | <input type="checkbox"/> Cu 1 circuit, în depresiune |
| <input type="checkbox"/> Cu 2 circuite, în suprapresiune | <input type="checkbox"/> Cu 2 circuite, în depresiune |
| <input type="checkbox"/> Cu 2 circuite, echilibrată | <input type="checkbox"/> Alt tip: |
- Numărul total de ventilatoare din instalația de ventilare [buc.]
- Puterea electrică totală instalată a ventilatoarelorkW
- Caracteristici ale instalației de ventilare:
- automatizare în funcție de orar de funcționare
- acționare manuală simplă pornit/oprit
- acționare cu temporizare

- ventilatoare cu consum electric redus
- ventilatoare cu jaluzele de reglare automată.
- Recuperator de căldură:
 - Da
 - Tip:
 - Eficiență declarată [%]:
 - Nu

F. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE ILUMINAT

- Tipul sistemului de control/reglare a sistemului de iluminat
 - Fără reglare (on/off)
 - Reglare manuală
 - Automat funcție de nivelul de iluminare naturală
 - Alt tip, precizați
- Tipul sistemului de iluminat artificial
 - Fluorescent Incandescent
 - LED Mixt
- Starea rețelei electrice / starea rețelei de conductori pentru realizarea iluminatului
 - Bună Uzată Date indisponibile
- Puterea electrică totală necesară a sistemului de iluminat artificial, corespunzător utilizării normale a spațiilor/asigurării nivelului de iluminare normat: 4 kW
- Puterea electrică instalată totală a sistemului de iluminat artificial: 4 kW

G. INFORMAȚII PRIVIND SURSELE REGENERABILE DE ENERGIE

- Sistemul de panouri termosolare
 - Nu există
 - Există
 - Tip panou
 - Număr panouri
 - Mod montare
 - Orientare
 - Utilizate pentru
- Sistemul de panouri fotovoltaice
 - Nu există
 - Există
 - Tip panou

ANEXA C : Breviar de calcul pentru auditare energetica (exemple)

Orice dosar de auditare energetică trebuie să includă cel puțin următoarele piese.

1. Copertă (cu datele prestatorului și ale beneficiarului, număr contract, data etc.)
2. Foaie de semnături cu participanții la întocmirea raportului de audit energetic
3. Raport de analiză și certificare energetică care include:
 - 3.1. obiectul și scopul lucrării
 - 3.2. informații generale despre obiectivul auditat
 - 3.3. evaluarea performanței energetice a obiectivului auditat (breviarul de calcul)
 - 3.4. certificatul de performanță energetică (tot dosarul de certificare energetică precizat la anexa B din acest capitol)
4. Raportul de auditare energetică care include:
 - 4.1. detalierea măsurilor recomandate de creștere a performanței energetice și a rezultatelor din punct de vedere al consumurilor energetice
 - 4.2. analiza eficienței economice a lucrărilor de intervenție
 - 4.3. concluziile auditorului energetic pentru clădiri
5. Piese desenate – relevee de arhitectură și instalații etc. (opțional)
6. Alte anexe (opțional)

Exemplu- Clădire destinată învățământului (școală)

Se elaborează DOSARUL DE AUDITARE ENERGETICĂ pentru o școală ale cărei caracteristici tehnice sunt indicate în anexa 2 la CPE.

CUPRINS

A. RAPORTUL DE ANALIZĂ ȘI CERTIFICARE ENERGETICĂ

OBIECTUL ȘI SCOPUL LUCRĂRII

1. INFORMAȚII GENERALE PRIVIND CLĂDIREA

- a. Elemente de alcătuire arhitecturală și izolare termică
- b. Elemente de alcătuire a structurii de rezistență
- 1.3. Instalația de încălzire și de preparare a apei calde de consum
- 1.4. Instalația de iluminat
- 1.5 Instalația de ventilare (dacă este cazul)
- 1.6 Instalația de climatizare (dacă este cazul)

2. EVALUAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRII

- 2.1. Determinarea rezistențelor termice corectate ale elementelor de construcție din componența clădirii
 - A. Caracteristici geometrice
 - B. Caracteristicile termotehnice ale materialelor de construcție
 - C. Rezistențe termice unidirecționale și ariile aferente
 - D. Număr de schimburi de aer cu exteriorul
 - E. Calculul coeficientului global de izolare termică
 - F. Modul în care sunt îndeplinite cerințele de performanță termică și energetică în ceea ce privește rezistențele termice și coeficientul global de izolare termică.
- 2.2. Determinarea consumului anual de energie pentru încălzire
- 2.3. Determinarea consumului anual de energie pentru preparare apă caldă de consum
- 2.4. Determinarea consumului anual de energie electrică pentru ventilare mecanică
- 2.5. Determinarea consumului anual de energie electrică pentru iluminat
- 2.6. Determinarea cantității anuale de CO₂ echivalent emis și a consumului total de energie primară

3. ELABORAREA CERTIFICATULUI DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

- 3.1. Determinarea caracteristicilor clădirii de referință
- 3.2. Certificatul de performanță energetică propriu-zis, semnat și stampilat de auditor pe fiecare pagină
- 3.3. Lista recomandărilor auditorului energetic
- 3.4. Anexa tehnică a certificatului de performanță energetică
- 3.5. Anexă cu minim 5 poze diferite ale obiectivului certificat

B. RAPORTUL DE AUDITARE ENERGETICĂ

4. MĂSURI RECOMANDATE DE CREȘTERE A PERFORMANȚEI ENERGETICE

- 4.1. Soluții de reabilitare pentru pereții exteriori și soclu
- 4.2. Soluții de reabilitare pentru tâmplăria exterioară
- 4.3. Soluții de reabilitare pentru planșeul sub pod
- 4.4. Soluții de modernizare a instalațiilor

5. ANALIZA EFICIENȚEI ECONOMICE A LUCRĂRILOR DE INTERVENȚIE

- 5.1. Determinarea performanțelor energetice ale clădirii ca urmare a lucrărilor de intervenție
 - a. Caracteristici geometrice și termotehnice ale elementelor de construcție
 - b. Rezistențe termice corectate și medii înainte și după reabilitare
 - c. Consumuri de energie înainte și după reabilitare
- 5.2. Date de intrare pentru analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii
- 5.3. Analiza economică a lucrărilor de intervenție

6. CONCLUZIILE AUDITORULUI ENERGETIC

ANEXE (dacă este cazul)

A. RAPORTUL DE ANALIZĂ ȘI CERTIFICARE ENERGETICĂ**OBIECTUL ȘI SCOPUL LUCRĂRII**

În lucrarea de față este prezentat raportul de analiză energetică pentru ȘCOALA , din Sat, Comuna, Județul Călărași, efectuat pe baza datelor și observațiilor relevate asupra clădirii și instalațiilor aferente acesteia.

După prezentarea generală a clădirii expertizate, s-a completat fișa de analiză energetică aferentă construcției și instalațiilor de încălzire, apă caldă de consum și iluminat.

În final, s-a întocmit raportul de audit energetic, precedat de notele de calcul care au servit la stabilirea valorilor menționate în raport.

Rezultatele obținute pe baza expertizei termo-energetice a clădirii și instalațiilor aferente acesteia servesc la certificarea energetică a clădirii precum și la identificarea soluțiilor tehnice optime de reabilitare/modernizare a elementelor de construcție/sistemului de instalații pe baza caracteristicilor reale ale sistemului construcție-instalație privind utilizarea energiei termice și electrice.

Întocmirea raportului de audit energetic al clădirii s-a efectuat în conformitate cu prevederile Metodologiei de calcul Mc001. Lista completă a documentelor utilizate la elaborarea studiilor de audit energetic este prezentată în continuare:

* * *	Legea nr. 372 republicată în 2016 privind performanța energetică a clădirilor, modificată și completată ulterior.
* * *	H.G. 28/2008 privind aprobarea conținutului-cadru al documentației tehnico-economice aferente investițiilor publice, precum și a structurii și metodologiei de elaborare a devizului general pentru obiective de investiții și lucrări de intervenții, inclusiv Ordinul MDLPL nr.863/2008 pentru aprobarea „Instrucțiunilor de aplicare a unor prevederi din H.G. 28 din 2008”.
* * *	Legea 325/2002 pentru aprobarea O.G. 29/2000 privind reabilitarea termică a fondului construit existent și stimularea economisirii energiei termice.
* * *	Legea 50 din 1991, privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, cu modificările și completările ulterioare.
* * *	Metodologie din 01/09/2008 privind elaborarea devizului general pentru obiective de investiții și lucrări de intervenții.
* * *	Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, modificată în 2015.
Mc001	Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor.
NP 008-97	Normativ privind igiena compoziției aerului în spații cu diverse destinații, în funcție de activitățile desfășurate în regim de iarnă-vară.

MP 022-02	Metodologie pentru evaluarea performanțelor termotehnice ale materialelor și produselor pentru construcții.
MP013-2001	Metodologie privind stabilirea ordinii de prioritate a măsurilor de reabilitare termică a clădirilor și instalațiilor aferente. Program cadru al programului național anual de reabilitare și modernizare termică a clădirilor și instalațiilor aferente.
GT 036-02	Ghid pentru efectuarea expertizei termice și energetice a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora.
GT 032-01	Ghid privind proceduri de efectuare a măsurărilor necesare analizării termoenergetice a construcțiilor și instalațiilor aferente.
GT 040-02	Ghid de evaluare a gradului de izolare termică al elementelor de construcție la clădiri existente în vederea reabilitării termice.
GT 041-02	Ghid privind reabilitarea finisajelor pereților și pardoselilor clădirilor civile.
GT 043-02	Ghid privind îmbunătățirea calităților termoizolatoare ale ferestrelor la clădirile civile existente.
C107/0-2002	Normativ pentru proiectarea și execuția lucrărilor de izolații termice la clădiri.
C 107/1-2005	Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit.
C 107/3-2005	Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor.
C 107/5-2005	Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție în contact cu solul.
I13-2015	Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de încălzire centrală
I5-2010	Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare
I9-2015	Normativ pentru proiectarea și execuția instalațiilor sanitare
I7-2011	Normativul pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor
PCC - 016/2000	Procedura privind tehnologia pentru reabilitarea termică a clădirilor folosind plăci din materiale termoizolante.
C 300 - 1994	Normativ de prevenire și stingere a incendiilor pe durata executării lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora
NP 121-06	Normativ privind reabilitarea hidroizolațiilor bituminoase ale acoperisurilor clădirilor
GT 058-03	Ghid privind criteriile de performanță ale cerințelor de calitate conform legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții pentru Instalații de Ventilare-Climatizare
GT 060-03	Ghid privind criteriile de performanță ale cerințelor de calitate conform legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții pentru instalațiile de încălzire centrală

1. INFORMAȚII GENERALE PRIVIND ȘCOALA

1.1. Elemente de alcătuire arhitecturală și izolare termică

Clădirea expertizată este ȘCOALA , din Sat, Comuna, Județul Călărași (figura C.1), imobil aflat în proprietatea Primăriei.

Din punct de vedere al tipologiei clădirilor civile, clădirea expertizată se caracterizează prin:

- Zona teritorial-rurală
- Conformarea și amplasarea pe lot-clădire individuală
- Regim înălțime-mic (P+pod)
- Clasa de importanță-III conform P100.



Figura C.1

Construcția a fost executată înaintea anului 1965. Destinația principală este de școală ale cărei deschideri principale au orientările S, N. Clădirea ȘCOALA este alcătuită din săli de clasă, holuri și anexe.

Înălțimile libere de nivel sunt:

- parter: 3 m

Pereții exteriori sunt realizați din zidărie de cărămidă plină de 40 cm. Pereții interiori sunt din cărămidă plină și au grosimea de 30 cm. La exterior, pereții sunt tencuiți cu mortar de var și ciment și vopsiți (figura C.2).



Figura C.2

Planșeul peste parter al clădirii vechi este realizat pe grinzi transversale din lemn semifasonat, peste care se sprijină tavanul format din tencuieli aplicate pe lemn. Acoperișul este de tip șarpantă cu invelitoare din tablă și jgheaburi, dar fără burlane. Tabla acoperișului este în stare bună (figura C.3).



Figura C.3

Pardoseala este realizată din șapă de beton, finisată cu dușumea în sălile de clasă (figura C.4).

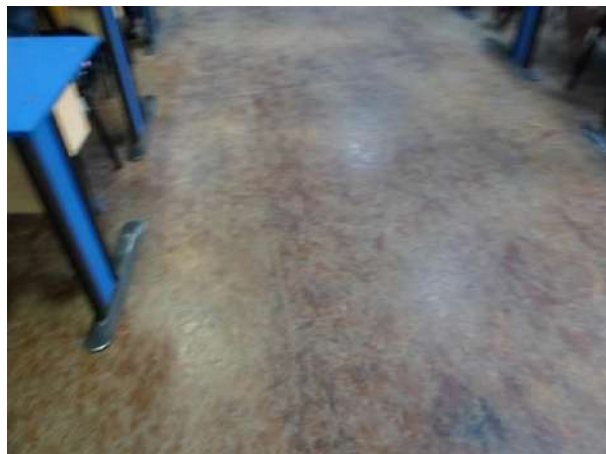


Figura C.4

Tâmplăria ferestrelor exterioare este din Aluminiu, în stare avansată de degradare, garniturile de etanșare fiind uzate, acestea fiind schimbate cu aproximativ 10 ani în urmă (figura C.5).



