

**METODOLOGIE DE CALCUL AL
PERFORMANTEI ENERGETICE A CLADIRILOR,
INDICATIV MC 001/2006: REVIZUIRE
METODOLOGIE; REVIZUIRE/ELABORARE DE
COMENTARII SI EXEMPLE DE APLICARE**

CONTRACT NR. 116/102 DIN 28.03.2017

REDACTAREA I – FAZA I

București, SEPTEMBRIE 2017

FOAIE DE SEMNĂTURI

Contract nr. **116/28.03.2017** (102/2017 nr. UTCB)

DENUMIRE LUCRARE:

**Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, indicativ Mc001/2006:
revizuire metodologie; revizuire/elaborare de comentarii și exemple de aplicare
Faza 1 Redactarea I**

EXECUTANT: UTCB -UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI

BENEFICIAR: MDRAPFE- Ministerul Dezvoltării Regionale, Administrației Publice și
Fondurilor Europene

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

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

COLECTIV DE ELABORARE¹

1	LUNGU CĂTĂLIN	Director proiect, UTCB
2	BURCHIU SORIN	Elaborator, AIIR
3	COLDA IOLANDA	Elaborator, OAER
4	FRUNZULICĂ RODICA	Elaborator, UTCB
5	GRASU RALUCA	Elaborator, UTCB
6	GEORGESCU MIHAELA	Elaborator, UAUIM
7	PESCARU RADU AUREL	Elaborator, UAUIM
8	BARAN IRINA	Elaborator, UAUIM
9	BLIUC IRINA	Elaborator, UAUIM
10	BRATA SILVIANA	Elaborator, UPT
11	TOROPOC MIRELA	Elaborator, OAER
12	VITAN EUGEN	Elaborator, UTCN
13	TEODORESCU DANIELA	Elaborator, UTCB
14	COCORA OCTAVIA	Elaborator, AIIR
15	IORDACHE FLORIN	Elaborator, UTCB
16	TEODOSIU RALUCA	Elaborator, UTCB
17	CATALINA TIBERIU	Elaborator, AIIR
18	VARTIRES ANDREEA	Elaborator, UTCB
19	POPESCU RĂZVAN	Elaborator, UTCB
20	CARACALEANU BOGDAN	Elaborator, UTCB
21	NICOLAE ALIN MARIUS	Elaborator, UTCB
22	DIACONESCU ALINA	Elaborator, UTCB
23	GHEORGHE TEODORA	Participant tehno-redactare, AIIR
24	MOANTA ILEANA	Participant tehno-redactare, AIIR

¹ ROG RESPONSABILII DE SECTIUNI ALE MC001 SA COMPLETEZE TABELUL ELABORATORILOR CU NUMELE COLEGIILOR CARE AU LUCRAT EFECTIV

CUPRINS

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**

CAPITOLUL 2. ANVELOPA CLĂDIRII

- 2.1 Elemente de construcții și parametri termoenenergetici 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 Parametrii definatorii pentru caracterizarea higo-termică a materialelor**
 - 2.1.5 Regimuri de utilizare a clădirilor și influența acestora asupra performanței energetice**
- 2.2 Cerințe minime de performanță termică și energetică la nivelul anvelopei**
- 2.3 Rezistențe termice**
 - 2.3.1 Calculul rezistenței termice și a 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**
- 2.4 Prevederi specifice pentru anvelopa clădirilor al căror consum de energie este aproape egal cu zero (nZEB)**
- 2.5. Determinarea necesarului de energie pentru încălzirea și/sau răcirea clădirilor**
 - 2.5.1. Procedură de calcul**
 - 2.5.2. Zonarea termică**
 - 2.5.2.1. Temperatură calculată într-o zonă neîncalzită, neracită, neclimatizată adiacentă**
 - 2.5.2.2. Factori de corecție și de distribuție**
 - 2.5.2.3. Clădiri sau unități de clădiri rezidențiale, corecții pentru temperatura medie interioară a spațiului,**
 - 2.5.3. Calculul necesarului de energie pentru climatizare (încălzire și răcire) folosind metoda de calcul lunar**
 - 2.5.3.1. Calculul necesarului de bază și al necesarului propriu (specific) al sistemului, pentru spații climatizate (încălzite/răcite)**
 - 2.5.3.1.1. Transferul termic total și aporturile totale de căldură – formule generale**
 - 2.5.3.1.2. Aporturi de căldură interne**
 - 2.5.4. Radiația termică către cer**

2.5.5. Capacitate termică eficace interioară a zonei

2.5.6. Factori de utilizare

2.5.7. Particularități ale calculului de necesar de energie propriu sistemului

2.5.7.1. Încălzire sau răcire cu temperatură setată constantă

2.5.7.2. Corecție pentru încălzire intermitentă

2.5.7.3. Corecții pentru răcire intermitentă

2.5.7.4. Corecții pentru perioade de neocupare

2.5.7.5. Indicator de supraîncălzire

2.5.8. Umidificare și deumidificare

2.5.8.1. Umidificare

2.5.8.2. Deumidificare

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

2.5.10. Calcul simplificat al duratei perioadelor de încălzire/răcire

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

3.1. Instalații de încălzire

3.1.1. Determinarea pierderilor de energie 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 agentului termic apă, pentru încălzire/răcire, $Q_{HC,dis,ls}$

3.1.4. Energii auxiliare recuperabile și recuperate

3.1.5. Metodă de calcul privind consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de preparare agent termic pentru încălzire prin arderea combustibilului fosil și biomasă (Fpr EN 15316-4-1)

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 de căldură 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 de căldură ale sub-sistemului de generare

3.1.5.7. Pierderi de căldură 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 de căldură în conductele de aer

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

3.2.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de climatizare de tip aer – apă sau aer- refrigerent (clasificare după Normativul IS – 2010)

3.2.5.1. Tipuri de sisteme

3.2.5.2. Date de intrare

3.2.5.3. Calculul mărimilor de ieșire ale metodei

3.2.5.4. Generarea frigului

3.2.5.4.1. Introducere

3.2.5.4.2. Date de intrare

3.2.5.4.3. Calculul mărimilor de ieșire ale metodei

3.3. Instalații pentru apa caldă de consum

3.3.1. Obiect, domeniul de aplicare, acte normative conexe, terminologii, notații

3.3.1.1. Obiectul metodologiei și domeniul de aplicare

3.3.2. Clasificarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.2.1. Sisteme de preparare a apei calde de consum în funcție de numărul de surse de energie și de zone de distribuție

3.3.2.2. Zonificarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.3. Schemele de preparare a apei calde de consum adoptate în cazul utilizării centralelor termice locale sau centrale

3.3.4. Regimul de alimentare cu apă rece

3.3.5. Energia utilă pentru instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.6. Perioadele de calcul

3.3.7. Recuperarea pierderilor de căldură

3.3.8. Energia auxiliară totală necesară pentru instalația de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.9. Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum (energia utilă netă)

3.3.9.1 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, pe baza volumului de apă furnizat la consumator

3.3.9.2 Temperatura de utilizare a apei calde de consum, W_{draw}

3.3.9.3 Temperatura de alimentare cu apă rece pentru consum

3.3.9.4 Volumul necesar de apă caldă de consum calculat cu debite specifice [e.g. $l_{om,zi}$, $l_{unitate\ consum,zi}$]

3.3.9.5 Necesarul specific de apă caldă de consum aferente persoanelor VW, P_{day} în clădiri de locuit, metodă de calcul

3.3.9.6 Necesarul de apă caldă de consum, mediu zilnic, aferente persoanelor, VW, day în clădiri de locuit, metodă de calcul

3.3.9.7 Necesarul de apă caldă de consum aferente persoanelor $VW; day$ în clădiri de locuit, metodă alternativă

3.3.9.8 Necesarul de apă caldă de consum VW;day pentru clădiri terțiare, în funcție de numărul de unități de consum

3.3.9.9 Necesarul de energie aferentă preparării volumului de apă caldă de consum, în funcție de suprafață

3.3.10. Metoda de calcul a pierderilor de căldură pentru conductele de distribuție a apei calde de consum

3.3.10.1 Calculul pierderilor de căldură și a energiei auxiliare aferente sistemului de distribuție a apei calde de consum

3.3.10.2 Determinarea condițiilor de calcul

3.3.10.3 Calculul pierderilor de căldură recuperabile

3.3.10.4 Calculul consumului de energie auxiliară

3.3.11. Pierderi de căldură aferente rezervoarelor de acumulare

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

4.1. Calculul energiei provenite din surse regenerabile

4.1. Calculul energiei provenite din surse regenerabile

4.1.1. Pompe de căldură

4.1.1.1. Generalități

4.1.1.2. Termeni și definiții

4.1.1.3. Mod de calcul (metoda orară)

4.1.1.3.1. Date de intrare

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

4.1.1.3.3. Calculul fluxurilor de energie la sarcină parțială

4.1.1.3.4. Încălzitorul de rezervă

4.1.1.3.5. Rezultate

4.1.1.4. Mod de calcul (metoda lunară/anuală)

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

4.2.1. Pompe de căldură

4.3. Performanța energetică a clădirilor – Metoda de calcul a cerințelor energetice și randamentelor sistemelor. Partea : Sisteme solare termice

4.3.1. Domeniu de aplicare

4.3.2. Termeni și definiții

4.3.3. Descrierea metodei

4.3.4. Metoda lunară

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

4.4.1. Obiective și domenii de aplicare

4.4.2. Configurarea limitelor sistemului

4.4.3. Principiul metodei de calcul

4.4.3.1. Descrierea generală a metodei

4.4.3.2. Descrierea calculului pentru sistemul de cogenerare

4.4.3.2.1. Date de iesire

4.4.3.2.2. Date de intrare

4.5. Sisteme urbane pentru încălzire/răcire

CAPITOLUL 5. CERTIFICATUL DE PERFORMANȚA ENERGETICA

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, inclusiv pentru clădiri tip nZEB

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.)

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)

6.2.1. Investigarea preliminară a clădirilor

6.2.1.1. Analiza cărții tehnice a clădirii, respectiv a documentației care a stat la baza execuției clădirii și instalațiilor aferente

6.2.1.2. Analiza elementelor caracteristice privind amplasarea clădirii în mediul construit

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

6.2.1.3.1. Evaluarea stării actuale a construcției prin comparație cu soluția de proiect

6.2.1.3.2. Evaluarea stării actuale a instalațiilor prin comparație cu soluția de proiect

6.2.1.4. Prelevarea de probe fizice

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

6.2.3. Concluziile asupra evaluării

6.3. Indicatori de eficiență economică utilizați în auditul energetic și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse

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

6.3.1.1. Intervențiile asupra clădirii

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

6.3.1.2.1 La nivelul producerii căldurii (în cazul clădirilor dotate cu sursă proprie de căldură)

6.3.1.2.2 La nivelul distribuției căldurii

6.3.1.2.3 La nivelul utilizatorului (spațiile încălzite și punctele de consum a.c.m.)

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

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

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

6.4. Realizarea auditului energetic și raportul de audit energetic

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

ANEXA 6.1. FIȘA 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 ÎNȘIRUIE DOTATE CU SURSĂ PROPRIE DE CĂLDURĂ - INFORMATIV

ANEXE

A. Procedura de validare a programelor de calculator utilizabile pentru calculul performanței energetice

B. Breviar de calcul pentru certificare energetică (exemple)

C. Breviar de calcul pentru auditare energetică (exemple)

D. Anexa recapitulativă

E. Parametrii climatici pentru România

F. Bibliografie

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

CAPITOLUL 1. PREVEDERI GENERALE

OBIECTIVELE LUCRĂRII

- Evaluarea, verificarea și certificarea performanței energetice a clădirilor pentru diverse categorii de clădiri/unități de clădire, noi și existente: 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.
- 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, astfel cum sunt acestea definite în Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor, republicată, cu modificările și completările ulterioare, care transpune Directiva 2010/31/UE.
- Revizuirea modalității de notare energetică și a modelului de certificat de performanță energetică cu anexa sa, pentru fiecare categorie de clădire/unitate de clădire, potrivit prevederilor Directivei 2010/31/UE.
- Definirea măsurilor uzuale care pot fi aplicate pentru creșterea performanței energetice a clădirilor 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 A LUCRĂRII

Metodologia cu rol de reglementare tehnică se va utiliza la evaluarea/verificarea/certificarea performanței energetice a clădirilor noi și existente, inclusiv pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero, în vederea elaborării certificatului de performanță energetică a clădirii precum și la analiza termică și energetică, respectiv întocmirea auditului energetic al clădirilor care urmează a fi modernizate din punct de vedere termic/energetic.

OBIECTUL LUCRĂRII

- revizuirea metodologiei de evaluare a performanței energetice a clădirilor, cu cele șase părți ale sale, pentru diverse categorii de clădiri/unități de clădire, noi și existente: 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;
- revizuirea/stabilirea de cerințe minime de performanță energetică pentru fiecare categorie de clădire/unitate/element al acesteia, inclusiv pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero;
- revizuirea metodei de certificare a performanței energetice a clădirilor/unităților de clădire din categoriile susmenționate, precum și a metodei de auditare energetică pentru acestea;
- revizuirea metodei simplificate de calcul al performanței energetice a instalațiilor/echipamentelor din clădiri, inclusiv în cazul utilizării de energie din surse regenerabile;
- revizuirea modelului de certificat de performanță energetică cu anexa sa, pentru fiecare categorie de clădire/unitate de clădire, potrivit prevederilor Directivei 2010/31/UE, inclusiv prin introducerea de noi elemente de identificare a clădirii (număr unic de înregistrare cadastrală, fotografia clădirii/unității de clădire, adresa, tipul clădirii și coordonatele geografice), PRIN cuantificarea fizică/valorică a consumurilor de energie și a măsurilor recomandate pentru reducerea acestora,

precum și prin considerarea unei clase suplimentare A+ pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero;

- revizuirea modalității de notare energetică a clădirilor, având în vedere țintele europene privind consumul de energie;
- definirea măsurilor uzuale care pot fi aplicate pentru creșterea performanței energetice a clădirilor și cuantificarea costurilor asociate: măsuri fără costuri/cu costuri reduse; măsuri de renovare/renovare majoră;
- prezentarea de măsuri/pachete/variante 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;
- abrogarea reglementării tehnice "Normativ pentru expertizarea termică și energetică a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora", indicativ NP 048-2000;
- aplicarea corespunzătoare a prevederilor Legii nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor, republicată, cu modificările ulterioare, care transpune Directiva 2010/31/UE a Parlamentului European și a Consiliului privind performanța energetică a clădirilor.

CONȚINUTUL LUCRĂRII

Lucrarea va fi 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, se va viza 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 va fi corelat cu celelalte reglementări tehnice în vigoare, naționale și europene.

Capitolul 1. Prevederi generale

1.5. Obiect și domeniu de aplicare

1.6. Terminologie și notații

1.7. Cerințe ale parametrilor interiori pentru asigurarea confortului și calității aerului interior.

1.8. Reglementări tehnice naționale și standarde europene referitoare la eficiența energetică a clădirilor.

În capitolul 1 se vor preciza obiectul și domeniul de aplicare al metodologiei, se vor descrie pe scurt care sunt noutățile și mai ales diferențele față de cele 6 părți ale metodologiei Mc001 din 2006. Se vor prezenta pe scurt capitolele și anexele metodologiei revizuite. Terminologia/definițiile și notațiile vor fi unice pentru întreaga lucrare și vor fi în concordanță cu reglementările tehnice și cu standardele europene elaborate în vederea aplicării Directivei 2010/31/UE privind creșterea performanței energetice a clădirilor. Se vor prezenta clar cerințele privind parametrii interiori pentru asigurarea confortului și a calității aerului interior – condițiile standard pentru estimarea corectă a necesarului, respectiv consumurilor de energie. Se va completa lista parametrilor care descriu performanța energetică a clădirilor și se vor introduce 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) Se va face actualizarea listei de reglementări tehnice naționale și a altor documente normative/acte legislative de referință, menționând titlul complet, indicativul/numărul fiecărui document, publicația. Se va da lista

completă și se va indica organigrama structurii modulare a standardelor europene privind eficiența energetică a clădirilor.

Capitolul 2 Anvelopa clădirii

- 2.1. Elemente de construcții și parametri termoenenergetici 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 va 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 va descrie în principal:

- procedura de evaluare a necesarului de energie pentru încălzire prin metoda sezonieră sau lunară, care ia în calcul pierderile de căldură 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 de energie 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 EN 15242; pentru instalațiile de ventilare mecanică în care aerul proaspăt este preîncălzit/prerăcit, se va adopta metoda propusă în standardul EN 16798;
- 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 va 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 vor fi, cel puțin: energia solară termică/fotoelectrică, energia geotermală de suprafață, și de adâncime, cogenerarea/trigenerarea, biomasa și energia eoliană. Energia geotermală de suprafață folosită pentru încălzire/racire cu ajutorul pompelor de căldură geotermale de tip reversibil, va fi evaluată în funcție de factorul de performanță și de numărul de ore de funcționare al sistemului; energia geotermală de adâncime se va calcula în funcție de schema tehnologică, de nivelul de temperatură și de histograma consumurilor. Energia va fi evaluată și la producerea de frig prin tehnologii precum absorbția și adsorbția. În ceea ce privește energia solară, se va stabili performanța energetică a sistemului termic neconvențional, utilizând indicatori energetici specifici. Energia solară de la panourile fotoelectrice va fi evaluată în funcție tehnologia de fabricare, de intensitatea radiației solare, de umbrirea posibilă. Se vor evalua 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, inclusiv pentru clădiri tip nZEB

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 va face diferit, pe tipuri de clădiri. Certificatul de performanță în forma revizuită va 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 va rezulta din indicatori relevanți pentru calitatea clădirii, însumând necesarul de energie al clădirii/unității de clădire. Se va introduce și calificarea calității aerului interior. Certificatul de performanță va 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 va 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 va introduce o clasă energetică suplimentară, pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero. Se vor descrie 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 se va dezvolta corespunzător importanței acțiunii de auditare și va trata 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 calculului economic 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 vor fi inserate cu titlatura de „exemple” la fiecare capitol în parte.