Figura C.5

Finisajul exterior este realizat din tencuială. Din cauza agenților atmosferici, a agenților mecanici și a agenților biologici, finisajele au fost afectate. Se impune prin urmare refacerea în totalitate a finisajelor exterioare.

Clădirea nu prezintă elemente speciale de umbrire a fațadelor.

1.2. Instalația de încălzire și de preparare a apei calde de consum

Încălzirea pentru ȘCOALA, este asigurată de un cazan cu combustibil solid amplasat într-o cameră-anexă a școlii (figura C.6). Distribuția agentului termic se face prin conducte din PPR. Distribuția în interiorul școlii este superioară, prin podul neîncălzit al clădirii. Conductele de distribuție sunt neizolate și ies în exteriorul clădirii, expuse astfel înghețului.

Încălzirea interioară este caracterizată printr-o funcționare cu eficiență slabă a transferului termic, consecință a execuției necorespunzătoare a distribuției și a cazanului uzat.



Figura C.6

Necesarul total de căldură rezultat din calcule este de circa 27 kW calculat estimativ în condițiile nominale ($t_T=90^\circ\text{C}$, $t_R=70^\circ\text{C}$, $t_i=20^\circ\text{C}$, $t_e=-15^\circ\text{C}$).

Școala nu beneficiază de instalație pentru prepararea apei calde de consum. Pentru determinarea consumului de energie pentru apa caldă de consum se va considera o instalație virtuală de preparare cu un cazan pe combustibil solid, în regim instantaneu.

1.3. Instalația de iluminat

Releveul efectuat asupra instalației de iluminat a clădirii a condus la înregistrarea tipurilor corpurilor de iluminat. Corpurile de iluminat folosesc surse fluorescente. Instalația de iluminat interioară are o putere instalată de aproximativ 324 W. Instalația de iluminat este într-o stare bună (figura C.7).



Figura C.7

2 . EVALUAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRII

2.1. Determinarea rezistențelor termice corectate ale elementelor de construcție din componența clădirii

A. CARACTERISTICI GEOMETRICE

Caracteristicile geometrice ale clădirii sunt grupate în tabelele următoare. Au fost calculate ariile tuturor elementelor de construcție (pereți exteriori opaci, planșeu sub pod, ferestre și uși exterioare, placă pe sol etc.). De asemenea, s-a calculat suprafața utilă încălzită, volumul util încălzit și volumul total al clădirii (tabel C.1).

Tabel C.1

Suprafață parte opacă	119,62	m ²
Suprafață parte vitrată tâmplărie lemn	0,0	m ²
Suprafață parte vitrată tâmplărie PVC/AL	18,7	m ²
Suprafață parte vitrată tâmplărie metal	0,0	m ²
Suprafață totala planșeu sub pod	95,27	m ²

Suprafață placă pe sol	95,27	m ²
Suprafață planșeu peste subsol	0,0	m ²
Total suprafață încălzită	95,27	m ²
Suprafață construită desfășurată	124,00	m ²
Volum încălzit	285,80	m ³
Volum total al clădirii	372,00	m ³

B. CARACTERISTICILE TERMOTEHNICE ALE MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE

Conductivitățile termice de calcul ale materialelor se determină în conformitate cu Mc001-P1, prin multiplicarea valorilor cu coeficienți de majorare care țin cont de deprecierea conductivităților în funcție de vechimea materialelor și de starea acestora (stare uscată, afectată de condens sau afectată de igrasie). Valorile rezultate sunt prezentate în tabelul C.2.

Tabel C.2

Nr. crt.	Denumirea materialului	Caracteristici		Coeficient de majorare	Conductivitate termică de calcul, λ_c (W/mK)
		ρ	λ		
		(kg/m ³)	(W/mK)		
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Beton armat	2500	1,74	1,10	1,910
2	Căramidă plină	1800	0,80	1,15	0,920
3	Mortar var (tencuială interioară)	1500	0,70	1,03	0,720
4	Mortar ciment (tencuială exterioară)	1700	0,93	1,10	1,020
5	Pământ	1800	2,00	1,10	2,000
6	Nisip	1600	0,58	1,10	0,640
7	Pietriș	1800	0,78	1,10	0,860

C. REZISTENȚE TERMICE CORECTATE

Rezistențele termice corectate pentru elementele opace țin cont de coeficientul de majorare a conductivității termice a materialelor în funcție de vechime și stare (conform valorilor din tabelul C.2) precum și de influența punților termice. Valorile rezultate sunt prezentate în tabelul C.3. (pentru fiecare tip de element de construcție).

Tabel C.3

PERETE EXTERIOR						
STRAT	δ (m)	λ (W/mK)	coeficient de majorare	λC (W/mK)	δ/λ (m ² K/W)	coeficient punti termice
RSI					0,13	0,80
TENCUIALA INTERIOARA	0,02	0,70	1,00	0,70	0,03	
CARAMIDA PLINA	0,400	0,80	1,30	1,04	0,38	
TENCUIALA EXTERIOARA	0,030	0,93	1,10	1,02	0,03	
RSE					0,04	
R'						corectat
					0,61	0,49

PLANSEU SUB POD						
STRAT	δ (m)	λ (W/mK)	coeficient de majorare	λC (W/mK)	δ/λ (m ² K/W)	coeficient punti termice
RSI					0,125	0,89
TENCUIALA INTERIOARA	0,030	0,70	1,00	0,70	0,043	
ȘIPCI	0,020	0,35	1,00	0,35	0,057	
RSE					0,084	
R'						corectat
					0,309	0,28

PLACA PE SOL						
MATERIAL	δ [m]	λ [W/mK]	Coef. de majorare	λ' [W/mK]	δ/λ' [m ² K/W]	Coef. punți termice
RSI					0,17	0,86
PARDOSEALA	0,05	0,35	1,00	0,35	0,14	
BETON	0,17	1,74	1,10	1,91	0,09	
PAMNAT	3,00	2,00	1,30	2,60	1,15	
PAMANT	3,00	4,00	1,30	5,20	0,58	
R'						corectat
					2,13	1,83

2.2. Determinarea consumului anual de căldură pentru încălzire

Consumul anual de căldură pentru încălzirea spațiilor (încălzire discontinuă și ocupare intermitentă a spațiilor) se determină în conformitate cu metodologia Mc001, capitolele

- **3.1. Instalații de încălzire**
 - 3.1.1. Determinarea pierderilor energetice pentru emisie, $Q_{H,em,ls}$
 - 3.1.2. Determinarea consumului de energie auxiliară, $W_{em,ls,aux}$
 - 3.1.3. Determinarea consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de distribuție a apei, ca agent termic pentru încălzire/răcire, $Q_{HC,dis,ls}$
 - 3.1.4. Energii auxiliare recuperabile și recuperate
 - 3.1.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de preparare a agentului termic pentru încălzire, prin arderea combustibilului fosil și a biomasei
 - 3.1.5.1. Eficiența energetică a generatorului la sarcină integrală și la sarcină parțială în funcție de puterea nominală furnizată

- 3.1.5.2. Pierderile termice în stand-by, $P_{gen,ls,P0}$, în funcție de puterea nominală furnizată
- 3.1.5.3. Energia auxiliară consumată
- 3.1.5.4. Factorul de utilizare a energiei la nivelul cazanelor
- 3.1.5.5. Energia auxiliară consumată de sub-sistemul de generare
- 3.1.5.6. Pierderi termice ale sub-sistemului de generare
- 3.1.5.7. Pierderi termice recuperabile și recuperate
- 3.1.5.8. Energia auxiliară
- 3.1.5.9. Timpul de funcționare și factorul de sarcină specifică, β

În final s-au determinat valorile pe baza cărora se va clasifica din punct de vedere energetic clădirea de învățământ. S-au calculat:

- pierderile termice prin transmisie și infiltrații	28,90 MWh/an;
- degajările interioare de căldură	8,60 MWh/an;
- aporturile solare	3,83 MWh/an;
- aporturile totale de căldură	12,43MWh/an;
- necesarul de energie pentru încălzirea clădirii	17,07MWh/an;
- pierderile subsistemului de transmisie	1,77 MWh/an;
- pierderile subsistemului de distribuție	0,85 MWh/an;
- pierderi termice ale subsistemului de generare pe durata funcționării, pe durata opririi sursei și cauzate de un sistem de reglare și control non-ideal	3,94 MWh/an.

Însumând toate consumurile de energie prezentate mai sus rezultă un consum anual de energie finală/primară pentru încălzire de **23,64/25,53 MWh/an**, respectiv un consum specific de energie primară de **267,99 kW/m²an**.

2.3. Determinarea consumului anual de căldură pentru prepararea apei calde de consum

Determinarea consumului anual de căldură pentru prepararea apei calde de consum pentru clădirea auditată se determină în conformitate cu metodologia Mc001 și se bazează pe valorile consumurilor (5 l/pers,zi) estimate conform Mc001, în condițiile preparării într-un cazan virtual pe lemne:

- **3.3. Instalații pentru apa caldă de consum**
- 3.3.3 Consumul de energie pentru instalațiile de apă caldă de consum (denumit sistem)
- 3.3.4 Perioadele de calcul
- 3.3.5 Temperaturi specifice sistemului de apă caldă de consum
- 3.3.6 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum furnizată utilizatorului, $Q_{w,nd}$
- 3.3.6.1 Volumul necesar de apă caldă de consum $V_{W,day}$ calculat cu debite specifice [e.g. l/om, zi, l/unitate consum, zi] și număr de consumatori
- 3.3.6.2 Necesarul de apă caldă de consum aferente persoanelor în clădiri de locuit, $V_{W,day}$ determinat în funcție de aria locuibilă A_h
- 3.3.7 Metoda de calcul a consumurilor de energie pentru conductele de distribuție a apei calde de consum
- 3.3.7.1 Calculul pierderilor termice și a energiei auxiliare aferente sub-sistemului de distribuție a apei calde de consum
- 3.3.7.2 Determinarea pierderilor termice ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,ls,total}$

- 3.3.7.3 Determinarea pierderilor termice recuperabile ale sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum, $Q_{W,dis,rbl}$
- 3.3.7.4 Calculul consumului de energie auxiliară al sub-sistemului de distribuție pentru apa caldă de consum
- 3.3.8 Pierderi termice aferente rezervoarelor de acumulare din sistemul de apă caldă de consum

Temperatura medie anuală a apei reci este $t_{ar} = 10^{\circ}\text{C}$. Temperatura apei calde de consum este $t_{ac} = 60^{\circ}\text{C}$. S-au calculat:

- necesarul de energie pentru prepararea apei calde de consum efectiv utilizate 1,57 MWh/an;
- necesarul de energie pentru prepararea apei calde menajeră pierdute 0,24 MWh/an;
- cantitatea de energie disipată de la conductele de distribuție și de la coloanele de distribuție din clădire 0,16 MWh/an.

În final s-au determinat valorile pe baza cărora se va clasifica din punct de vedere energetic clădirea: consumul de căldură anual final/primar de **1,81/1,95 MWh/an**, respectiv consumul specific anual de energie primară **20,52 kWh/m²an**.

2.4. Determinarea consumului anual de energie electrică pentru ventilare mecanică

Deși școala nu este echipată cu echipamente de ventilare mecanică, se calculează consumul de energie pentru ventilare considerând o instalație virtuală care să asigure în sălile de clasă calitatea aerului interior conform prevederilor normativului I5.

Energia necesară pentru încălzirea aerului proaspăt este preluată de sistemul de încălzire.

Pentru 4 săli de curs a câte 20 persoane fiecare, rezultă un debit minim de aer proaspăt calculat de 1200m³/h și un consum anual final/primar de **0,17/0,46 MWh/an**, respectiv un consum specific primar de energie electrică de **4,81 kWh/m²an**.

2.5. Determinarea consumului anual de energie electrică pentru iluminat

Pentru calcularea consumului de energie electrică pentru iluminat s-au contorizat corpurile de iluminat ale întregii clădiri. S-au identificat doar corpuri de iluminat cu surse incandescente.

Timpul de utilizare anual, în funcție de tipul clădirii (Tabel C.4).

Tabel C.4

Tipul clădirii	Orele de funcționare, anual		
	t_D	t_N	t_{total}
Clădiri de învățământ	1800	200	2000

t_D - timpul de utilizare al luminii de zi în funcție de tipul clădirii;

t_N - timpul în care nu este utilizată lumina naturală.

Factorul de dependență de lumina de zi F_D (Tabel C.5)

Tabel C.5

<i>Tipul clădirii</i>	<i>Tipul sistemului de control</i>	F_D
<i>Clădiri de învățământ, spitale</i>	Manual	1,0
	Celulă foto iluminare constantă	0,9
	Celulă foto iluminare cu senzor lumină naturală	0,7
<i>Notă: Se consideră că cel puțin 60% din iluminat este controlat prin intermediul sistemul considerat</i>		

Factorul de dependență de durata de utilizare F_o (Tabel 2.6)

Tabel C.6

<i>Tipul clădirii</i>	<i>Tipul sistemului de control</i>	F_o
<i>Birouri, clădiri de învățământ</i>	Manual	1,0
	Automat $\leq 60\%$ din încărcătura conectată	0,9
<i>Notă: Se consideră control automat cu senzori de prezență, cel puțin unul în fiecare încăpere, iar pe suprafețe mari, cel puțin unul la 30m²</i>		

Astfel pentru sistemul de iluminat aferent clădirii de învățământ rezultă un consum anual final/primar de **1,22/3,20 MWh/an**, respectiv un consum specific primar de energie electrică de **33,55 kWh/m²an**.