CAPITOLUL 2. ANVELOPA CLĂDIRII

2.1 Elemente de construcții și parametri termoeenergetici 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 Parametrii definitorii pentru caracterizarea higro-termică a materialelor

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

2.2 Cerințe minime de performanță termică și energetică la nivelul anvelopei

2.3 Rezistențe termice

2.3.1. Calculul rezistenței termice și a 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

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

2.5 . Determinarea necesarului de energie pentru încălzirea și/sau răcirea clădirilor

2.5.1. Procedură de calcul

2.5.2. Zonarea termică

2.5.2.1. Temperatură calculată într-o zonă neîncălzită, neracită, neclimatizată adiacentă

2.5.2.2. Factori de corecție și de distribuție

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

2.5.3. Calculul necesarului de energie pentru climatizare (încălzire și răcire) folosind metoda de calcul lunar

2.5.3.1. Calculul necesarului de bază și al necesarului propriu (specific) al sistemului, pentru spații climatizate (încălzite/răcite)

2.5.3.1.1. Transferul termic total și aporturile totale de căldură – formule generale

2.5.3.1.2. Aporturi de căldură interne

2.5.4. Radiația termică către cer

2.5.5. Capacitate termică eficace interioară a zonei

2.5.6. Factori de utilizare

2.5.7. Particularități ale calculului de necesar de energie propriu sistemului

2.5.7.1. Încălzire sau răcire cu temperatură setată constantă

2.5.7.2. Corecție pentru încălzire intermitentă

2.5.7.3. Corecții pentru răcire intermitentă

2.5.7.4. Corecții pentru perioade neocupare

2.5.7.5. Indicator de supraîncălzire

2.5.8. Umidificare și deumidificare

2.5.8.1. Umidificare

2.5.8.2. Dezumidificare

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

2.5.10. Calcul simplificat al duratei perioadelor de încălzire/răcire

CAPITOLUL 2. ANVELOPA CLĂDIRII

2.1 Elemente de construcții și parametri termoenergetici asociați

2.1.1 Prevederi generale

Capitolul 2 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 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 calculul higrotermic al elementelor componente ale anvelopei se vor respecta prevederile din reglementarea tehnică C107-2005 cu completările și modificările ulterioare, care a fost elaborată pe baza prevederilor din standardele europene; în cele ce urmează se tratează numai aspectele noi rezultate din revizuirile recente ale acestora și din observațiile semnalate de auditorii energetici, de asociațiile profesionale, autoritățile publice implicate și de firmele de construcții.

Pentru caracteristicile termotehnice ale materialelor de construcție, vor fi utilizate tabelele cu valori de calcul din reglementarea tehnică C107-2005 și cele din **Anexa A2.1**. Până la revizuirea reglementării tehnice C107-2005, pentru alte materiale, se vor consulta standardele europene **SR EN ISO 10456:2009 + SR EN ISO 10456AC:2010**. Valori tabelare pentru proiectare și proceduri pentru determinarea valorilor termice declarate și de proiectare și **SR EN 1745:2012** precum și reglementarea tehnică MP 022-02 .

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 10077-1:2017**, **SR EN ISO 10077-2:2017**). 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 52022-1,2,3**, **SR EN 13363-1 + A1/AC 2008:2011**, **SR EN 13363-2:2006** (**Anexele A2.2, A2.3 și A2.4**)

Au fost introduse prevederi referitoare la calculul specific pereților cortină (conform **SR EN ISO 12631:2017**) în **Anexa A2.5**.

Este prezentat un calcul simplificat, în regim staționar, pentru elementele în contact cu solul elaborat pe baza prevederilor din **SR EN 12831 – 1: 2017**, cu o propunere autohtonă (**Anexa A2.6**). **Anexa A2.7** prezintă o metodă de calcul în regim nestaționar, însoțită de exemple de calcul, elaborate pe baza prevederilor 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.

Anexa A2.8 se referă la factorul de temperatură superficială – parametru de evaluare a gradului de izolare a elementului de anvelopă și a riscului de condens superficial.

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 (**Anexa A2.9**).

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 2.1.1.1.

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.

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 de spații 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.

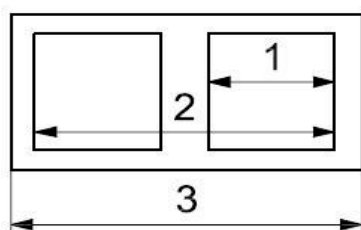
2.1.3 Convenții de stabilire a caracteristicilor dimensionale ale elementelor de anvelopă (parametri geometrici) necesare pentru calculul valorilor parametrilor de performanță termică.

Anvelopa unei clădiri este alcătuită dintr-o serie de suprafețe prin care are loc 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 construcție care intră în alcătuirea anvelopei clădirii, cu relația:

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

Aria anvelopei se determină, conform convenție 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 2.1).



Legenda

1 Dimensiune interioară

2 Dimensiune interioară totală

Figura 2. 1. Sistem de dimensiuni

Volumul 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 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;
- verandele, precum și balcoanele și logiile închise cu tâmplărie exterioară.

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 pereții dintre casa scării și pod și planșeul sau acoperișul de peste casa scării.

Volumul util al clădirii – V_u – reprezintă volumul corespunzător ariei utile A_u a spațiului condiționat, 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).

$$V_u = \sum V_j \quad [\text{m}^3] \quad (2.2)$$

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

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 scărilor 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/FDIS 9836:2017).

Ca principiu general, suprafețele elementelor de construcție perimetrice care alcătuiesc împreună anvelopa clădirii, se delimitează 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:

- intersecția dintre pereții exteriori și planșeul de terasă (în zona aticului sau a cornișei);
- intersecția dintre pereții exteriori și planșeul de pod (în zona streșinii);
- intersecția dintre pereții exteriori și planșeul peste subsolul neîncălzit (în zona soclului);
- intersecția dintre pereții exteriori și placa pe sol (în zona soclului);

- colțurile verticale (ieșinde și intrânde) formate la intersecția dintre doi pereți exteriori ortogonali;
- punctele termice verticale de la intersecția pereților exteriori cu pereții interiori structurali (de ex. stâlpișori din beton armat monolit protejați sau neprotejați, pereții din beton armat adiacenți logiilor, ș.a.);
- intersecția 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 Parametrii definitorii pentru caracterizarea higro-termică a materialelor

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

rezistențe termice unidirecționale (R), respectiv transmitanțe termice unidirecționale (U), rezistențe termice (R'), respectiv transmitanțe termice (U') corectate cu efectul punctelor termice; raportul dintre rezistența termică corectată și rezistența termică unidirecțională (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 ($U'_{clădire}$);

Alți parametri utilizați sunt:

- indicele de inerție termică D ,
- rezistența la difuzia vaporilor de apă,
- coeficienții de inerție termică (amortizare, defazaj),
- coeficientul de absorbție a suprafeței corelat cu culoarea și starea suprafeței,
- factorul optic pentru vitraje,
- raportul de vitrare etc.

Se determină următorii parametri:

- Rezistențele termice corectate ale elementelor de construcție (R'), respectiv transmitanțele termice corectate (U') - cu luarea în considerare a influenței punctelor termice, permițând :
 - compararea valorilor calculate pentru fiecare încăpere în parte, cu valorile normate/de referință: rezistențele termice, minime necesare din considerente igienico-sanitare și de confort (R'_{nec});
 - compararea valorilor calculate pentru 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 pentru 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 transmitanței termice corectate, medii, a anvelopei clădirii ($U'_{clădire}$); acești parametri se utilizează pentru determinarea consumului anual de energie total și specific (prin raportare la aria utilă a spațiilor încălzite) 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 construcție, permițând :
 - verificarea riscului de condens superficial, prin compararea temperaturilor minime cu temperatura punctului de rouă și calculul factorului de temperatură superficială f_R ;

- 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 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.

evaluarea indicilor globali de confort termic *PMV* și *PPD* și indicatorii disconfortului local - determinarea cărora, la clădirile de locuit existente, este facultativă; oportunitatea efectuării acestei verificări se va stabili de la caz la caz.

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 urmator, în funcție de valoarea raportului:

$$\frac{\left(\sum_j m_j \cdot A_j \right)}{A_d} \quad (2.3)$$

în care:

- m_j - masa unitară a fiecărui element de clădire component j , care intervine în inerția termică a acestuia, în kg/m²;
- A_j - aria utilă a fiecărui element de clădire j , determinată pe baza dimensiunilor interioare ale acestuia, în m²;
- A_d - aria desfășurată a clădirii sau părții de clădire analizate, în m².

Tabel 2. 1 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

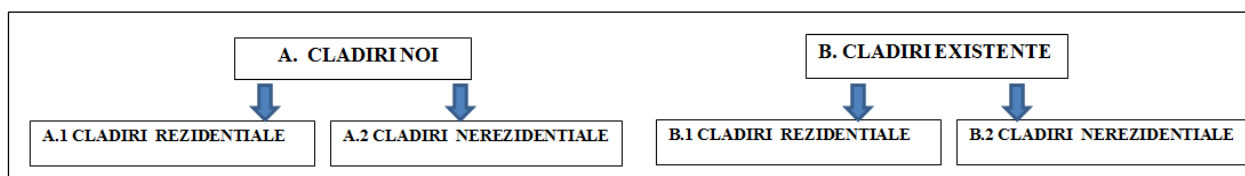
La determinarea clasei de inerție se va avea în vedere următoarele:

- dacă aria desfășurată a spațiului încălzit aferent clădirii analizate este mai mică sau egală cu 200 m², 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 m², calculul raportului dat de relația anterioară se va face pe o porțiune mai restrânsă, considerată reprezentativă pentru clădirea sau partea de clădire analizată.

2.2 Cerințe minime de performanță termică și energetică la nivelul anvelopei

Cerințele minime de performanță energetică pentru elementele de construcție 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. 2. Schema cerințelor minime**

A. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri noi

A.1 Clădiri rezidențiale

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

- pe elementele de construcție 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 [W/(m³K)] (valorile și modul de calcul se raportează în C107/2005 cu modificările și completările ulterioare);
 - b) consumul anual specific maxim de energie primară din surse neregenerabile pentru încălzirea clădirii.

Tabel 2. 2 Rezistențe termice corectate minime (valori normate)

ELEMENT DE ANVELOPĂ	$R'_{\min}$ [m ² K/W]	$U'_{\max}$ [W/m ² K]
Pereți exteriori (exclusiv suprafețele vitrate, inclusiv pereții adiacenți rosturilor deschise)	1,80	0,56
Tâmplărie exterioară	0,77	1,30
Planșee peste ultimul nivel, sub terase sau poduri	5,00	0,20
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

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

- $R'_m \geq R'_{\min}$ pentru fiecare element de clădire al clădirii, respectiv, $U' \leq U'_{\max}$ [W/(m²K)],
- $G \leq G_N$ [W/m³K]
- 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 supraterana < P+4, $q_{an,max}=153\text{kWh/m}^2\text{an}$ iar pentru clădiri cu regim de înălțime supraterana $\geq$ P+4 $q_{an,max}=117\text{kWh/m}^2\text{an}$.

A.2 Clădiri nerezidențiale

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

- pe elementele de construcție 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:
 - coeficientul global de izolare termică, $G1$ [W/(m³K)] (valorile și modul de calcul se regăsesc în C107/2005 cu modificările și completările ulterioare;
 - consumul anual specific maxim de energie primară din surse neregenerabile pentru încălzirea clădirii.

Tabel 2. 3 Consumul anual specific maxim $q_{an,max}$ de energie primară, pentru toate zonele climatice

Clădire nerezidențială	Consumul anual specific maxim a 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

B. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri existente

B.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 A1. Pentru clădirile rezidențiale pentru care nu se pot realiza cerințele minime pentru unul sau mai multe elemente de construcție ale clădirii, este obligatorie îndeplinirea condiției $R'_m \geq R'_{min}$, pentru fiecare element de clădire al clădirii, pentru unul sau mai multe elemente de construcție ale clădirii, este obligatorie îndeplinirea condiției $q_{an} \leq q_{an,max}$.

B.1 Clădiri nerezidențiale

La renovarea/renovarea majoră din punct de vedere energetic a clădirilor nerezidențiale existente, este obligatorie îndeplinirea condiției prevăzută la paragraful A2, respectiv, $q_{an} \leq q_{an,max}$.

C. Cerințe minime de confort higrotermic în clădirile noi

C.1 Cerințele minime de confort higrotermic pentru elementele de construcție care fac parte din anvelopa clădirii, precum și pentru ansamblul clădirilor noi și existente, sunt stabilite diferențiat pentru diverse categorii de clădiri:

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

C.2 Pentru clădirile rezidențiale și nerezidențiale, cerințele minime pe elementele de construcție ale clădirilor, din punct de vedere al confortului higrotermic, se referă la:

- 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 termoeconomice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/3 pentru diverse destinații și funcțiuni specifice. La elementele de construcție 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.
- rezistența termică corectată a elementului de construcție, 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 termoeconomice ale elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107/3;
- 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:

$$\theta_{si,min} \geq \theta_r \quad [^{\circ}\text{C}]$$

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 θ_{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.

C.3 Pentru clădirile rezidențiale și asimilate acestora, cerințele minime pe ansamblul clădirii, din punct de vedere al confortului higrotermic, 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. Cerința minimă se referă la numărul minim de schimburi de aer corespunzător clasei medii de permeabilitate, dar care nu poate fi mai mic de $0,5 h^{-1}$.

C.4 Pentru clădirile nerezidențiale, cerințele minime pe ansamblul clădirii, din punct de vedere al confortului higrotermic, 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 CO_2 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.

D. Cerințe minime de performanță energetică pentru clădiri cu consum de energie aproape egal cu zero

Cerințele minime de performanță energetică pentru clădirile noi cu consum de energie aproape egal cu zero privește consumul de energie primară și emisiile de CO_2 , care sunt prezentate distinct, pe categorii de clădiri și zone climatice, pentru orizontul de timp 01.01.2019 și 01.01.2021.

2.3 Rezistențe termice

2.3.1. Calculul rezistenței termice și a 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.

Calculul rezistenței termice unidirecționale, ține seama de prevederile din actele normative în vigoare (document recomandat: SR EN ISO 6946).

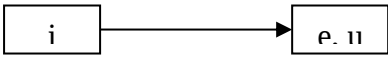
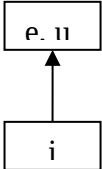
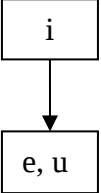
Rezistența termică unidirecțională a unui element de clădire alcătuit din unul sau mai multe straturi din materiale omogene, fără punți termice, inclusiv din eventuale straturi de aer neventilat, dispuse perpendicular pe direcția fluxului termic, se calculează cu relația :

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

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 10211:2017).

Tabel 2. 4. 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 construcție în contact cu:		Elemente de construcție în contact cu spații ventilate neîncălzite:	
	• exteriorul	• pasaje deschise (ganguri)	• subsoluri și pivnițe	• poduri
	h_i/R_{si}	h_e/R_{se}	h_i/R_{si}	h_e/R_{se}
	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}^{*)}$	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$
	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}^{*)}$	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$
	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{24}{0,042}^{*)}$	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{12}{0,084}$

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. 5. 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 construcție, cu excepția elementelor de construcție vitrate.

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

Relația de calcul a rezistenței termice se utilizează și pentru determinarea rezistenței termice în câmp curent, a elementelor de construcție 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 :

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

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: EN ISO 10211-1).

Pentru punțile termice liniare este mai operativ să se utilizeze metode simplificate pentru estimarea transmitanțelor termice liniare/coeficienților de transmisie termică liniară (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/coeficientul corectat de transmisie termică prin suprafață 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 .

Rezistența termică corectată se mai poate exprima prin relația :

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

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 precum și C107).

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 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

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 12831:2017.

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

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.

Documentul recomandat SR EN ISO 13789, acceptă, pentru elementele de construcție în contact cu solul, ipoteza utilizării condițiilor de calcul în regim termic staționar.

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 :

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

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 construcție 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 ($U'_{cladire}$), se calculează cu relația :

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

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

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

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

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

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

Documentul care definește, în România nivelul de performanță al clădirilor nZEB este ”Planului 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 Masuri de eficiență în clădiri, Anexa C Performanța energetică a clădiri nZEB (cu consum de energie aproape zero).

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

- clădiri de locuit de tip condominiu (blocuri de locuințe);
- 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 este caracterizată de consum redus de energie provenită din surse convenționale și utilizează surse regenerabile de energie într-o proporție stabilită prin procedura de definire a cerințelor minime, în conformitate cu prevederile art. 4 și art. 5 ale Directivei 2010/31/UE. Atât în cazul clădirilor noi cât și al celor existente incluse în programe naționale și locale de modernizare energetică, se urmărește ca soluțiile tehnice adoptate să satisfacă cerințele minime din punct de vedere al costurilor, determinate în concordanță cu prevederile Regulamentului delegat al UE nr. 244/2012.

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.

Sursele de energie sunt de două categorii:

- Surse care sunt cuprinse în sistemul de alimentare centralizată cu căldură care furnizează energie clădirii respective (hidroenergetice, solare, cogenerare de înaltă eficiență, geotermale, eoliene, etc.);
- Surse individuale, la nivelul proprietății care include clădirea (solare termice, solare, electrice, pompe de căldură, eoliene, biomasă, pile de combustie, etc.).

Urmare a analizei soluțiilor de clădire nZEB prin raportare la clădirile noi configurate conform normativului în vigoare (C 107/2010) s-a determinat eficiența economică a soluțiilor tehnice și durata de recuperare a investițiilor față de clădirea convențională. Analiza a vizat, în special, impactul sistemelor de asigurare a utilităților, al soluțiilor pasive de management energetic și al dotării clădirii cu surse regenerabile de energie (panouri solare termice, panouri fotovoltaice și pompe de căldură apă-apă). S-a considerat la toate cele trei tipuri de clădiri care fac obiectul analizei dotarea cu panouri fotovoltaice și cu echipamentul necesar utilizării în scopuri menajere (220 V monofazat) a energiei electrice (invertor, sistem de acumulare etc.). Panourile fotovoltaice au o eficiență de captare a energiei solare de 15 % și sunt amplasate pe acoperișul clădirilor. În toate cazurile azimutul este Sud. Înclinarea panourilor în raport cu planul orizontal

s-a determinat prin maximizarea energiei solare captate pe durata anului la nivel de suprafață unitară liber expusă. Valorile intensității radiației solare globale rezultă din prelucrarea valorilor orare caracteristice anului climatic tip. Sinteza acestor rezultate se prezintă în tabelul 3.17 - Exemple de clădiri NZEB – performanța energetică și economică (durata de recuperare a investițiilor față de clădirea convențională realizată conf. C107/2010).

Nivelul de performanță energetică al clădirii trebuie să asigure îndeplinirea standardului de clădire nZEB. În România, documentul Ordinul 386 din 2016 a stabilit nivelurile nZEB ce trebuie îndeplinite până în anul 2020 pentru diferite tipuri de clădiri reprezentative pentru situația mediului construit din România, dispuse în cele 5 zone climatice ale României (tabelul următor).