2.6. Determinarea energiei primare și a cantității anuale de CO₂ emis

Pe baza consumului anual speciifc de energie termică și electrică calculat conform Mc001 se determină energia primară consumată pentru asigurarea confortului în clădire: **326,87 kWh/m²an**.

Pe baza necesarului total anual de energie termică și electrică se determină emisiile anuale echivalente de CO₂ - **22,72 kgCO₂/m²an**.

3. ELABORAREA CERTIFICATULUI DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRII

3.1. Determinarea caracteristicilor clădirii de referință

Clădirea de referință reprezintă o clădire virtuală având următoarele caracteristici generale:

- 1- Aceeași formă geometrică, volum și arie totală a anvelopei ca și clădirea reală;
- 2- Aria elementelor de construcție transparente (ferestre, luminatoare, pereți exteriori vitrați) este determinată pe baza indicațiilor din Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor – Partea I, în funcție de aria utilă a pardoselii incintelor ocupate (spațiu condiționat);
- 3- Rezistențele termice corectate ale elementelor de construcție din componența anvelopei clădirii sunt caracterizate de valorile minime normate, conform Metodologie cap 2.

Tabel C.7

Element de construcție	Rezistența termică corectată (m ² K/W)
Perete exterior	2,50
Planșeu sub pod	7,70
Ferestre	0,90
Placă pe sol	4,50

- 4- Valorile absorbivității radiației solare a elementelor de construcție opace sunt aceleași ca în cazul clădirii de referință;
- 5- Factorul optic al elementelor de construcție exterioare vitrate este $(\alpha\tau) = 0,26$;
- 6- Factorul mediu de însorire al fațadelor are valoarea corespunzătoare clădirii reale;
- 7- Există sistem de ventilație mecanică dublu flux, cu recuperator de căldură, al cărei debit se calculează conform I5 (cazul școlilor), pentru asigurarea calității aerului în spațiile ocupate;
- 8- Sistemul de încălzire este de tipul încălzire centrală cu corpuri statice, dimensionate conform reglementărilor tehnice în vigoare; sursa este un cazan alimentat cu gaze naturale;
- 9- Sursa sistemului de apă caldă de consum este un cazan alimentat cu gaze naturale;
- 10- Instalația de încălzire interioară este dotată cu elemente de reglaj termic și hidraulic;
- 11- Randamentul de producere a căldurii aferent centralei termice este caracteristic echipamentelor moderne noi; nu sunt pierderi de fluid în instalațiile interioare;
- 12- Sistemul de iluminat folosește corpuri cu surse tip LED.

Ținând cont de caracteristicile menționate mai sus s-au obținut următoarele rezultate:


- Consumul specific de energie pentru instalația de încălzire	38,34 kWh/m ² an
- Consumul specific de energie pentru prepararea apei calde de consum	22,23 kWh/m ² an
- Consumul specific de energie pentru instalația de ventilație	4,81 kWh/m ² an
- Consumul specific de energie pentru instalația de iluminat	6,71 kWh/m ² an

Clădirea de referință va avea un consum specific total de energie primară de **72,09 kWh/m²an** și se încadrează în clasa de eficiență energetică **A+**, conform metodologiei din Mc001.

3.2. Certificatul de performanță energetică propriu-zis, semnat și stampilat de auditor pe fiecare pagină

CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

elaborat în conformitate cu Metodologia de Calcul a Performanței Energetice a Clădirilor, Mc001-2019

DATE PRIVIND IDENTIFICAREA CPE ȘI A AUDITORULUI ENERGETIC			
CPE nr. 0106/28.08.2019	valabil 10 ani până la 27/08/2029 dacă nu apar intervenții majore	Auditor energetic: nume & prenume Certificat atestare: seria XX, nr. XXXX	Gradul: I
DATE PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ			nZEB <input type="checkbox"/>
Categorii clădiri: pentru învățământ Adresa clădirii: Sat x, jud. Călărași Coordonate GPS (lat x long): 44.208°N x 27.314°E Regim de înălțime: P		Anul construirii/renovării majore: 1965 Aria de referință a pardoselii: 95,27 m ² Aria construită desfășurată: 124,00 m ² Volumul interior de referință: 285,80 m ³	
Scopul elaborării CPE: V/I/R <input type="checkbox"/> INFORMARE <input checked="" type="checkbox"/>		Program de calcul utilizat: MS EXCEL versiunea 2019	

COD UNIC DE BARE GENE-
RAT DE BAZA DE DATE

PERFORMANȚA ENERGETICĂ	CLĂDIRI REALĂ	CLĂDIRI REFERINȚĂ	NIVEL CALCULAT EMISII ECHIVALENTE CO ₂		
Performanță energetică ridicată [kWh/m ² ,an - energie primară]			Nivel de poluare scăzut [kgCO ₂ /m ² ,an]		
34 A+		A+	< 19 A+		
84 ... 118 A			19 ... 27 A	A	
118 ... 167 B			27 ... 38 B		
167 ... 237 C			38 ... 54 C		
237 ... 335 D	D		54 ... 76 D		
335 ... 474 E			76 ... 108 E		
474 ... 670 F			108 ... 153 F		
> 670 G			> 153 G		
Performanță energetică scăzută [kWh/m ² ,an - energie primară]			Nivel de poluare ridicat [kgCO ₂ /m ² ,an]		
Consum anual total de energie ... [kWh/an]	finală	281,78	56,17	Indice de emisii echivalent CO ₂	15,86
	primară	326,87	72,09	[kgCO ₂ /an]	22,72

Consum anual specific de energie din surse regenerabile [kWh/m ² ,an]	Solar termic	Pompe căldură	Solar electric	Biomasă (alte)	Total
	0	0	0	0	0

Tip sistem instalație clădire reală	Clasă energetică / Consum anual specific de energie primară per utilitate [kWh/m ² ,an]:							
	A+	A	B	C	D	E	F	G
Încălzire	< 61	61...86	86...122	122...173	173...244	244...345	345...488	>488
Apă caldă de consum	< 2	2...3	3...5	5...7	7...9	9...13	13...19	>19
Răcire	< 6	6...9	9...13	13...18	18...25	25...36	36...51	>51
Ventilare mecanică	< 10	10...14	14...20	20...29	29...41	41...58	58...82	>82
Iluminat artificial	< 10	10...14	14...20	20...29	29...41	41...57	57...81	>81

Semnătura și ștampila auditorului:

3.3. Lista recomandărilor auditorului energetic

Această anexă trebuie semnată și stampilată de auditor pe fiecare pagină și include recomandările de reducere a consumurilor de energie ale clădirii, cu estimarea economiei de energie prin realizarea măsurilor de creștere a performanței energetice a clădirii, inclusiv precizări de unde se pot obține informații mai detaliate, precum: rentabilitatea recomandărilor formulate, procedura care trebuie urmată pentru punerea în practică a recomandărilor, stimulente financiare sau de altă natură și posibilități de finanțare.

RECOMANDĂRI PENTRU CREȘTEREA PERFORMANȚEI ENERGETICE **ANEXA 1 la Certificatul de performanță energetică nr. 106/28.08.2019** **pentru [aici se scrie adresa completă a clădirii / unității de clădire]**

2. Soluții recomandate pentru anvelopa întregii clădiri:

- Sporirea rezistenței termice a pereților exteriori peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la exterior
- Sporirea rezistenței termice a plăcii peste subsol, dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolarea la intrados
- Sporirea rezistenței termice a terasei (planșeului sub pod), dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la exterior
- Sporirea rezistenței termice a șarpantei peste mansardă/pod, dacă există, peste valoarea minimă prevăzută de reglementările tehnice în vigoare, prin termoizolare la interior
- Înlocuirea tâmplăriei exterioare existente, cu tâmplărie eficientă energetic
- Montarea pe tâmplăria exterioară sau pe pereții exteriori a grilelor de ventilare higroreglabile pentru evitarea creșterii umidității interioare și asigurarea calității aerului interior
- Montarea unor dispozitive de umbrire a fațadelor sau de protecție contra radiației solare pe timpul verii
- Alte soluții: nu e cazul.

2. Soluții recomandate pentru instalațiile aferente întregii clădirii:

- Schimbarea conductelor uzate de distribuție a agentului termic pentru încălzire și eventual termoizolarea acestora (idem coloane)
- Schimbarea conductelor uzate de distribuție a apei calde de consum pentru încălzire și eventual termoizolarea acestora (idem coloane)
- Refacerea izolației conductelor de distribuție a agentului termic pentru încălzire aflate în subsolul neîncălzit al clădirii sau în alte spații neîncălzite
- Refacerea izolației conductelor de distribuție a apei calde de consum aflate în subsolul neîncălzit al clădirii sau în alte spații neîncălzite
- Montarea robinetelor cu termostat pe corpurile de încălzire
- Montarea vanelor automate de echilibare la baza coloanelor de încălzire/răcire
- Asigurarea calității aerului interior prin ventilare naturală organizată, ventilare mecanică sau hibridă

-
- Montarea debitmetrelor pe racordurile de apă caldă și apă rece
 - Montarea contoarelor de căldură
 - Utilizarea armăturilor sanitare cu consum redus de apă caldă de consum (utilizarea de dispersoare economice la punctele de consum a.c.c.)
 - Înlocuirea garniturilor și repararea armăturilor de a.c.c. defecte, montate pe obiectele sanitare
 - Punerea în funcțiune dacă există/realizarea conductei de recirculare a apei calde de consum
 - Prevederea unui sistem minim de automatizare/reglare dacă acesta nu există, pentru încălzire/răcire/ventilare
 - Schimbarea echipamentelor din centrala termică, dacă există, iar echipamentele sunt uzate fizic și moral, cu echipamente moderne și eficiente energetic
 - Schimbarea echipamentelor din centrala de climatizare/ventilare, dacă există, iar echipamentele sunt uzate fizic și moral, cu echipamente moderne și eficiente energetic
 - Reglarea/curățarea echipamentelor din centrala termică/de climatizare, dacă există, iar echipamentele funcționează ineficient energetic
 - Montarea corpurilor de iluminat cu surse economice în locul celor existente, ineficiente
 - Montarea senzorilor de prezență pentru acționarea automată a sistemului de iluminat
 - Utilizarea surselor regenerabile de energie pentru creșterea performanței de mediu a clădirii
 - Utilizarea echipamentelor de recuperare a energiei termice (recuperatoare aer-aer, recuperatoare apă-apă etc.)
 - Curățarea periodică a coșului/coșurilor de evacuare a gazelor de ardere, dacă există
 - Alte soluții: nu e cazul.

3. Măsurile conexe în vederea creșterii în mod direct sau indirect a performanței energetice a clădirii:

A - Măsurile generale de organizare

- informarea utilizatorilor clădirii (proprietari/chiriași) despre avantajele economisirii energiei și reducerii poluării
- încurajarea ocupanților/administratorilor de a utiliza clădirea și instalațiile corect, fiind motivați pentru a reduce consumul de energie
- înțelegerea corectă a modului în care trebuie să funcționeze clădirea atât în ansamblu cât și la nivel de unități individuale
- desemnarea unui reprezentant pentru urmărirea execuției lucrărilor de reabilitare termică în cazul reabilitării energetice a clădirii
- înregistrarea permanentă a consumului de energie, inclusiv analizarea facturilor de energie
- analizarea periodică a contractelor de furnizare a energiei și modificarea lor, dacă este cazul
- asigurarea serviciilor de consultanță energetică din partea unor firme specializate (care să asigure și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor clădirii)
- Alte soluții: nu e cazul.

B - Măsuri locale de organizare

- demontarea și spălarea echipamentelor de emiterie a căldurii (corpuri de încălzire, ventilo-convectoare etc.)
- îndepărtarea obiectelor care împiedică cedarea de căldură a radiatoarelor către încăpere
- introducerea între peretele exterior și radiator a unei suprafețe reflectante care să dirijeze căldura radiantă către încăpere
- echilibrarea termo-hidraulică a corpurilor de încălzire
- înlocuirea obiectelor sanitare
- echilibrarea hidraulică a rețelei de distribuție a apei calde de consum
- Alte soluții: nu e cazul.

Estimarea costurilor totale (exclusiv TVA) ale măsurilor propuse pentru creșterea performanței energetice:

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> < 1000 Eur | <input type="checkbox"/> 10000-25000 Eur | <input type="checkbox"/> 50000-100000 Eur |
| <input type="checkbox"/> 1000-10000 Eur | <input type="checkbox"/> 25000-50000 Eur | <input type="checkbox"/> > 100000 Eur |

Estimarea economiilor totale de energie:

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> < 10% | <input type="checkbox"/> 20-30% | <input checked="" type="checkbox"/> > 50% |
| <input type="checkbox"/> 10-20% | <input type="checkbox"/> 30-50% | |

Estimarea duratei de recuperare a investiției:

- < 1 an
- 1-3 ani
- 3-7 ani
- 7-10 ani
- > 10 ani

Enunțarea etapelor care trebuie urmate pentru a pune în practică soluțiile de creștere a performanței energetice și a celei de mediu:

1. întocmirea unui proiect tehnic pentru lucrările de reabilitare energetică
2. lansarea unei licitații pentru execuția proiectului sau pentru furnizarea de echipamente
3. selectarea ofertei cea mai avantajoasă din punct de vedere al raportului calitate-preț, ținând cont și de durata de recuperare a investiției
4. monitorizarea lunară consumurilor de energie și a condițiilor interioare de confort după punerea în operă a soluțiilor recomandate de auditorul energetic.