Tabel 2. 6. Nivelul de energie pentru clădirile al caror consum de energie este aproape zero

Zona climatică ^{*)}	Orizont	CATEGORII DE CLĂDIRI									
		CLĂDIRI DE LOCUIT INDIVIDUALE		CLĂDIRI DE LOCUIT COLECTIVE		CLĂDIRI DE BIROURI		CLĂDIRI DESTINATE ÎNVĂȚĂMÂNTULUI		CLĂDIRI DESTINATE SISTEMULUI SANITAR	
		Energie primară	Emisii CO ₂	Energie primară	Emisii CO ₂	Energie primară	Emisii CO ₂	Energie primară	Emisii CO ₂	Energie primară	Emisii CO ₂
		[kWh/m ² an]	[kg/m ² an]	[kWh/m ² an]	[kg/m ² an]	[kWh/m ² an]	[kg/m ² an]	[kWh/m ² an]	[kg/m ² an]	[kWh/m ² an]	[kg/m ² an]
I (-12°C)	2015	131	36	105	28	75	21	115	28	135	37
	31.12.2018	115	31	100	25	50	13	100	25	79	21
	31.12.2020	98	24	93	25	45	12	92	24	76	21
II (-15°C)	2015	147	42	112	30	93	27	135	37	155	43
	31.12.2018	121	34	105	28	57	15	120	25	97	27
	31.12.2020	111	30	100	27	57	15	115	30	97	26
III (-18°C)	2015	172	48	130	36	110	28	154	39	171	49
	31.12.2018	155	41	122	34	69	19	136	37	115	32
	31.12.2020	145	40	111	30	69	19	136	37	115	32
IV (-21°C)	2015	226	57	152	38	107	28	192	56	190	55
	31.12.2018	201	51	144	40	89	24	172	48	149	42
	31.12.2020	189	42	127	35	83	24	170	49	142	41
V (-24°C)	2015	248	78	178	48	127	29	210	58	214	58
	31.12.2018	229	57	152	38	98	28	192	56	174	49
	31.12.2020	217	54	135	37	89	24	185	53	167	48

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; Aceasta este identificată prin raportul suprafață exterioară pe volum interior (A/V). Un nivel de compactitate optim 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 reducere 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 aport 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. 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

- *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..)
- *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 confort interior adecvat funcțiunii clădirii

Proiectarea la nivel nZEB a anvelopei clădirii include următoarele aspecte:

(1) *Realizarea unui nivel de izolare termică care să asigure valorile rezistențelor termice cerute pentru nZEB* - La nivel European nu există valori impuse ale rezistențelor termice pentru clădirile nZEB. Cu toate acestea, se recomandă ca valorile elementelor anvelopei clădirii să asigure nivelul definit de valorile rezistențelor termice (i.e. transmitanțelor termice U), impuse de standardul de proiectare pasivă.

Tabel 2. 7. Valori medii U și R elemente anvelopei clădirii de locuit nZEB identificate în Europa (anul 2014)

Elementele anvelopei clădirii	Valori medii	
	U	R
Pereți exteriori	0,20	5,00
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) *Minimizarea punților termice*
- (3) *Utilizarea unor suprafețe vitrate performante*
- (4) *Evaluarea soluțiilor de anvelopă la transferul de masă*
- (5) *Utilizarea inerției termice a clădirii*
- (6) *Minimizarea infiltrațiilor prin zonele de neetanșitate ale clădirii*

2.5 . Determinarea necesarului de energie pentru incalzirea si/sau racirea cladirilor

2.5.1. Procedură de calcul

Etapele care trebuie urmate pentru a obține evaluarea necesarului de energie în clădirile dotate cu sisteme de încălzire, răcire, umidificare, dezumidificare, climatizare (încălzire si racire) 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 anvelopa 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, SR 1907, Normativ I5) precum și debitele de aer de ventilare necesare (proiect, Normativ I5) ;
- 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; pentru determinarea temperaturii interioare în clădiri, care se stabilește în regim liber (fără sisteme), se detaliază o metodă de calcul orar;
- Se stabilesc parametrii climatici exteriori, în funcție de amplasarea clădirii și de metoda de calcul aleasă (date lunare, orare) ;
- Se realizează zonarea termică a clădirii urmărind principiile din; această etapă este foarte importantă, deoarece calculul termic și energetic se realizează 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 greoaie nu este justificată în cazuri curente, în particular 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 în; pentru determinarea temperaturii interioare folosind metoda orară, la nivelul de tratare din această metodologie, se urmărește posibilitatea funcționării în regim liber, fără sisteme, folosind o secvență climatică corespunzătoare.

2.5.2. Zonarea termică

Pentru calculele performanței energetice, obiectul evaluat (clădire sau parte de clădire) este considerat ca o zonă termică unică sau este împărțit în mai multe zone termice.

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

Se disting următoarele etape:

- a) - pentru fiecare spațiu, este specificată categoria de spațiu, ținând seama de procedurile globale de evaluare a performanței energetice ;
- b) - toate spațiile alăturate care aparțin aceleiași categorii de spațiu sunt grupate într-o zonă termică;
- c) - în cazul unor deschideri mari între spații, acestea sunt incluse în aceeași zonă termică;
- d) - o zonă termică este împărțită astfel încât să nu conțină decât spații deservite de aceleași utilități;

e) - zonele incalzite, racite, climatizate (conform definiției, zona climatizată este o zonă de clădire, încălzită și răcită) alăturate pot să fie combinate, dacă condițiile termice de utilizare sunt identice sau similare;

f) - 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, cu scopul de a atinge o oarecare omogenitate în sistemul sau subsistemul din interiorul unei zone termice;

g) - 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;

Pentru fiecare dintre criteriile următoare, sunt considerate două părți diferite ale zonei termice, fiecare acoperind cel puțin 25% din suprafața utilă de pardoseală a zonei considerate. Ar fi neproductiv să se efectueze calcule detaliate pentru a evalua dacă aceste criterii sunt satisfăcute. Este deci suficient să se estimeze aproximativ proprietățile menționate, după criteriile de mai jos.

— se estimează că între cele două părți ale zonei termice, aporturile interne medii lunare (inclusiv pierderile recuperabile ale sistemului) plus aporturile solare dintr-o lună rece reprezentativă, diferă mai mult decât de trei ori. Aceasta nu se aplică dacă valoarea medie este mai mică de 15W pe m² de suprafață utilă de pardoseală.

În plus, dacă este implicat calculul necesarului sau sarcinilor de răcire sau calculul de temperatură interioară, zona termică trebuie împărțită dacă:

— se estimează că între cele două părți, capacitatea termică eficientă interioară (metodă lunară), diferă cu mai mult de două clase,

— se estimează că între cele două secțiuni, aporturile interne medii lunare, inclusiv pierderile recuperabile ale sistemului, plus aporturile solare ale unei luni calde reprezentative, diferă mai mult decât de trei ori. Aceasta nu se aplică dacă valoarea medie este inferioară la 30 W pe m² de suprafață utilă de pardoseală.

h) - zonele neincalzite, neracite, neclimatizate alăturate pot să fie combinate ;

i) - o zonă termică mică poate fi (re)combinată cu o zonă termică adiacentă dacă are același ansamblu de utilități, dar condiții de utilizare diferite;

j) - o zonă termică foarte mică poate fi (re)combinată cu o zonă termică adiacentă chiar dacă are un ansamblu diferit de utilități.

Anumite spații neincalzite, neracite, neclimatizate pot avea prin ipoteză, din motive de simplificare, aceleași condiții de utilizare ca și spațiile climatizate alăturate, urmând ca pe urmă să fie racordate la acestea. De exemplu: pod, scară, atrium și garaj.

Alegerea ipotezei că aceste spații neincalzite, neracite, neclimatizate au aceleași condiții de utilizare ca spațiile incalzite, racite, climatizate alăturate, poate avea o influență foarte importantă asupra performanței energetice calculate. De asemenea, alegerea de a include dimensiunea acestor spații, cum ar fi suprafața utilă de pardoseală, suprafața de referință de pardoseală sau volumul de referință, în dimensiunea clădirii poate avea o influență foarte importantă asupra indicatorului numeric pentru performanța energetică.

Nu este posibil să se aleagă zonele numai pe baza considerentelor fizice și geometrice ale clădirii, mai ales dacă sunt implicate infiltrații de aer, vitraje, punți termice și/sau suprafețe de pardoseală pe sol.

Spațiile care trebuie să fie considerate întotdeauna ca neclimatizate sunt următoarele:

— spații puternic ventilate (ca de exemplu: garaj, parcare acoperită). Un spațiu puternic ventilat este definit ca un spațiu cu un debit de ventilare permanentă de cel puțin 3 dm³/s pe m² de suprafață utilă de pardoseală ;

— spații cu deschidere mare spre exterior; un spațiu cu o deschidere mare spre aerul exterior este definit ca un spațiu care are una sau mai multe deschideri permanente cu o suprafață totală de cel puțin 0,003m² pe m² de suprafață utilă de pardoseală a acestui spațiu.

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 neincalzite, neracite, neclimatizate, alăturate spațiilor incalzite, racite, climatizate, sunt în general modelate în mod simplificat; totuși, dacă o zonă neincalzita, neracita, neclimatizata are un efect important asupra calculului global, ea poate fi considerată ca o zonă incalzita, racita, climatizata (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 zonă termică. Ușile care pot rămâne deschise frecvent sunt considerate ca deschideri mari permanente. O deschidere mare într-un spațiu către unul sau mai multe spații din anvelopa termică este considerat, ca și în cazul deschiderilor spre exterior, ca una sau mai multe deschideri permanente cu o suprafață totală de cel puțin $0,003 \text{ m}^2 \text{ pe m}^2$ de suprafață utilă de pardoseală a acestui spațiu. Dacă condițiile termice de utilizare sunt diferite între spații, în acest caz se aplică condițiile cele mai severe, cu excepția zonelor mici sau foarte mici, în care se aplică simplificările ultimelor două etape i) și j) menționate mai sus.

Condițiile termice de utilizare sunt definite ca reglaje minimale și maxime de temperatura și/sau de umiditate și perioada sau perioadele de reglare, ca număr de ore pe zi și de zile pe săptămână.

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

— diferența dintre reglajele de temperatură pentru încălzire (dacă este cazul) este mai mică de 4 K și diferența dintre reglajele de conținut de umiditate minim și maxim (dacă este cazul) este inferioară valorii de $0,2 \text{ kg/kg}$ aer uscat; și

— perioadele de funcționare zilnice nu diferă mai mult de trei ore; aceasta implică faptul că gruparea nu este permisă dacă o zonă termică este utilizată în timpul week-endului 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 ISO 52000-1, pentru subdivizarea zonelor termice.