Informații privind stimulentele financiare sau de altă natură și posibilitățile de finanțare:

3. a se urmări ofertele băncilor specializate în construcții
4. programul România Eficientă derulat de think-tankul Energy Policy Group (EPG) și sponsorizat de compania OMV Petrom.

Sursă informații detaliate

www.mdrap.ro

www.incd.ro

www.aiiro.ro

www.adr.ro

www.oaer.ro

[etc.](#)

3.4. Anexa tehnică a certificatului de performanță energetică

INFORMAȚII TEHNICE PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ
ANEXA 2 la Certificatul de performanță energetică nr.
pentru [aici se scrie adresa completă a clădirii / unității de clădire]

H. DATE PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ

Categoria clădirii:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Clădire rezidențială | <input type="checkbox"/> casă individuală
<input type="checkbox"/> casă înșiruită/cuplată
<input type="checkbox"/> bloc de locuințe
<input type="checkbox"/> cămin / internat
<input type="checkbox"/> alt tip, precizați |
|---|---|

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Clădire de învățământ | <input checked="" type="checkbox"/> școală
<input type="checkbox"/> grădiniță
<input type="checkbox"/> creșă
<input type="checkbox"/> învățământ superior
<input type="checkbox"/> alt tip, precizați |
|--|---|

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Clădire de birouri | <input type="checkbox"/> clădire administrativă / birouri |
|---|---|

- sediu al administrației publice centrale
- prefectură, consiliu județean
- primărie, consiliu local
- unitate bancară sau de asigurări
- oficiu de poștă
- alt tip, precizați

- Clădire pentru sănătate
 - spital
 - policlinică, dispensar
 - cabinet medical
 - farmacie, laborator
 - centru de îngrijire
 - alt tip, precizați

- Clădire pentru turism
 - hotel/motel
 - restaurant
 - cabană turistică, pensiune
 - alt tip, precizați

- Clădire pentru sport
 - sală de sport, agrement
 - bazin de înot
 - alt tip, precizați

- Clădire pentru comerț
 - magazin comercial mic (< 120 m²)
 - magazin mare (super/hyper market, mall)
 - alt tip, precizați

- Alte tipuri de clădiri
 - clădire pentru cultură (bibliotecă, teatru, cinematograf, muzeu)
 - depozit
 - alte clădiri cu funcțiuni tehnice

Zona climatică în care este amplasată clădirea:	I	II	III	IV	V
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regimul de înălțime al clădirii (Demisol, Subsol, Parter, Etaj, Mansarda/Pod <i>(se completează numărul acestora)</i>)	D	S	P	E	M/P
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (nr)	<input type="checkbox"/>

- Anul construcției/ultimei renovări majore: 1965
- Structura constructivă a clădirii

- pereți structurali din zidărie pereți structurali din beton armat
 cadre din beton armat stâlpi și grinzi
 structura de lemn structura metalică
 alt tip, precizați

- Număr & tip de apartamente/unități clădire și suprafețe utile de referință:

Tip apart/ unitate	Aria utilă de ref. a unui apart/unit [m ²]	Număr de apart/unit similare	Aria utilă de referință totală [m ²]
Clase	variabilă	4	variabilă

- Suprafața utilă de referință a clădirii sau a unității de clădire: 95,27 m²
 □ Volumul total de referință al clădirii sau al unității de clădire: 285,80 (372) m³
 □ Caracteristicile geometrice și termotehnice ale anvelopei:

Tip element de construcție	Rezistența termică corectată, calculată [m ² K/W]	Rezistența termică corectată, normată [m ² K/W]	Aria [m ²]
1	3	4	2
Perete exterior	0,49	2,50	119,62
Tâmplărie (AL)	0,5	0,9	18,7
Planșeu sub pod	0,25	7,00	95,27
Placa pe sol	1,83	4,50	95,27

- Factorul de formă al clădirii, S_E / V : 0,884 m⁻¹
 □ Detalierea consumului anual total specific de energie primară [kWh/m²an]

Tip sistem de instalații		Clădirea reală			Clădirea de referință		
		Consum specific energie finală	Consum specific energie primară	Clasa de performanță energetică	Consum specific energie finală	Consum specific energie primară	Clasa de performanță energetică
1	Încălzire	248,14	267,99	E	32,77	38,34	A+
2	Apă caldă de consum	19,00	20,52	G	19,00	22,23	G
3	Răcire	0	0	-	0	0	-
4	Ventilare mecanică	1,84	4,81	A+	1,84	4,81	A+
5	Iluminat artificial	12,81	33,55	D	2,56	6,71	A+
TOTAL		281,78	326,87	D	56,17	72,09	A+

- Numărul maxim real/normat de persoane din clădire/zonă : 80 pers.

I. DATE PRIVIND INSTALAȚIA INTERIOARĂ DE ÎNCĂLZIRE

- Existența instalației de încălzire
- Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se consideră o instalație virtuală de încălzire (ex. încălzire electrică)
- Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:
- Centrala murală individuală
 - Sursă electrică
 - Centrală termică proprie în clădire, cu combustibil SOLID
 - Centrală termică de cartier
 - Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central
 - Altă sursă sau sursă mixtă
- Tipul sistemului de încălzire:
- Încălzire locală cu sobe
 - Încălzire cu alte aparate individuale, independente, tip
 - Încălzire individuală cu corpuri statice
 - Încălzire centrală cu corpuri statice
 - Încălzire centrală cu aer cald, cu aparate tip
 - Încălzire cu radiație de tip
 - Alt tip de sistem de încălzire

Există apartamente debransate în condominiu	<input type="checkbox"/>
Nu există apartamente debransate in condominiu	<input type="checkbox"/>

- Date privind instalația de încălzire locală cu sobe:
- Numărul sobelor
 - Tipul sobelor [*se completează în tabel*].

- Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip corp static	G. Număr corpuri statice [buc.]			H. Suprafață echivalentă termic [m²]		
	în spațiul ocupat	în spațiul comun	Total	în spațiul ocupat	în spațiul comun	Total
OL, compact 600x600	1		1	NA		NA
OL, compact 600x1400	12	2	14	NA		NA

- Tip distribuție a agentului termic de încălzire
- inferioară
 - superioară
 - mixtă

- Necesarul de căldură de calcul 27 kW
- Puterea termică pentru încălzire, instalată în clădire 29 kW (termic sau electric)
- Gradul de ocupare al spațiului încălzit [programul de funcționare al instalației de încălzire]:

Zona	Zi de lucru	Noaptea	Zi de weekend	....
Programul (h)	12h	12	Anti-înghet	
Temperatura interioară (grdC)	18	12	5	

- Racord la sursa centralizată cu căldură:
 - racord unic
 - multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - disponibil de presiune (nominal):mmCA
- Contor de căldură
 - există (cu/fără viză metrologică)
 - nu există
 - nu este cazul
- Repartitoare de costuri
 - există (cu/fără viză metrologică)
 - nu există
 - nu este cazul
- Elemente de reglaj termic și hidraulic
 - la nivel de racord// sursă de căldură
 - la nivelul coloanelor
 - la nivelul corpurilor statice
 - nu există
 - nu este cazul
- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite 0 m

Diametru tronson [mm]					
Lungime tronson [m]					

- Debitul nominal de agent termic de încălzire l/h
- Curba medie normală de reglaj pentru debitul nominal de agent termic:

Temp. ext. [°C]	-15	-10	-5	0	+5	+10
Temp. tur [°C]						
Q _{inc.} mediu orar [W]						

- Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu/plafon/perete încălzitor:
 - Aria planșeelor/plafoanelor/pereților de încălzire:m²

- Lungimea și diametrul nominal (tipul) al serpentinelor încălzitoare (conductorilor electrici)

(Tip conductori electrici)				
----------------------------	--	--	--	--

- Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu/plafon/perete încălzitor:
 - Lungimea și tipul cablurilor electrice încălzitoare ml / tip :
- Date privind instalația de încălzire cu tuburi radiante:
 - Tip/putere tub radiant: / kW/tub (sau ml)
 - Număr/lungime tuburi radiante: / m
- Date privind instalația de încălzire cu generatoare de aer cald:
 - Tip/putere generator aer cald / kW/tub (sau ml)
 - Număr/debit aer / m³/h
- Tipul elementelor de reglaj termic din dotarea instalației:
- Alte informații privind instalația de încălzire:

J. DATE PRIVIND INSTALAȚIA PENTRU APA CALDĂ DE CONSUM

- Existența instalației de apă caldă de consum
 - Da (funcțională sau nefuncțională)
 - Nu – se consideră o instalație virtuală de a.c.c. (ex. preparare a.c.c. pe plită)
- Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum:
 - Centrala murală individuală
 - Sursă electrică
 - Centrală termică proprie în clădire, cu combustibil SOLID
 - Centrală termică de cartier
 - Termoficare cu racordare la un punct termic local sau central
 - Altă sursă sau sursă mixtă:
- Tipul sistemului de preparare a apei calde de consum:
 - Boiler cu acumulare
 - Preparare locală cu aparate de tip instant a.c.c.
 - Preparare locală pe plită
 - Alt sistem de preparare a.c.c.
- Numărul de obiecte sanitare - pe tipuri:

Lavoare	6
Spălătoare	0
Bideuri	0
Pisoare	3
Duș	0

Cadă de baie	0
Rezervor WC	6
Masina de spalat vase	0
Masina de spalat rufe	0

- Număr total de puncte de consum a.c.c.: 6
- Puterea termică necesară pentru prepararea a.c.c. 10 kW
- Puterea termică pentru a.c.c., instalată în clădire 24 kW
- Racord la sursa centralizată cu căldură: racord unic
 multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - necesar de presiune (nominal):mmCA
- Conducta de recirculare a a.c.c.: funcțională
 există dar nu funcționează
 nu există
- Contor general de căldură pentru a.c.c.: există
 nu există
 nu este cazul
- Debitmetre la nivelul punctelor de consum: nu există
 parțial
 peste tot

K. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE RĂCIRE/CLIMATIZARE

- Existența instalației de răcire/climatizare
 Da (funcțională sau nefuncțională)
 Nu – se ignoră consumul de energie pentru răcire/climatizare
- Timpul într-un an în care temperatura interioară depășește 26grdC: 589 h
- Volumul util al clădirii/zonei climatizate :m³
- Gradul de ocupare al spațiului răcit și programul de funcționare al instalației de climatizare/răcire

Zona	Zi de lucru	Noaptea	Zi de weekend	...
Programul [h]				
Temperatura interioară [grdC]				

Grad de ocupare zilnic/săptămânal/lunar [m ² /pers]				
--	--	--	--	--

- Racord la sursa centralizată de frig:
 - racord unic
 - multiplu:puncte
 - diametru nominal:mm
 - disponibil de presiune (nominal):mmCA

- Contor de căldură
 - există (cu/fără viză metrologică)
 - nu există
 - nu este cazul

- Elemente de reglaj termic și hidraulic
 - la nivel de racord// sursă de căldură
 - la nivelul coloanelor
 - la nivelul aparatelor terminale
 - nu există
 - nu este cazul

- Spații climatizate cu destinații speciale:
 - Camere curate
 - Bucătărie mare
 - Piscină
 - Sala servere
 - Altele

- Spațiu climatizat:
 - Complet (exclusiv spații comune)
 - Global (inclusiv spații comune)
 - Parțial: [se menționează spațiile climatizate]

- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al tratării aerului:
 - Fără controlul umidității interioare (tratate simplă)
 - Cu control parțial al umidității (ex. numai iarna)
 - Cu control al umidității (tratate complexă)

- Tipul instalației de climatizare din punct de vedere al agenților de răcire, componenței și reglării:
 - Instalație de climatizare aer-apă
 - Numărul de conducte de apă caldă sau/și rece:
 - instalație cu aer primar (proaspăt) instalație fără aer primar
 - instalație cu reglare pe partea de apă instalație cu reglare pe partea de aer
 - instalație cu ventilo-convectoare instalație cu ejectoare (incl. grinzi de răcire)
 - Instalație de climatizare numai aer
 - variabil (VAV) constant (CAV)
 - cu aer primar (proaspăt) instalație fără aer primar,

- 1 canal de aer (cald sau rece) 2 canale de aer (cald și rece)
 - cu asigurarea aerului prin
 ventilatoare zonale
 baterii de încălzire zonale
 2 canale de aer cu 1 ventilator de refulare
 baterii de încălzire și răcire zonale
 2 canale de aer cu 2 ventilatoare de refulare

 Instalație de răcire numai apă, prin radiație (plafon, pardoseală, pereți)

 Instalație de climatizare cu detentă directă
 Numărul de unități de climatizare (pentru unități tip split)
 Număr unități interioare
 Număr unități exterioare
 Nu este cazul.