Zonelor incalzite, racite, climatizate alăturate pot fi de asemenea combinate, pentru clădirile rezidențiale, dacă regula se aplică pentru media spațială a punctelor de calcul.

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

Se disting două tipuri de zone neincalzite, neracite, neclimatizate, referitoare la evaluarea proprietăților de transmisie termică și aprecierii corespunzătoare a transferului termic și a aporturilor din zona neclimatizată:

— zonă neincalzita, neracita, neclimatizată exterioară (ztue): închiderea interioară este luată ca limită pentru transmisia termică;

— zonă neincalzita, neracita, neclimatizată interioară (ztui): închiderea exterioară este luată ca limită pentru transmisia termică.

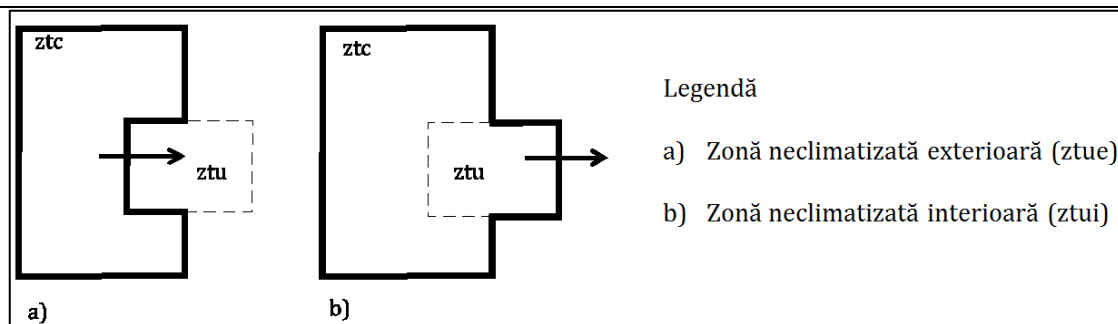


Figura 2. 3. Schema comparației între zonele neclimatizate exterioare și interioare

O zonă neincalzita, neracita, neclimatizată exterioară, ztue, este un tip « prin lipsă ».

O zonă neincalzita, neracita, neclimatizată interioară, ztui, este aplicabilă în cazul de situațiilor în care:

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

Pentru a avea suficientă omogenitate în bilanțul termic, divizarea se bazează pe trei criterii, „decea mai bună estimare a experților, și anume 4 W/m² aporturi interioare, plus 0,20 × 150 W/m² aporturi solare” ceea ce conduce la diferențe maxime de 34 W/m² (din SR EN ISO TR 52016-2(2017)).

Pentru a lua în considerare efectul unei zone neincalzite, neracite, neclimatizate, adiacentă unei zone incalzite, racite, neclimatizate, este necesar un factor de corecție. În cazul mai multor zone incalzite, racite, neclimatizate, este necesar și un factor de distribuție. Calculul pentru acești factori va fi detaliat în continuare.

Sunt date diferite metode pentru a lua în considerare efectul unei zone neincalzite, neracite, neclimatizate asupra transferului termic prin transmisie și ventilare și asupra aporturilor de căldură.

2.5.2.1. Temperatură calculată într-o zonă neincalzita, neracita, neclimatizata adiacentă

Temperatura în zona neincalzita, neracita, neclimatizata este necesară pentru a evalua, de exemplu, pierderile de căldură ale generatoarelor de căldură sau de frig, ale sistemelor de stocare și de distribuție (canale și conducte) situate în spațiul sau spațiile neclimatizate. Pentru simplificare, nu se face distincție între temperatura aerului și temperatura operativă.

Temperatura medie lunară într-o zonă neincalzita, neracita, neclimatizata exterioară sau interioară k , $\theta_{ztu,k;m}$, în °C, este dată de relația:

$$\theta_{ztu,k;H/C;m} = \theta_{e;a;m} + b_{ztu,k;m} \cdot (\theta_{calc;H/C;ztc;j;m} - \theta_{e;a;m}) \quad (2.13)$$

unde, pentru fiecare lună m :

$b_{ztu,k;m}$ este factorul de corecție pentru zona neincalzita, neracita, neclimatizata adiacentă k , în luna m , determinat în continuare ;

$\theta_{calc;H/C;ztc;j;m}$ este temperatura setată din zona incalzita, racita, climatizata adiacentă j pentru încălzire/răcire, în °C;

$\theta_{e;a;m}$ este temperatura (aerului) medie lunară a mediului exterior, în °C.

În cazul zonelor încălzite, racite, climatizate alăturate multiple, temperaturile sunt ponderate conform factorului de distribuție pentru transferul termic dintre zona încălzită, racită, climatizată ztc,j și zona neîncălzită, neracită, neclimatizată k , $F_{ztc,j;ztu,k;m}$,

Temperatura din zona neîncălzită, neracită, neclimatizată nu ia în considerare efectul aporturilor interne sau solare. Acestea (dacă este cazul), sunt atribuite zonei sau zonelor încălzite, racite, climatizate alăturate.

2.5.2.2. Factori de corecție și de distribuție

Factorul de corecție pentru zona neîncălzită, neracită, neclimatizată în luna m , $b_{ztu,k;m}$, este dat de:

$$b_{ztu;m} = \frac{H_{ztu,e;m}}{H_{ztu,tot;m}} \quad (2.14)$$

$$H_{ztu,tot;m} = \sum_j \left(H_{ztc,j;ztu;m} \right) + H_{ztu,e;m} \quad (2.15)$$

În cazul zonelor încălzite, racite, climatizate multiple, factorul de distribuție este dat de figura următoare:

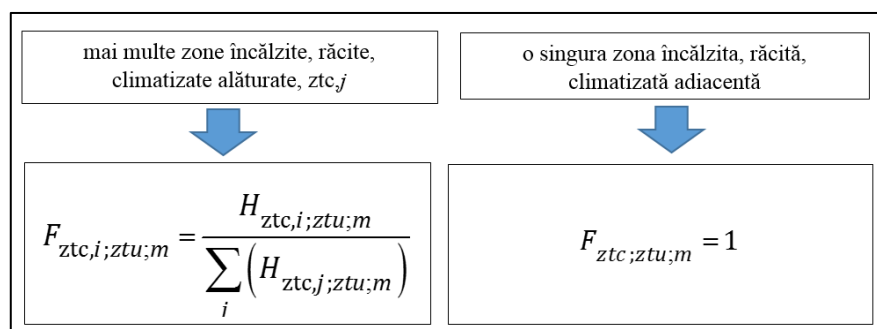


Figura 2. 4. Determinarea factorului de distribuție

unde

$F_{ztc,i;ztu;m}$ este factorul de distribuție pentru transfer termic între zona încălzită, racită, climatizată i și o zonă neîncălzită, neracită, neclimatizată adiacentă ztu , pentru luna m ;

$b_{ztu;m}$ este factorul de corecție pentru zona neîncălzită, neracită, neclimatizată adiacentă ztu , pentru lună m ;

$H_{ztu,e;m}$ este coeficientul de transfer termic dintre zona neîncălzită, neracită, neclimatizată ztu și mediul exterior pentru luna m , în W/K;

$H_{ztu,tot;m}$ este suma transmitanțelor termice între zona neîncălzită, neracită, neclimatizată ztu , și zonele încălzite, racite, climatizate alăturate și mediul exterior pentru luna m , în W/K;

$H_{ztc,j;ztu;m}$ este coeficientul de transfer termic dintre zona încălzită, racită, climatizată ztc,j și zona neîncălzită, neracită, neclimatizată ztu pentru luna m , în W/K;

ztc,j este indicele pentru oricare zonă încălzită, racită, climatizată adiacentă zonei neîncălzite, neracite, neclimatizate ztu .

$$H_{z_{tu};e;k;m} = \left(1 + c_{z_{tu};ve}\right) \cdot H_{tr;ue;k;m} \quad (2.16)$$

unde, pentru o zonă neincalzita, neracita, neclimatizata k , în lună m :

- $H_{z_{tu};e;k;m}$ este coeficientul de transfer termic între zona neincalzita, neracita, neclimatizata și mediul exterior, în W/K;
- $H_{tr;ue;k;m}$ este coeficientul de transfer termic prin transmisie între zona neincalzita, neracita, neclimatizata și mediul exterior, în W/K;
- $c_{z_{tu};ve}$ este un coeficient pentru a exprima contribuția prin lipsă a ventilării în coeficientul de transfer termic prin închiderea exterioară, Valoare indicată, $c_{z_{tu};ve} = 0,5$.

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

Pentru clădirile sau unitățile de clădiri rezidențiale, unde părți importante nu sunt incalzite, racite, climatizate (de exemplu dormitoare principale și/sau camere pentru oaspeți, birouri, poduri, spații «moderat climatizate»), temperatura setată pentru încălzire trebuie corectată. Sunt trei opțiuni pentru corecția temperaturii, care «ajustează» temperatura setată.

- zonă unică, fără corecție:

Atunci când clădirea sau unitatea de clădire rezidențială este calculată ca o zonă unică, z_{tc} : temperatura setată pentru clădirea sau unitatea de clădire, calculată ca o singură zonă z_{tc} , este egală cu temperatura setată a spațiilor complet incalzite, racite, climatizate.