 Tip agent frigorific utilizat:
 Ecologic
 Neecologic

 Necesarul de frig pentru răcire: 8,5 kW
 Puterea frigorifică totală instalată în clădire: kW
 [se completează în tabel – pe spații distincte]

 Tip generare frig
 Chiller cu condensator răcit cu aer Chiller cu condensator răcit cu apă
 Unități exterioare de condensare Pompă de căldură aer-apă
 Pompă de căldură apă-apă Pompă de căldură aer-aer
 Pompă de căldură apă-aer Pompă de căldură sol-apă
 Instalație frigorifică cu absorbție Instalație frigorifică cu compresie mecanică
 Instalație monobloc Instalație SPLIT
 Altele (Ex. Dessicant cooling)

 Valoarea nominală a coeficientului de performanță al instalației de climatizare (medie):
 [se completează în tabel – în cazul existenței mai multor aparate de climatizare]

 Există posibilitatea contorizării individuale a consumatorilor:
 da nu

L. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE VENTILARE MECANICĂ

- Existența instalației de ventilare

- Da (funcțională sau nefuncțională) **VIRTUAL**
- Nu – se ignoră consumul de energie pentru ventilare
- Debitul minim de aer proaspăt necesar ventilării clădirii conform normelor legale, în condiții nominale: 1200 m³/h
- Debitul minim de aer proaspăt asigurat de sistemul de ventilare din clădire: 0 m³/h
- Tipul sistemului de ventilare a spațiilor:
 - Exclusiv prin aerisire manuală
 - Naturală organizată
 - Mecanică

<input type="checkbox"/> Cu 1 circuit, în suprapresiune	<input type="checkbox"/> Cu 1 circuit, în depresiune
<input type="checkbox"/> Cu 2 circuite, în suprapresiune	<input type="checkbox"/> Cu 2 circuite, în depresiune
<input type="checkbox"/> Cu 2 circuite, echilibrată	<input type="checkbox"/> Alt tip: <u>APARATE INDIVIDUALE</u>
- Numărul total de ventilatoare din instalația de ventilare [buc.] 4
- Puterea electrică totală instalată a ventilatoarelor 0,2 kW
- Caracteristici ale instalației de ventilare:
 - automatizare în funcție de orar de funcționare
 - acționare manuală simplă pornit/oprit
 - acționare cu temporizare
 - ventilatoare cu consum electric redus
 - ventilatoare cu jaluzele de reglare automată.
- Recuperator de căldură:
 - Da
 - Tip:
 - Eficiență declarată [%]:
 - Nu

M. INFORMAȚII PRIVIND INSTALAȚIA DE ILUMINAT

- Tipul sistemului de control/reglare a sistemului de iluminat
 - Fără reglare (on/off)
 - Reglare manuală
 - Automat funcție de nivelul de iluminare naturală
 - Alt tip, precizați
- Tipul sistemului de iluminat artificial

<input type="checkbox"/> Fluorescent	<input checked="" type="checkbox"/> Incandescent
<input type="checkbox"/> LED	<input type="checkbox"/> Mixt
- Starea rețelei electrice / starea rețelei de conductori pentru realizarea iluminatului

<input type="checkbox"/> Bună	<input checked="" type="checkbox"/> Uzată	<input type="checkbox"/> Date indisponibile
-------------------------------	---	---

- Puterea electrică totală necesară a sistemului de iluminat artificial, corespunzător utilizării normale a spațiilor/asigurării nivelului de iluminare normat: 1,90 kW
- Puterea electrică instalată totală a sistemului de iluminat artificial: 1,20 kW

N. INFORMAȚII PRIVIND SURSELE REGENERABILE DE ENERGIE

- Sistemul de panouri termosolare

Nu există

Există

- Tip panou
- Număr panouri
- Mod montare
- Orientare
- Utilizate pentru

- Sistemul de panouri fotovoltaice

Nu există

Există

- Tip panou
- Număr panouri
- Mod montare
- Orientare
- Utilizate pentru

- Pompa de căldură

Nu există

Există

- Tip pompă de căldură

sol-apa (buclă deschisă)

sol-apa (buclă închisă)

aer-apă

aer-aer

apă-aer

sol-aer

alt tip, precizați

- Număr pompe de căldură

- Utilizată/e pentru

- Sistemul de utilizare a biomasei

Nu există

Există

- Tip biomasă utilizată

- | | |
|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> peleți | <input type="checkbox"/> brichete |
| <input type="checkbox"/> alt tip, precizați | ..... |

- Alte echipamente care utilizează surse regenerabile de energie

Nu exista

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Energia termică exportată: | 0 kWh _t /an (produsă on-site) |
| <input type="checkbox"/> Energia electrică exportată: | 0 kWh _e /an (produsă on-site) |
| <input type="checkbox"/> Energia termică exportată din surse regenerabile | 0 kWh _t /an (produsă on-site) |
| <input type="checkbox"/> Energia electrică exportată din surse regenerabile | 0 kWh _e /an (produsă on-site) |
| <input type="checkbox"/> Indicatorul energiei primare EP _P pt clădiri nZEB | - kWh/(m ² , a) |
| <input type="checkbox"/> Indicele RER _P pentru clădiri nZEB: | - % |

Întocmit,
Auditor energetic pentru clădiri,
Numele și prenumele,
Ștampila și semnătura

3.5. Anexă cu minim 5 poze diferite ale obiectivului certificat

Pozele pot fi realizate de la exterior sau în interior astfel încât să reiasă îndeplinirea obligațiilor auditorului energetic de a efectua în prealabil inspecția vizuală pe teren a obiectivului respectiv. Se semnează și stampilează de auditor pe fiecare pagină.



Fatada principala-Est



Fatada Nord



Finisaje interioare



Fatada spate - Vest



Instalatia de incalzire si acc



Sistemul de iluminat

B. RAPORTUL DE AUDITARE ENERGETICĂ

4. MĂSURI RECOMANDATE DE CREȘTERE A PERFORMANȚEI ENERGETICE PENTRU ȘCOALA

Clădirea pentru care se propun soluțiile de reabilitare este ȘCOALA , situată în Sat, Comuna, Județul Călărași (figura C.8).



Figura C.8

În urma inspecției pe teren s-au constatat următoarele deficiențe majore cu influență negativă privind siguranța exploatării și performanțele energetice ale clădirii:

- a) tencuiala **peretilor** exteriori se află într-o stare avansată de uzură;
- b) **izolația termică** a elementelor exterioare de construcție nu este în conformitate cu reglementările în vigoare, valorile rezistențelor termice situându-se sub 30% (cazul planșeului peste pod) și respectiv sub 70% (cazul plăcii pe sol) din valorile minime obligatorii menționate în C107/1-2005;
- c) clădirea dispune de o **încălzire individuală** cu cazan pe lemne și corpuri statice.

Având în vedere aspectele prezentate mai sus și faptul că clădirea are o vechime de peste 51 ani, rezultă:

- necesitatea reabilitării energetice generale a anvelopei clădirii prin izolarea termică a pereților și refacerea finisajelor, schimbarea tâmplăriei și termoizolarea planșeului sub pod;
- necesitatea înlocuirii cazanului și montării unui boiler cu acumulare pentru prepararea apei calde de consum;
- necesitatea realizării unei instalații de ventilare mecanică locală, prin unități de recuperare aer/aer montate în fiecare sală de curs dotate și cu baterie de încălzire;
- necesitatea utilizarea de corpuri de iluminat cu becuri LED;

4.1. Soluții de reabilitare pentru pereții exteriori și a soclului (S1)

Îmbunătățirea protecției termice la nivelul pereților exteriori ai clădirii se propune a se face prin montarea unui strat termoizolant suplimentar.

Se propune soluția izolării pereților exteriori cu vată minerală bazaltică din clasa de reacție la foc A1 sau A2 – s1,d0 de fațadă de minim 15 cm grosime, polistiren extrudat ignifugat de soclu de minim 15 cm grosime (efort de compresiune minim 150kPa, clasa de reacție la foc B-s2,d0), amplasat pe suprafața exterioară a pereților existenți protejați cu o masă de șpaclu de minim 5mm grosime și tencuială acrilică.

Soluția prezintă următoarele avantaje:

- corectează majoritatea punților termice;
- conduce la o alcătuire favorabilă sub aspectul difuziei la vaporii de apă și al stabilității termice;
- protejează elementele de construcție structurale precum și structura în ansamblu, de efectele variației de temperatură a mediului exterior;
- nu conduce la micșorarea ariilor utile;
- permite realizarea, prin aceeași operație, a renovării pereților și a tencuiei;
- permite utilizarea sălii în timpul executării lucrărilor de reabilitare și modernizare;
- nu afectează pardoselile, tencuiele, zugrăvelile și vopsitoriile interioare existente;
- durată de viață garantată, de regulă, cel puțin 15 ani.

Este foarte important ca recepția finală a lucrărilor de termoizolare să se facă pe baza termogramelor în infraroșu realizate cu camere cu rezoluție mare (Rezoluție spațială 1,36 Mrad, Rezoluție 320x240 pixeli, Spectru: 7.5 – 13 μm).

4.2. Soluții de reabilitare pentru tâmplăria exterioară (S2)

Ca urmare a rezistențelor termice minime prevăzute pentru tâmplăria exterioară ($R'_{min} > 0,9 \text{ m}^2\text{K/W}$) tâmplăria exterioară utilizată până acum în mod curent, nu mai este corespunzătoare.

O soluție recomandată este tâmplăria cu tocuri și cercevele din PVC pentacameral, cu geam termoizolant low-e, care prezintă următoarele avantaje:

- au rezistență bună la agenții de mediu; sunt insensibile la variațiile de umiditate din atmosferă;
- au rezistență mecanică redusă (cu atât mai mult la profilele fără „armături” din țevă); în consecință ferestrele din PVC au în general dimensiuni mai mici decât cele din lemn;
- au posibilități de asamblare pe care le oferă tehnologia de producție a profilelor (în general clipsare), face ca deformațiile din producție și montaj să fie evitate;
- tehnologia de producție permite atât montarea geamurilor simple, cât și a geamurilor termoizolante;
- nu necesită întreținere în timp, plasticul fiind colorat în masă, sau finisat cu peliculă acrilică, realizată în timpul procesului de fabricație a profilelor;
- au etanșeitate mare la aer, datorită garniturilor pe care le includ.

Dezavantajele utilizării tâmplăriei cu tocuri și cercevele din PVC sunt:

- pericolul de a schimba regimul higrotermic al încăperilor din cauza tâmplăriei foarte etanșe;
- durata de viață este de maxim 15...20 ani;
- îmbătrânirea materialului și modificarea culorilor, mai ales la tâmplăriile albe, în funcție de materialul plastic utilizat și de rezistența la razele ultraviolete;
- scăpările de gaz inert din foile de sticlă după scurt timp de la montare.

După schimbarea ferestrelor trebuie avute neapărat în vedere:

- etanșarea la infiltrații de aer rece a rosturilor de pe conturul tâmplăriei, dintre toc și glafurile golului din perete cu o folie de etanșare la exterior tip WINTEQ (lățimea de 29 cm); completarea spațiilor rămase după montarea ferestrelor noi cu spumă poliuretanică și închiderea, a rosturilor cu tencuială;
- etanșarea hidrofugă a rosturilor de pe conturul exterior al tocului cu materiale speciale (chituri siliconice, folie de etanșare la exterior tip WINTEQ, mortare hidrofobe ș.a.) precum și acoperirea rosturilor cu baghete din lemn sau din PVC;
- eventual, prevederea lăcrimarelor la glaful orizontal exterior de la partea superioară a golurilor din pereții exteriori;
- înlocuirea solbancurilor din tablă zincată existente pe glaful orizontal exterior de la partea inferioară a golurilor din pereți, cu glafuri din PVC; se vor asigura panta, existența și forma lăcrimarului, etanșarea față de toc (cuie cu cap lat la distanțe mici), etanșarea față de perete (marginea tablei ridicată și acoperită la partea superioară de tencuială) etc.;
- desfundarea (sau crearea dacă nu există) a găurilor de la partea inferioară a tocurilor, destinate îndepărtării apei condensate între cercevele.

Schimbarea tâmplăriei conduce la mărirea rezistenței termice a ferestrelor și ușilor. De asemenea, efectul favorabil al acestei măsuri se manifestă substanțial atât în ceea ce privește condițiile de confort, prin eliminarea curenților reci de aer, cât și sub aspectul necesarului anual de căldură, prin micșorarea volumului de aer care pătrunde în exces în încăperi și care trebuie încălzit.

Astfel, modernizarea din punct de vedere termic a tâmplăriei exterioare se propune a se realiza în următoarea variantă:

-înlocuirea tâmplăriei existente cu tâmplărie cu tocuri și cercevele din PVC în sistem pentacameră, cu ranforsări din profile metalice galvanizate, cu geam termoizolant dublu 4-12-4-12-4 mm, cu o suprafață tratată cu un strat reflectant având un coeficient de emisie $e < 0,10$ și cu un coeficient de transfer termic $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($R = 0,77 \text{ m}^2\text{K/W}$).

□ Adoptarea soluției de înlocuire totală a ferestrelor existente cu ferestre tip termopan implică etanșarea spațiului interior și reducerea drastică a numărului de schimburi de aer sub valoarea necesară diluării concentrației CO_2 și a umidității interioare. Astfel, înainte de reabilitare, schimbul de aer se realiza prin neetanșeitățile tâmplăriei. Prin prevederea garniturilor de etanșare, îmbospătarea aerului trebuie realizată o instalație de ventilare mecanică locală prin unități de recuperare aer/aer montate în fiecare sală de clasă dotate și cu baterie de încălzire/răcire.