- zonă unică, corecție:

Pentru încălzire:

Atunci când clădirea sau unitatea de clădire rezidențială este calculată ca o singură zonă z_{tc} , temperatura setată ajustată pentru toată clădirea sau unitatea de clădire, calculată ca o zonă unică z_{tc} , este egală cu temperatura setată a spațiilor complet climatizate, din care se deduce $\Delta\theta_{int;set;H,m}$:

$$\Delta\theta_{int;set;H;z_{tc};m} = \frac{\left(f_{mod;t} \cdot f_{mod;sp}\right) \times \left(f_{mod;sp} \cdot H_{H;e;spec;z_{tc};m}\right) \times \left(\theta_{int;set;H;stc} - \theta_{e;a;m}\right)}{\left(f_{mod;sp} \times H_{H;e;spec;z_{tc};m}\right) + H_{H;int;spec}} \quad (2.17)$$

unde, pentru clădirea sau unitatea de clădire ca zonă unică, z_{tc} , în lună m .

$H_{H;e;spec;z_{tc};m}$ este coeficientul de transfer termic specifică prin transmisie și prin ventilare în luna m , în W/(m²·K) determinată cu:

$$H_{H;e;spec;z_{tc};m} = \frac{H_{H;tr;z_{tc};m} + H_{H;ve;z_{tc};m}}{A_{use;z_{tc}}} \quad (2.18)$$

$H_{H;tr;z_{tc};m}$ este coeficientul de transfer termic global prin transmisie, în W/K;

$H_{H;ve;z_{tc};m}$ este coeficientul global de transfer termic prin ventilare, în W/K;

$A_{use;z_{tc}}$ este suprafața utilă a pardoselii, în m²;

$f_{mod;t}$ este fracția adimensională (fixă) considerată prin ipoteză, ca timpul în care partea climatizată moderat (în medie) este utilizată mai curând la un nivel de confort moderat decât la nivelul de confort maxim ; ca valoare prin lipsă se poate considera :
 $f_{mod;t} = 0,8$;

$f_{\text{mod;sp}}$	este fracția adimensională (fixă) considerată prin ipoteză ca spațiul din partea clădirii climatizată moderat, ca valoare prin lipsă se poate considera : $f_{\text{mod;sp}} = 0,5$;
$H_{\text{H;int;spec}}$	este coeficientul de transfer termic interior global, considerat prin ipoteză pe m^2 de suprafață utilă de pardoseală în $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, ca valoare prin lipsă se poate considera : $H_{\text{H;int;spec}} = 2$;
$\theta_{\text{int;set;H;stc}}$	este temperatura setată pentru spațiul sau spațiile complet climatizate, în $^{\circ}\text{C}$;
$\theta_{\text{e;a;m}}$	este temperatura medie lunară a aerului exterior, în $^{\circ}\text{C}$.

Pentru răcire:

Temperatura setată pentru o clădire întreagă sau o unitate de clădire, calculată ca o zonă unică ztc, este prin ipoteză egală cu temperatura setată din spațiile climatizate .

- zone termice necuplate: Calculul se efectuează pentru zone diferite, necuplate din punct de vedere termic. În această opțiune, schimbul termic interior prin transmisie termică, ventilare și circulația aerului între zone, este ignorat.

2.5.3. Calculul necesarului de energie pentru climatizare (încălzire și răcire) folosind metoda de calcul lunar

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 sistemelor tehnice ale clădirii. Acest calcul se efectuează în situația în care, pentru categoria de spațiu dată, condițiile interioare necesită un sistem de încălzire și/sau de răcire, dar acesta este absent sau subdimensionat. Face excepție unitatea de recuperare de căldură din sistemul de ventilare care trebuie de obicei inclusă în calculele necesarului de bază, pentru a evita o diferență majoră a calculului, față de modul de funcționare și pentru a evita contradicții la alegerea unei unități de recuperare de căldură.

Calculul necesarului de căldură **propriu** al sistemului ia în considerare influența sistemelor asupra căldurii necesare. Printre acestea sunt :

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

Durata sezonului de încălzire, de răcire și de umidificare (dezumidificare) este definită ca timp de funcționare al sistemelor tehnice respective. Ea trebuie să fie luată în considerare în calculul propriu al sistemelor. Durata sezonului poate fi mai scurtă decât cea rezultată din calculul necesarului de bază, datorită suprimării necesarului în afara sezonului sau din cauza luării în considerare a pierderilor referitoare la sistem, în perioadele în care acesta nu este necesar.

În cazul aplicării acestei categorii de calcul, uneori este necesară repetarea calculelor lunare datorită interacțiunii dintre cerințele calculelor cu caracteristicile specifice și de reglare ale sistemelor tehnice ale clădirii.

În cazul unui sistem de încălzire sau de răcire subdimensionat sau absent, nu există nicio situație echitabilă pentru compararea performanței energetice cu cea a altor clădiri; această situație se poate finaliza print-un avertisment clar sau o penalitate.

2.5.3.1. Calculul necesarului de bază și al necesarului propriu (specific) al sistemului, pentru spații climatizate (încălzite/răcite)

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

Din cauza pasului de timp de calcul lunar, interacțiunile variabile în timp cu sistemele tehnice din clădire sunt modelate într-un mod simplificat, introducând coeficienți de corelare. Valorile acestor coeficienți sunt funcții de climat, de comportamentul utilizatorului, de tipul de sistem și de modul de reglarea sistemului.

Încălzirea și răcirea în cursul aceleiași luni sunt stabilite făcând două calcule separate, fiecare cu valori corespunzătoare pentru diferitele variabile și parametri, în condiții reprezentative pentru încălzire sau răcire (de exemplu, pentru ventilare, recuperarea de căldură, protecție solară, etc.).

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

2.5.3.1.1. Transferul termic total și aporturile totale de căldură – formule generale

Calculul include componentele energiei care traversează lunar anvelopa clădirii (sau a zonei termice), între interior și exterior și energia provenită de la sursele interioare de căldură și umiditate. Acestea sunt reprezentate sintetic în figura următoare:

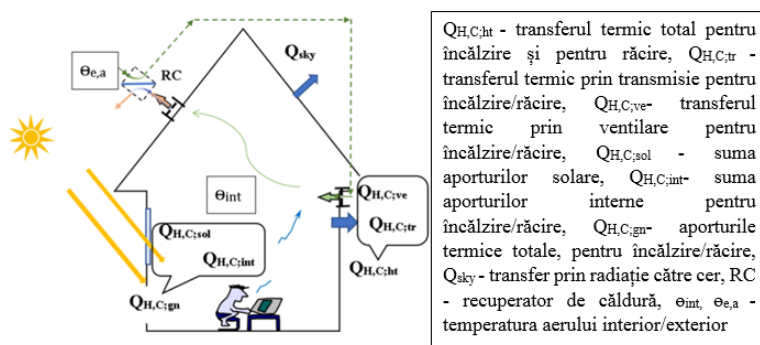


Figura 2. 5. Componente ale energiei care intră/ies din clădire, incluse în calculul necesarului de energie pentru încălzire/răcire

Notă: În 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).

Pentru fiecare zonă și pentru fiecare lună, transferul termic total pentru încălzire și pentru răcire, $Q_{H,ht;ztc;m}$ și $Q_{C,ht;ztc;m}$, în kWh, sunt calculate cu formulele din schema următoare:

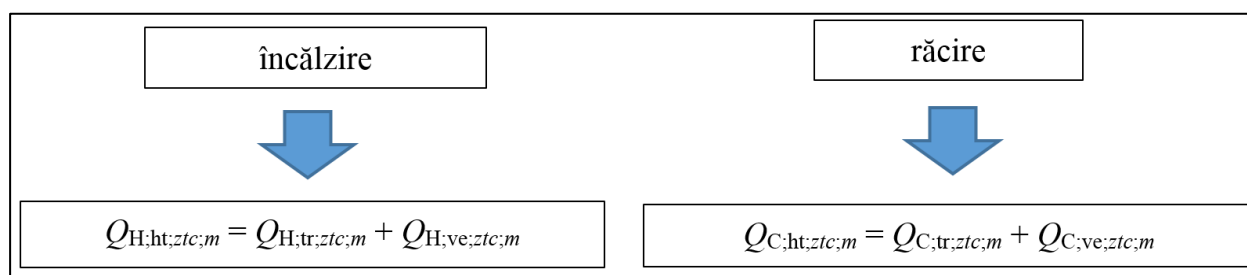


Figura 2. 6. Transferul termic total

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m:

$Q_{H,tr;ztc;m}$ este transferul termic prin transmisie pentru încălzire, în kWh;

$Q_{H;ve;ztc;m}$ este transferul termic prin ventilare pentru încălzire, în kWh;

$Q_{C;tr;ztc;m}$ este transferul termic prin transmisie pentru răcire, în kWh;

$Q_{C;ve;ztc;m}$ este transferul termic prin ventilare pentru răcire, în kWh.

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:

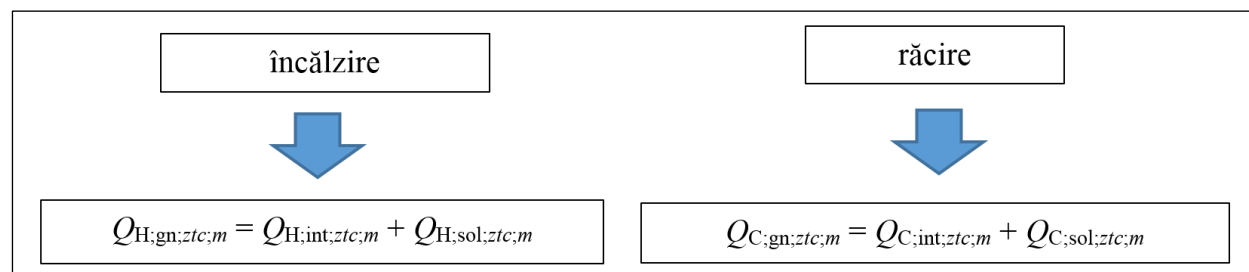


Figura 2. 7. Aporturile termice totale

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{H;int;ztc;m}$ este suma aporturilor interne pentru încălzire, în kWh;

$Q_{H;sol;ztc;m}$ este suma aporturilor solare pentru încălzire, în kWh;

$Q_{C;int;ztc;m}$ este suma aporturilor interne pentru răcire, în kWh;

$Q_{C;sol;ztc;m}$ este suma aporturilor solare pentru răcire, în kWh.