Dacă nu sunt rezolvate aceste probleme, apar consecințe nefavorabile majore, cum ar fi:

- disconfort în ceea ce privește condițiile de ocupare (aer viciat, umiditate mare, ș.a.)
- riscul apariției condensului pe suprafețele interioare ale elementelor de construcție perimetrare;
- creșterea cantității de vapori de apă care condensează în anotimpul rece în interiorul elementelor de construcție care fac parte din anvelopă.

4.3. Soluții de reabilitare pentru planșeul sub pod (S3)

În ceea ce privește izolarea planșeului sub pod se recomandă ca stratul termoizolant să fie aplicat pe fața exterioară a stratului suport. Se propune ca soluția de izolarea termică să se realizeze cu un strat de 20 cm de vată minerală bazaltică (efort de compresiune minim 30kPa, clasa de reacție la foc minim A2-s1,d0) și protejarea acesteia.

4.4. Soluții de modernizare a instalațiilor (S4)

4.4.1 Soluții de modernizare a instalațiilor de încălzire și a.c.c.

Soluțiile de modernizare a instalației de încălzire și de preparare a apei calde de consum, se aleg ținând seama de starea actuală a instalațiilor (evaluată prin expertiza energetică):

- înlocuirea cazanului existent aflat într-o stare avansată de uzură, cu un cazan cu gazeificare cu combustibil solid, cu eficiență ridicată, dotat cu vas de expansiune, supape de siguranță, distribuitor – colector și automatizare;
- înlocuirea conductelor de distribuție a apei calde pentru încălzire și schimbarea traseelor de distribuție;
- dotarea corpurilor statice cu robinete termohidraulici;
- montarea unui boiler cu acumulare pentru prepararea apei calde menajere.

4.4.2 Soluții de modernizare a instalațiilor de iluminat

Pentru respectarea condițiilor privind confortul vizual stipulate în Normativul I7/2011 se recomandă schimbarea sistemului de iluminat:

- înlocuirea corpurilor de iluminat cu unele moderne;
- utilizarea surselor de iluminat artificial de tip LED;
- necesitatea refacerii instalației electrice unde acesta este deteriorată;
- utilizarea senzorilor de prezență pentru spațiile de circulație.

4.4.3 Alte soluții de creștere a confortului și calității aerului interior

Pentru respectarea condițiilor privind calitatea aerului interior stipulate în Normativul I5/2010 se recomandă utilizarea suplimentară a unui sistem de ventilație mecanică a sălilor de clasă compus din unități individuale de ventilație cu recuperator de căldură, complet echipate pentru funcționarea automată și protecție la îngheț.

5. ANALIZA EFICIENȚEI ECONOMICE A LUCRĂRILOR DE INTERVENȚIE

5.1. Determinarea performanțelor energetice ale clădirii ca urmare a lucrărilor de intervenție

a. Caracteristici geometrice – arii

Caracteristicile geometrice ale clădirii sunt prezentate în cele ce urmează. Au fost calculate suprafața încălzită, volumul util încălzit și volumul total al clădirii, ariile elementelor de construcție (pereți exteriori opaci, planșeu sub pod, ferestre și uși exterioare).

Tabel C.7

Suprafață parte opacă	119,62	m ²
Suprafață parte vitrată tâmplărie lemn	0,0	m ²
Suprafață parte vitrată tâmplărie PVC/AL	18,7	m ²
Suprafață parte vitrată tâmplărie metal	0,0	m ²
Suprafață totala planșeu sub pod	95,27	m ²
Suprafață placă pe sol	95,27	m ²
Suprafață planșeu peste subsol	0,0	m ²
Total suprafață încălzită	95,27	m ²
Suprafață construită desfășurată	124,00	m ²
Volum încălzit	285,80	m ³
Volum total al clădirii	372,00	m ³

b. Caracteristici termotehnice ale materialelor de construcție

Se utilizează suplimentar următoarele materiale de construcții pentru reabilitare:

- polistiren extrudat ignifugat cu $\lambda=0,036$ W/(mK);
- vată minerală bazaltică semirigidă cu $\lambda=0,042$ W/(mK).

c. Rezistențe termice unidirecționale și corectate înainte și după modernizare

În Tabelul C.8 se prezintă centralizat rezistențele termice unidirecționale și corectate ale elementelor de construcție, înainte de modernizare. Rezistențele termice corectate pentru elementele opace țin cont de coeficientul de majorare a conductivității termice a materialelor în funcție de vechime și stare precum și de influența punților termice.

Valorile rezultate ale rezistențelor termice unidirecționale și corectate ale elementelor de construcție, după operația de reabilitare sunt centralizate în tabelul C.8

Tabel C.8

Element de construcție	Rezistență termică înainte de reabilitare	Rezistență termică după reabilitare
	m ² K/W	m ² K/W
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Perete exterior	0,49	2,07

Element de construcție	Rezistență termică înainte de reabilitare	Rezistență termică după reabilitare
	m ² K/W	m ² K/W
Planșeu sub pod	0,25	4,57

1. PEREȚI EXTERIORI ȘI SOCLU

La pereții exteriori se adaugă rezistența termică a unui strat din vata minerala bazaltică de 15 cm grosime, dispus la exterior. Se neglijează stratul exterior de protecție de cca 0,5 cm grosime. Se constată scăderea coeficientului de reducere a rezistenței generat de punțile termice.

2. PLANȘEU SUB POD

La planșeul sub pod se adaugă rezistența termică a unui strat din vată minerală bazaltică de 20 cm grosime, dispus la exterior. Se constată reducerea coeficientului de reducere a rezistenței generat de punțile termice.

Modificările din punct de vedere termotehnic ale elementelor de construcție opace ale clădirii, sunt prezentate în tabelul C.9.

Tabel C.9

Element de construcție	Coeficient inițial punți termice	Rezistență termică corectată înainte de reabilitare	Coeficient punți termice	Rezistență termică corectată după reabilitare
		m ² K/W		m ² K/W
Perete exterior	80 %	0,49	67 %	2,07
Planșeu sub pod	89 %	0,28	82 %	4,57

d. Rezistențe termice medii pe clădire după reabilitare

Valorile rezistenței termice medii a elementelor de construcție ale clădirii se determină pentru fiecare pachet în parte. Valorile rezistențelor din tabelul 5.4 sunt date în m²K/W.

Tabel C.10

Pachete de reabilitare	Real	S1	S2	S3	S4	P1	P2
Rezistența medie (m ² K/W)	0,483	0,671	0,489	0,934	0,483	2,057	2,057

S1 = soluție privind reabilitarea pereților clădirii

S2 = soluție privind reabilitarea tâmplăriei clădirii

S3 = soluție privind reabilitarea planșeului sub pod al clădirii

S4 = soluție privind modernizarea instalațiilor

P1 = pachet de soluții privind reabilitarea anvelopei clădirii (S1+S2+S3)

P2 = pachet de modernizare a instalațiilor (P1+S4)

5.2. Date de intrare pentru analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii

S-au avut în vedere următoarele soluții (S) și pachete de soluții (P) de modernizare energetică a anvelopei și/sau instalațiilor:

Tabel C.11

Soluție/ Pachet	Descriere
S1	Izolarea termică a pereților exteriori cu minim 10 cm polistiren expandat ignifug
S2	Schimbarea tâmplăriei existente cu tâmplărie PVC pentacameră
S3	Izolarea termică a planșeului sub pod cu vată minerală bazaltică de 20 cm grosime
S4	Înlocuirea cazanului existent cu un cazan cu gazeificare cu combustibil solid. Înlocuirea conductelor de distribuție a agentului termic. Dotarea corpurilor statice cu robinete termohidraulici. Montarea unui boiler cu acumulare pentru prepararea apei calde de consum. Înlocuirea corpurilor de iluminat cu unele LED.
P1	S1+S2+S3
P2	P1+S4

Determinarea consumurilor de energie înainte și după reabilitare se efectuează în conformitate cu MC001/3, ținând seama de rezultatele prezentate în raportul de analiză energetică.

Analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii reprezintă o formă simplificată de evaluare a rentabilității investițiilor, la nivel de studiu de fezabilitate și nu poate face obiectul unui dosar de finanțare a lucrărilor. Analiza economică se bazează pe următoarele ipoteze și valori:

- sumele necesare realizării lucrărilor de investiții se consideră ca fiind la dispoziția beneficiarului de investiție, acesta neapelând la credite bancare ($a_c=1$);
- calculele economice se efectuează în Euro, ținând seama de cursul mediu BNR de la data realizării auditului energetic al clădirii, respectiv 4,65 RON/Euro (2018);
- durata rămasă de viață a clădirii este estimată ca fiind egală cu cea mai mică durată de viață aferentă soluțiilor de reabilitare termică propuse;
- costurile medii ale energiei termice și electrice la data întocmirii auditului energetic sunt următoarele:
- costul actualizat la nivelul anului 2018 al energiei termice este de cca. **0,10 Euro/kWh** (costul actualizat rezultă din prețul combustibilului solid, actualizat pentru durata rămasă de viață a construcției pe baza unei rate medii anuale de creștere a prețului combustibilului solid de cca. 5 %);
- costurile de investiție fără TVA, estimate aproximativ pentru lucrările de reabilitare energetică a instalațiilor și a anvelopei, sunt precizate în tabelul 5.9-Sinteza pachetelor de modernizare.

Indicatorii de eficiență economică utilizați la analiza comparativă a soluțiilor sunt următorii:

- durata (simplă) de recuperare a investiției, N_R [ani]

$$N_R = \sum \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot c}$$

în care: C_{INV} – costul lucrărilor de modernizare energetică, [Euro]

ΔE – economia de energie termică/electrică realizată prin aplicarea soluțiilor de modernizare energetică, [kWh/an]

c – costul specific al energiei termice/electrice/biomasei, [Euro/kWh]

- costul energiei economisite pe durata de viață a soluției, e [Euro/kWh]

$$e = \sum \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot N_S}$$

în care: N_S – durata de viață estimată a soluției de modernizare energetică.

Costurile pentru materialele, piesele, aparatele și echipamentele utilizate sunt conform calculelor estimative economice.

5.3. Date de intrare pentru analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii

Analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii reprezintă o formă simplificată de evaluare a rentabilității investițiilor, la nivel de studiu de fezabilitate și nu poate face obiectul unui dosar de finanțare a lucrărilor.

5.3.1. Consumuri de energie înainte de reabilitare

Consumurile totale și specifice de energie înainte de reabilitare sunt prezentate în tabelul C.12:

Tabel C.12

Consumator	ÎNCĂLZIRE	APĂ CALDĂ DE CONSUM	ILUMINAT	TOTAL
Consum de energie [MWh/an]	23,64	1,81	1,22	26,67
Consum specific de energie [kWh/m2an]	248,16	19,04	12,80	280,00
CLASA DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ	E	B	A	C

Consumurile totale și specifice de energie după aplicarea pachetelor de soluții de reabilitare sunt prezentate în tabelul C.13:

Tabel C.13

Soluții/Pachete de	Consumator	ÎNCĂLZIRE	APĂ CALDĂ DE CONSUM	CLIMATIZARE	VENTILARE	ILUMINAT	TOTAL
S1	Consum de energie [MWh/an]	10,49	1,81	-	-	1,22	13,52
	Consum specific de energie [kWh/m ² an]	110,13	19,04	-	-	12,80	141,97
S2	Consum de energie [MWh/an]	21,29	1,81	-	-	1,22	24,32
	Consum specific de energie [kWh/m ² an]	223,50	19,04	-	-	12,80	255,33
S3	Consum de energie [MWh/an]	15,63	1,81	-	-	1,22	18,67
	Consum specific de energie [kWh/m ² an]	164,11	19,04	-	-	12,80	195,95
S4	Consum de energie [MWh/an]	19,96	1,63	-	-	1,03	22,61
	Consum specific de energie [kWh/m ² an]	209,47	17,13	-	-	10,76	237,37
P1	Consum de energie [MWh/an]	5,73	1,81	-	-	1,22	8,76
	Consum specific de energie [kWh/m ² an]	60,12	19,04	-	-	12,80	91,95
P2	Consum de energie [MWh/an]	4,89	1,63	-	-	1,03	7,55
	Consum specific de energie [kWh/m ² an]	51,35	17,13	-	-	10,76	79,25

În urma aplicării măsurilor de reabilitare, încadrarea clădirii și instalațiilor aferente în clasele de eficiență energetică se modifică după cum urmează:

Tabel C.14

Soluții/Pachete de soluții de reabilitare	ÎNCĂLZIRE	APĂ CALDĂ DE CONSUM	CLIMATIZARE	VENTILARE	ILUMINAT	TOTAL
S1	B	B	-	-	A	B
S2	D	B	-	-	A	C
S3	C	B	-	-	A	B
S4	D	B	-	-	A	C
P1	A	B	-	-	A	A
P2	A	B	-	-	A	A

Sinteza analizei tehnico-economice a soluțiilor și pachetelor de soluții de reabilitare/modernizare este prezentată în tabelele C.15 și C.16.

Tabelul C.15-Sinteza pachetelor de modernizare

Nr. Crt.	Soluții/Pachet soluții modernizare	Consum încălzire (MWh/an)	Consum a.c.m. (MWh/an)	Consum climatizare (MWh/an)	Consum ventilare (MWh/an)	Consum iluminat (MWh/an)	Consum total (MWh/an)	Economie de energie totală E (MWh/an)	Economie relativă de energie (%)	Durata de viață Ns (ani)	Costul investiției (Eur fara TVA)	Durata de recuperare a investiției NR (ani)	Costul energiei economisite (Eur/kWh)
1	S1 (pereți exteriori)	10,49	1,81	-	-	1,22	13,52	13,15	49,30	15	5921	4,5	0,03002
2	S2 (tâmplărie exterioară)	21,29	1,81	-	-	1,22	24,32	2,35	8,81	15	2268	9,6	0,06434
3	S3 (planșeu sub pod)	15,63	1,81	-	-	1,22	18,67	8,01	30,02	15	8383	10,4	0,06980
4	S4 (instalație de încălzire, a.c.c. & iluminat)	19,96	1,63	-	-	1,03	22,61	4,06	15,23	15	7335	17,9	0,12042
5	P1 (S1+S2+S3)	5,73	1,81	-	-	1,22	8,76	17,91	67,16	15	16572	9,2	0,06167
6	P2 (P1+S4)	4,89	1,63	-	-	1,03	7,55	19,12	71,70	15	23908	12,4	0,08334

Tabelul C.16

Nr. Crt.	Soluții modernizare	Costul investiției (RON/A.U. fara TVA)	Costul lucrărilor de intervenție (mii lei fara TVA)	Economie de energie (kWh/an)	Durata de recuperare a investiției NR (ani)
1	S1 (pereți exteriori)	280	27	13150	4,5
2	S2 (tâmplărie exterioară)	107	10	2349	9,6
3	S3 (planșeu sub pod)	396	38	8007	10,4
4	S4 (instalație de încălzire, a.c.c. & iluminat)	347	33	4061	17,9
5	P1 (S1+S2+S3)	783	75	17914	9,2
6	P2 (P1+S4)	1129	108	19125	12,4

6. CONCLUZIILE AUDITORULUI ENERGETIC

Recomandarea expertului/auditorului energetic asupra variantei optime

Din analiza valorilor indicate în tabelul C.15, rezultă că pachetele de modernizare propuse conduc la economii relative de energie cuprinse între 4,06% -71,70%.

Investiția maximă aferentă pachetului de măsuri de reabilitare/modernizare a fost estimată la 23908 Euro (fără TVA).

Ierarhizarea variantelor după durata de recuperare a investiției este următoarea:

Tabel 5.10

NR. CRT.	VARIANTA	DURATA DE RECUPERARE A INVESTIȚIEI	IERARHIZARE
1	SOLUȚIA 1	4,5	I
2	SOLUȚIA 2	9,6	III
3	SOLUȚIA 3	10,4	IV
4	SOLUȚIA 4	17,9	VI
5	PACHETUL 1	9,2	II
6	PACHETUL 2	12,4	V

În urma analizării soluțiilor și pachetelor de soluții din punct de vedere tehnic și economic, auditorul energetic recomandă Pachetul 2 de soluții în valoare de 23908 Euro fără TVA, deoarece aduce o economie de energie totală de 19,12 MWh/an reprezentând 71,70% din consumul inițial și se recuperează în 12,4 ani .

Pachetul 2 cuprinde:

Soluții pentru anvelopa clădirii:

- izolarea termică a pereților exteriori cu minim 15 cm vata minerala;
- izolarea termică a soclului cu minim 10 cm polistiren extrudat ignifugat;
- înlocuirea tâmplăriei din existente, cu tâmplărie din PVC cu geam termoizolant;
- izolarea termică a planșeului sub pod cu vată minerală bazaltică de 20 cm grosime;
- protejarea și curățarea periodică a fațadelor clădirii pentru evitarea deteriorării caracteristicilor termotehnice ale materialelor de construcții.

Soluții pentru instalațiile aferente clădirii:

- înlocuirea cazanului existent aflat într-o stare avansată de uzură, cu un cazan cu gazeificare cu combustibil solid, cu eficiență ridicată, dotat cu vas de expansiune, supape de siguranță, distribuitor – colector și automatizare;
- înlocuirea conductelor de distribuție a apei calde pentru încălzire utilizând conducte noi;

- dotarea corpurilor statice cu robinete termohidraulici;
- montarea unui boiler cu acumulare pentru prepararea apei calde menajere.
- înlocuirea corpurilor de iluminat cu unele LED;
- utilizarea surselor de iluminat artificial de tip LED;
- utilizarea senzorilor de prezență pentru spațiile de circulație.

Pentru respectarea calităților de confort interior al ocupanților și pentru respectarea condițiilor privind calitatea aerului interior specificate în Normativul I5/2010 se impune realizarea unei instalații de ventilare mecanică locală în fiecare sală de curs prin montarea a unui agregat de ventilare tip recuperator de caldură “numai aer” ($Q_{rec}= 6,6 \text{ kW}$, $P_e=0,48 \text{ kW}$, $D_a=600 \text{ m}^3/\text{h}$, $P=200 \text{ Pa}$), cu baterii de încălzire. Aceste lucrări vor fi detaliate la nivelul fazelor DALI, DTAC și PTh ale proiectului.

Soluția preparării apei calde de consum cu panouri solare nu este fezabilă, acest sistem având eficiență ridicată în perioada de nefuncționare a instituției (lunile iulie, august), armotizarea depășind astfel perioada de viață a sistemului.

În vederea verificării calității lucrărilor de termoizolare și depistarea eventualelor neregularități termice ale elementelor de construcție care alcătuiesc anvelopa clădirii, se va utiliza metoda termografierii.

Termografia, ca metodă nedistructivă utilizată pentru vizualizarea, înregistrarea, prelucrarea și reprezentarea distribuției temperaturii pe suprafața anvelopei clădirii, se va realiza într-o perioadă rece a anului, după executarea reabilitării termice a școlii, dar înainte de expirarea duratei de garanție a lucrărilor de termoizolare. Se vor respecta, pe cât posibil, și condițiile precizate în MP-037/2004:

- regim staționar de transfer de căldură și masă;
- diferența dintre temperaturile pe fețele anvelopei de 15 grdC ;
- diferențe aprox. constante de temperatură și presiune pe fețele anvelopei;
- variații de maxim 2 grdC a temperaturilor aerului interior/exterior pe durata înregistrărilor
- anvelopa să nu fie expusă la radiație solară directă
- viteza vântului sub 2 m/s
- diferența de presiune de minim 5 Pa pe fețele anvelopei în cazul determinării prin termografie a infiltrațiilor de aer.

Concluziile din raportul de termografiere vor sta la baza semnării procesului verbal de recepție finală a lucrărilor de intervenție.

Sunt recomandate și următoarele măsuri conexe în vederea creșterii în mod direct sau indirect a performanței energetice a clădirii:

- măsuri generale și de organizare:
 - informarea personalului școlii despre economisirea energiei;
 - înțelegerea corectă a modului în care clădirea trebuie să funcționeze atât în ansamblu cât și la

nivel de detaliu;

- stabilirea unei politici clare de administrare în paralel cu o politică de economisire a energiei în exploatare;
- încurajarea ocupanților de a utiliza clădirea corect, fiind motivați pentru a reduce consumul de energie;
- înregistrarea regulată a consumului de energie;
- desemnarea unui responsabil energetic.

Aceste lucrări de modernizare și/sau întreținere au efecte pozitive indirecte asupra consumurilor termo-energetice ale clădirii, ele neputând fi cuantificate prin aplicarea metodologiei actuale de auditare energetică.

Se recomandă de asemenea, în conformitate cu prevederile legii 372/2013, luarea în calcul a utilizării sistemelor descentralizate de alimentare cu energie bazate pe surse de energie regenerabilă, cu impact pozitiv atât asupra consumurilor de energie cât și asupra poluării mediului.

Pe baza Raportului de Audit Energetic se pot întocmi Proiectul tehnic de reabilitare energetică+Detaliile de execuție+Caietele de sarcini. În funcție de resursele materiale și de montajul financiar preconizat, beneficiarul va selecta măsurile de reabilitare/modernizare energetică a clădirii și instalațiilor termice care să corespundă necesităților proiectului.

Întocmit,

Auditor energetic pentru clădiri,

Numele și prenumele,

Ștampila și semnătura

ANEXA D: Anexa recapitulativă

Lucrarea este organizată în capitole, subcapitole și anexe, ordonate în mod coerent din punct de vedere tehnic, ce vor avea un conținut distinct care să acopere în integralitate obiectivele și problematica care fac obiectul lucrării.

Față de ediția anterioară, care urmează să fie revizuită, a fost vizată obținerea unei forme cât se poate de succinte, coerente, mai ușor de urmărit, însoțită de scheme logice privind elaborarea calculului, cu eliminarea unor capitole explicative și a unora dintre anexe.

Conținutul este corelat cu celelalte reglementări tehnice în vigoare, naționale și europene.

Capitolul 1. Prevederi generale**1.1. Obiect și domeniu de aplicare****1.2. Terminologie și notații****1.3. Cerințe ale parametrilor interiori pentru asigurarea confortului și calității aerului interior.****1.4. Reglementări tehnice naționale și standarde europene referitoare la eficiența energetică a clădirilor.**

În capitolul 1 se precizează obiectul și domeniul de aplicare al metodologiei, se descrie pe scurt care sunt noutățile și mai ales diferențele față de cele 6 părți ale metodologiei Mc001 din 2006. Se prezintă pe scurt capitolele și anexele metodologiei revizuite. Terminologia/definițiile și notațiile sunt unice pentru întreaga lucrare și în concordanță cu reglementările tehnice și cu standardele europene elaborate în vederea aplicării Directivei 2010/31/UE privind creșterea performanței energetice a clădirilor. Sunt prezentate clar cerințele privind parametrii interiori pentru asigurarea confortului și a calității aerului interior – condițiile standard pentru estimarea corectă a necesarului, respectiv consumurilor de energie. S-a completat lista parametrilor care descriu performanța energetică a clădirilor și s-au introdus cerințe minime pentru aceștia, conform prevederilor Directivei 2010/31/UE (de ex. permeabilitatea la aer, numărul de schimburi de aer/volum de aer necesar pentru asigurarea confortului, exprimarea consumurilor în termeni de energie primară). S-a actualizat lista de reglementări tehnice naționale și a altor documente normative/acte legislative de referință, menționând titlul complet, indicativul/numărul fiecărui document, publicația. S-a indicat organigrama structurii modulare a standardelor europene privind eficiența energetică a clădirilor.

Capitolul 2 Anvelopa clădirii**2.1. Elemente de construcții și parametri termoenergetici asociați****2.2. Cerințe minime de performanță termică și energetică la nivelul anvelopei****2.3. Rezistențe termice****2.4. Prevederi specifice pentru anvelopa clădirilor al căror consum de energie este aproape egal cu zero (nZEB)**

Acest capitol cuprinde:

- definirea și ierarhizarea elementelor componente ale anvelopei clădirilor și a parametrilor de performanță termohigroenergetică asociate acestora;
- definirea parametrilor geometrici pentru calcul consumurilor/modalităților de calcul pentru aceștia
- revizuirea/stabilirea de cerințe minime de performanță termică/energetică, la nivelul anvelopei clădirilor, pentru fiecare categorie de clădire/unitate/element al acesteia, inclusiv pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero;
- definirea unică a modalității de calcul, explicit pentru toate tipurile de elemente de anvelopă, a rezistențelor termice/transmitanțelor, inclusiv cu considerarea punților termice; se va revizui și, unde este cazul, simplifica algoritmul de calcul pentru determinarea rezistențelor termice corectate, considerând cazurile cele mai întâlnite la categoriile de clădiri din România menționate în Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor, republicată, cu modificările ulterioare;
- aspecte de calcul legate de verificarea condițiilor de confort interior (aspect subliniat în propunerea de consolidare a Directivei 2010/31/UE);
- detalierea prevederilor specifice anvelopei clădirilor al căror consum de energie este aproape egal cu zero.

Capitolul 3. Evaluarea consumurilor de energie pentru sisteme de instalații fără surse regenerabile

3.1. Instalații de încălzire

3.2. Instalații de climatizare

3.3. Instalații de ventilare hibridă și mecanică; cuplarea cu celelalte instalații

3.4. Instalații pentru apa caldă de consum

3.5. Instalații pentru iluminatul artificial; cuplarea cu iluminatul natural

Capitolul 3 descrie în principal:

- procedura de evaluare a necesarului de energie pentru încălzire prin metoda sezonieră sau lunară, care iau în calcul pierderile termice prin transmisie și un factor de utilizare a surselor interioare, respectiv a aporturilor solare, pe de o parte și pe de altă parte calculul consumului anual de energie pentru încălzire, la nivelul sursei și determinarea indicatorilor de performanță energetică a sistemului de încălzire;
- procedura de evaluare a necesarului de energie pentru răcirea clădirilor folosind, în funcție de complexitatea instalațiilor, una dintre metodele lunară simplificată, grade-zile pentru instalațiile cu controlul umidității sau metoda orară simplificată; pentru calculul consumului de energie se va detalia calculul pierderilor energetice în sistemele de climatizare;
- procedura de calcul a consumului de energie pentru ventilare, caz în care debitele de aer se vor conforma prevederilor Normativul I5 și respectiv standardului SR EN 16798 ; pentru instalațiile de ventilare mecanică în care aerul proaspăt este preîncălzit/prerăcit, se va adopta metoda propusă în acest standard;
- procedura de calcul a consumului de energie în instalațiile de preparare a apei calde de consum, folosindu-se indicatori de consum realiști și metode adaptate fiecărei categorii de clădiri;

- procedura de calcul a consumului de energie pentru instalațiile de iluminat, ținând cont de eficiența energetică a iluminatului artificial corelat cu cel natural.

Capitolul 4. Evaluarea consumurilor de energie pentru sisteme de instalații utilizând surse regenerabile

4.1. Calculul energiei provenite din surse regenerabile

4.2. Evaluarea consumului de energie pentru instalații de încălzire, climatizare, ventilare mecanică, apă caldă de consum și iluminat în situația utilizării surselor regenerabile de energie

În acest capitol se include un algoritm unic de calcul pentru evaluarea consumului de energie finală a clădirilor/unităților de clădire pentru: încălzire, climatizare, ventilare mecanică, apă caldă de consum și iluminat în cazul utilizării echipamentelor care folosesc energie din surse alternative. Sursele regenerabile avute în vedere sunt: energia solară termică/fotoelectrică, energia geotermală de suprafață, și de adâncime, cogenerarea/trigenerarea, biomasa și energia eoliană. Energia geotermală de suprafață folosită pentru încălzire/răcire cu ajutorul pompelor de căldură geotermale de tip reversibil, este evaluată în funcție de factorul de performanță și de numărul de ore de funcționare al sistemului; energia geotermală de adâncime este calculată în funcție de schema tehnologică, de nivelul de temperatură și de histograma consumurilor. Energia este evaluată și la producerea de frig prin tehnologii precum absorbția și adsorbția. În ceea ce privește energia solară, se stabilește performanța energetică a sistemului termic neconvențional, utilizând indicatori energetici specifici. Energia solară de la panourile fotoelectrice este evaluată în funcție tehnologia de fabricare, de intensitatea radiației solare, de umbrirea posibilă. Se evaluează de asemenea avantajele energetice ale cogenerării, biomasei, instalațiilor eoliene.

Capitolul 5. Certificatul de performanță energetică

5.1. Conținutul certificatului de performanță energetică, inclusiv anexa tehnică

5.2. Clădirea de referință

5.3. Clase energetice aferente diverselor categorii de clădiri/unități de clădire

5.4. Evaluarea consumului de energie primară și a emisiilor de CO₂ echivalent

5.5. Tipuri de certificat de performanță energetică (clădire, unități de clădire etc.)

Certificarea energetică a clădirilor se face diferit, pe tipuri de clădiri. Certificatul de performanță în forma revizuită conține date relevante pentru beneficiar: elemente de identificare unică, clasa energetică, penalizări selective care să țină cont de starea tehnică a clădirii și uzura sistemelor de instalații, listă de recomandări pentru îmbunătățirea performanței energetice incluzând costurile estimative asociate lor și evaluarea calitativă a economiilor de energie preconizate. Clasa energetică rezultă din indicatori relevanți pentru calitatea clădirii, însumând necesarul de energie al clădirii/unității de clădire. Se introduce și calificarea calității aerului interior. Certificatul de performanță conține date utile și pentru experți și autorități publice: consumuri de energie finală termică/electrică, de energie primară din surse fosile și, când e cazul, regenerabile, emisii de CO₂ echivalent, comparația cu clădirea de referință. Certificatul de performanță include date despre clădirea de referință asociată clădirii certificate, care să respecte cerințele pentru clădirile de tip nZEB definite pentru România (performanța elementelor de anvelopă, procentul de resurse

regenerabile utilizate etc.). Se introduce o clasă energetică suplimentară, pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero. Se descriu factorii de calcul pentru determinarea consumului de energie primară regenerabilă/neregenerabilă și pentru determinarea emisiilor de CO₂ echivalent.

Capitolul 6. Auditul energetic

6.1. Aspecte generale, tipuri de audit, etapele auditului energetic

6.2. Soluții de creștere a performanței energetice (anvelopă, respectiv instalații)

6.3. Indicatori de eficiență economică utilizați în auditul energetic și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse

6.4. Realizarea auditului energetic și raportul de audit energetic

Acest capitol tratează în mod special:

- procedurile de auditarea energetică pentru diverse categorii de clădiri, noi și existente, în scopul creșterii performanței energetice care să conțină cerințele minime pe care trebuie să le îndeplinească clădirile și cerințele minime în cazul reabilitării-pentru toate categoriile de consumuri-, conforme cu clădirile de referință pentru fiecare categorie de clădire (evaluare economică, inclusiv impactul creșterii ponderii folosirii resurselor regenerabile);
- completarea fișei de analiză a clădirii cu integrarea listei parametrilor care descriu performanța energetică și conținutul raportului de audit în funcție de tipul acestuia;
- soluții de reabilitare/modernizare vizând clădirea și instalațiile aferente, modul de cuantificare al implementării soluțiilor în termeni de consum anual și specific, introducerea obligativității formulării unor programe de gestiune eficientă a consumurilor de energie în funcție de categoria clădirii;
- definirea și modul de calcul al indicatorilor de eficiență economică și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse, evaluarea rezultatelor calculelor economice și extragerea unor concluzii care să orienteze beneficiarii către cele mai eficiente soluții; recomandarea unor instrumente bancare/financiare care să susțină soluțiile propuse; determinarea gradului de sensibilitate al rezultatelor calculului la modificările parametrilor aplicați, inclusiv în ceea ce privește evoluția prețurilor; prezentarea impactului contorizării asupra consumurilor, după caz.

Exemple de calcul pentru aplicarea diferitelor metode de evaluare ale caracteristicilor termice și energetice ale anvelopei și instalațiilor și pentru aplicarea unor secvențe particulare de calcul la elaborarea certificatului energetic și la realizarea auditului energetic sunt inserate cu titlatura de „exemple” la fiecare capitol în parte.

Include:

- cerințe minime de performanță energetică pentru fiecare categorie de clădire/unitate de clădire/element al clădirii, inclusiv pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero - prezentare sintetică, în format tabelar, pe tipuri de clădiri, consumuri și costuri;
- parametri tehnici ai sistemelor tehnice din clădiri, care se iau în considerare la stabilirea performanței energetice a clădirii, cu referire explicită la reglementările specifice aplicabile

privind instalațiile/ echipamentele în construcții (indicativ, capitol, tabel, figură etc.) - prezentare sintetică, în format tabelar;

- prezentarea de relații de transformare în energie primară și emisie de CO₂ (inclusiv pentru resurse regenerabile, cogenerare etc.) – prezentare exhaustivă, în format tabelar;
- tipurile de certificate de performanță energetică;
- alte date privind caracteristici termotehnice ale materialelor de construcție, indici de ocupare a clădirilor rezidențiale, caracteristici tehnice ale sistemelor de instalații etc.

ANEXA E: Parametrii climatici pentru România

Preluat integral conform Mc001/6 din 2013.

Date climatice standard trebuie să fie utilizate în toate standardele PEC relevante. Seturile de valori temporale trebuie să fie reprezentative pentru aplicație (de exemplu: calculul necesarului de energie pentru încălzire și a celui pentru răcire, iluminat, captator solar, PV, energie eoliană). În consecință, aceste valori pot fi diferite pentru condițiile de proiectare (evaluarea sarcinii maxime) și condițiile evaluării energetice.

Regulile de preprocesare a datelor climatice sunt furnizate în standardul din modulul PEC M1-13.

NOTĂ: Datele climatice și de exploatare reale pot fi utilizate pentru clasificarea adaptată.

ANEXA F: Bibliografie

- Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor. Indicativ: C107/2005, cu modificările și completările ulterioare
- I13-2015 Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de încălzire centrală
- I5-2010 Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare
- I9-2015 – Normativ pentru proiectarea și execuția instalațiilor sanitare
- I7-2011 Normativul pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor
- SC 007-2013 "Soluții-cadru privind reabilitarea termo-higro-energetică a anvelopei clădirilor de locuit existente
- GP 123-2013 Ghid privind proiectarea și executarea lucrărilor de reabilitare termică a blocurilor de locuințe
- GEx 009-2013 Ghid privind inspectia sistemelor de climatizare din clădiri
- GEx 010-2013 Ghid privind inspectia energetică a cazanelor și a sistemelor de încălzire din clădiri
- GEx 011-2015 Ghid de bună practică pentru proiectarea instalațiilor de ventilare/climatizare în clădiri
- GEx 012-2015 Ghid de bună practică pentru proiectarea instalațiilor de iluminat/protecție în clădiri
- GEx 013-2015 Ghid privind utilizarea surselor regenerabile de energie la clădirile noi și existente
- NP 008-97 Normativ privind igiena compoziției aerului în spații cu diverse destinații, în funcție de activitățile desfășurate în regim de iarnă-vară
- MP 022-02 Metodologie pentru evaluarea performanțelor termotehnice ale materialelor și produselor pentru construcții
- MP013-2001 Metodologie privind stabilirea ordinii de prioritate a măsurilor de reabilitare termică a clădirilor și instalațiilor aferente. Program cadru al programului național anual de reabilitare și modernizare termică a clădirilor și instalațiilor aferente
- GT 036-02 Ghid pentru efectuarea expertizei termice și energetice a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora
- GT 032-01 Ghid privind proceduri de efectuare a măsurărilor necesare analizării termoenergetice a construcțiilor și instalațiilor aferente
- GT 040-02 Ghid de evaluare a gradului de izolare termică al elementelor de construcție la clădiri existente în vederea reabilitării termice
- GT 041-02 Ghid privind reabilitarea finisajelor pereților și pardoselilor clădirilor civile.
- GT 043-02 Ghid privind îmbunătățirea calităților termoizolatoare ale ferestrelor la clădirile civile existente
- NP 121-06 Normativ privind reabilitarea hidroizolațiilor bituminoase ale acoperișurilor

clădirilor

- GT 058-03 Ghid privind criteriile de performanță ale cerințelor de calitate conform legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții pentru Instalații de Ventilare-Climatizare
- GT 060-03 Ghid privind criteriile de performanță ale cerințelor de calitate conform legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții pentru instalațiile de încălzire centrală
- noua generație de standarde europene elaborate în aplicarea Directivei 2010/31/UE privind creșterea performanței energetice a clădirilor, inclusiv a sistemelor tehnice ale acestora
- Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor, cu modificările și completările ulterioare
- OG nr. 13/2016 - modificarea și completarea Legii nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor
- Legea nr. 159/15 mai 2013 pentru modificarea și completarea Legii nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor
- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările ulterioare
- Legea nr. 163/2016 pentru modificarea și completarea Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții
- Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare
- Hotărârea nr. 907/2016 privind etapele de elaborare și conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice aferente obiectivelor/proiectelor de investiții finanțate din fonduri publice
- Soluții cadru pentru reabilitarea termo-hidro-energetică a anvelopei clădirilor de locuit existente, indicativ SC 007/2002 cu completările și modificările ulterioare
- Normativ privind proiectarea, executarea și exploatarea hidroizolațiilor la clădiri, Indicativ: NP 040/2002
- Normativ privind proiectarea clădirilor civile din punct de vedere al cerinței de siguranță în exploatare, Indicativ NP068/2002
- Normativ de siguranță la foc a construcțiilor, indicativ P 118-1999
- Regulamentul privind clasificarea și încadrarea produselor pentru construcții pe baza performanțelor de comportare la foc aprobat cu ordinul MTCT-MAI nr. 1822/394/2004, cu modificările și completările ulterioare
- SR EN 13499: 2004 - Produse termoizolante pentru clădiri. Sisteme compozite de izolare termică la exterior pe bază de polistiren expandat. Specificație
- SR EN 13500: 2004 - Produse termoizolante pentru clădiri. Sisteme compozite de izolare termică la exterior pe bază de vată minerală. Specificație
- SR EN 14351-1+A2:2016 - Ferestre și uși. Standard de produs, caracteristici de performanță. Partea 1: Ferestre și uși exterioare pentru pietoni
- SR EN 13501-1+A1:2010 - Clasificare la foc a produselor și elementelor de construcție. Partea 1: Clasificare folosind rezultatele încercărilor de reacție la foc.
- Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 18/2009 privind creșterea performanței energetice a blocurilor de locuințe, cu modificări și completările ulterioare;
- Ordinul nr. 163/540/23 din 17 martie 2009 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 18/2009 privind creșterea performanței energetice a

blocurilor de locuințe

- Hotararea Guvernului nr. 622/2004 privind stabilirea conditiilor de introducere pe piata a produselor pentru constructii , republicata , cu modificarile si completarile ulterioare
- Ghid National pentru Analiza Cost–Beneficiu a Proiectelor Finantate din Instrumentele Structurale elaborat de Ministerul Economiei si Finantelor
- Legea nr. 158/11 iulie 2011 pentru aprobarea Ordonantei de Urgenta a Guvernului nr. 18/2009 privind cresterea performantei energetice a blocurilor de locuinte
- Ordonanta de Urgenta nr. 63 pentru modificarea si completarea Ordonantei de Urgenta a Guvernului nr. 18/2009 privind cresterea performantei energetice ablocurilor de locuinte
- Programul Operațional Regional 2014-2020, Condiții Specifice de accesare a fondurilor în cadrul apelului de proiecte nr. POR/AP/2015/3/3.1/A - axa prioritara 3, prioritatea de investitii 3.1, operațiunea A – clădiri rezidențiale
- Programul Operațional Regional 2014-2020, Condiții Specifice de accesare a fondurilor în cadrul apelurilor de proiecte cu titlu POR/2016/3/3.1/B/1/7 regiuni și POR/2016/3/3.1/B/1/BI axa prioritara 3, prioritatea de investiții 3.1, operațiunea B – clădiri publice