Transferul termic total prin transmisie pentru încălzire și pentru răcire, $Q_{H;tr;ztc;m}$ și $Q_{C;tr;ztc;m}$, în kWh, este calculat cu următoarele relații:

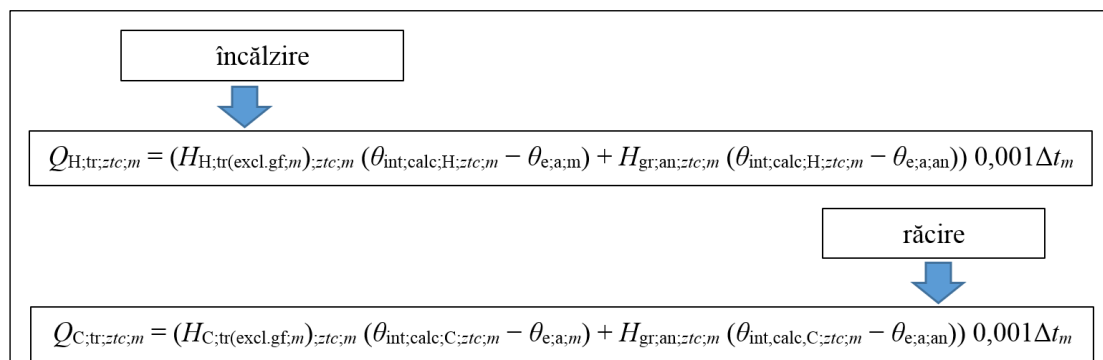


Figura 2. 8. Transferul termic total prin transmisie

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$H_{H/C;tr(excl.gf);ztc;m}$ este 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;

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

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

$H_{gr;an;ztc;m}$ este coeficientul de transfer termic al solului pentru elementele de clădire în contact termic cu solul, inclusiv pardoselile pe pământ, pardoselile peste subsol tehnic și subsol, pentru zona termică ztc și luna m , bazat pe diferența de temperatură anuală, în W/K;

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

Δt_m este durata lunii m , în ore.

NOTA 1 Prin convenție, transferul termic prin transmisie și prin ventilare este pozitiv de la interior către exterior (pierdere de căldură). Transferul termic sau o parte din transferul termic poate prezenta un semn negativ pentru o anumită perioadă și în acest caz, căldura este adăugată zonei.

NOTA 2 Coeficientul de transfer termic prin transmisie a elementelor de clădire în contact termic cu solul, $H_{gr;ztc;m}$ se bazează pe diferența medie anuală de temperatură (vezi capitolul 2.3).

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

$$H_{H/C;tr(excl.grnd.flr);ztc;m} = \sum_k \left(H_{H/C;el;k;m} \right) + H_{tr;tb;ztc} \quad (2.19)$$

unde, pentru fiecare lună m :

$H_{H/C;el;k;m}$ este coeficientul global de transfer termic prin transmisie (coeficientul de transfer termic) pentru încălzire, respectiv răcire, pentru elementul de clădire k , în luna m , determinat ca mai jos, în W/K;

$H_{tr;tb;ztc}$ este coeficientul de transfer termic globală a punților termice în zona încălzită/răcită ztc , în W/K.

Coeficientul global de transfer termic prin transmisie pentru încălzire, respectiv răcire, pentru elementul de clădire k , în luna m , $H_{H/C;el;k;m}$, în W/K, este calculat conform schemei următoare:

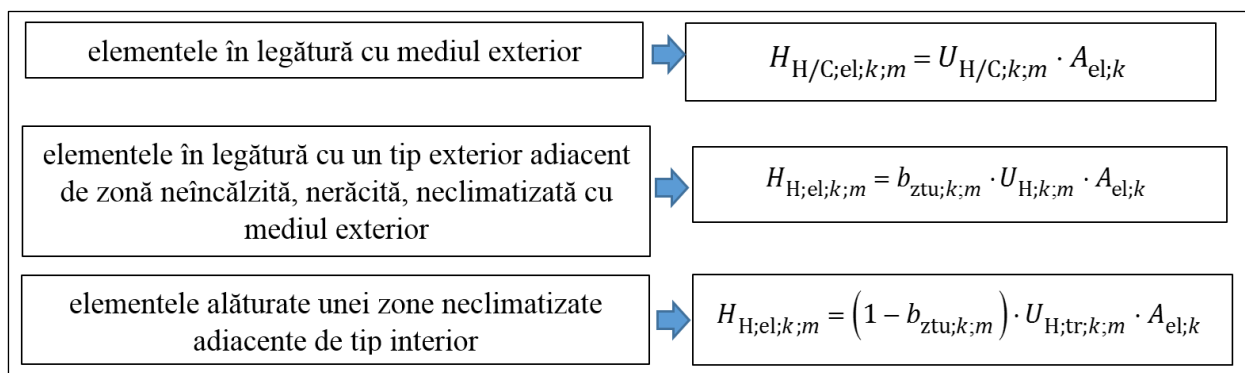


Figura 2. 9. Coeficientul global de transfer termic prin transmisie

Coeficientul de transmisie termică pentru fiecare element de clădire fără legătură cu solul, $U_{H/C;m}$, este obținut separat: pentru elementelor de clădire opace, $U_{H/C;op}$, pentru ferestre și uși, U_w și U_d .

Pentru situații particulare, cum este cazul ferestrelor cu obloane, coeficientul de transfer termic al unei ferestre cu obloanele închise, U_{wsht} , în W/(m²·K), se determină pe baza standardului SR EN ISO 13789. Acest standard permite și calculul coeficientului de transfer termic pentru fațade ușoare, U_{cw} . Valoarea medie lunară ponderată pentru coeficientul de transfer termic cu obloanele deschise și închise se stabilește în continuare.

Coeficientul de transfer termic global pentru punțile termice, $H_{tr;tb;zt}$, în W/K, este calculat cu formula următoare:

$$H_{tr;tb;zt} = \sum_k \left(l_{tb;k} \cdot \Psi_{tb;k} \right) \quad (2.20)$$

unde, pentru zona termică zt :

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

$\Psi_{tb;k}$ este transmitanța termică a unei punți termice lineare k , în $W/(m \cdot K)$.

Transferul termic prin ventilare se determina cu metoda care ia în considerare separat, toate fluxurile de aer care pătrund 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/zona. În cazul tratării aerului introdus, consumul de energie pentru tratarea și vehicularea aerului nu este inclus în acest calcul.

În cazul în care o componentă a sistemului de ventilare are o temperatură de introducere diferită de temperatura aerului exterior netratat, temperatura de introducere a debitului de aer al componentei k , $\theta_{sup;k;H/C;m}$, trebuie determinată în funcție de concepția sistemului de ventilare/climatizare.

Aceasta nu se aplică la încălzire sau la răcire cu aer (sisteme numai aer), unde temperatura de introducere este reglată pe baza temperaturii interioare.

Un factor de corecție dinamică pentru elementul de flux de aer k , $f_{ve;dyn;k;m}$ corectează diferențele semnificative între scenariile adoptate.

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

$$Q_{H/C;ve;ztc;m} = H_{H/C;ve;ztc;m} \cdot (\theta_{int;calc;H/C;ztc} - \theta_{e;a;m}) \cdot \Delta t_m \quad (2.21)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

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

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

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

Δt_m este durata din luna m , în h.

Deoarece în metoda de calcul lunar adoptată, se consideră că zonele termice nu sunt cuplate, debitul de aer dinspre spațiul adiacent este ignorat.

Coeficientul de transfer termic prin ventilare pentru zona ztc și luna m , pentru încălzire și răcire, $H_{H/C;ve;ztc;m}$, trebuie obținut conform uneia din următoarele două metode.

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

$$H_{H/C;ve;ztc;m} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_k (b_{ve,k;H/C;m} \cdot q_{V,k;H/C;m} \cdot f_{ve, dyn;k;m}) \quad (2.22)$$

unde, pentru fiecare lună m :

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

$\rho_a \cdot c_a$ este capacitatea termică volumică a aerului, în $J/(m^3 \cdot K)$;

$q_{V,k;H/C;m}$ este media temporală lunară a debitului de aer pentru componenta k a debitului de aer care pătrunde în zona termică, pentru încălzire/răcire, în m^3/s ; aceste debite sunt tratate în detaliu în SR EN 16798-7;

$b_{ve,k;H/C;m}$ este factorul adimensional de corecție a temperaturii pentru componenta k a debitului de aer, pentru încălzire/răcire, determinată ca mai jos ;

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

k reprezintă fiecare din componentele distincte ale debitului de aer cum sunt : infiltrația aerului, ventilarea naturală, ventilarea mecanică și/sau ventilarea suplimentară pentru răcire nocturnă.

În general, factorul de corecție de temperatură, $b_{ve,k;H/C;m}$, pentru debitul de aer k este determinat cu:

$$b_{ve,k;H/C;m} = \frac{(\theta_{calc;H/C;m} - \theta_{sup,k;H/C;m})}{(\theta_{calc;H/C;m} - \theta_{e;a;m})} \quad (2.23)$$

unde, pentru fiecare lună m :

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

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

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

Valoarea $b_{ve,k;H/C;m} \neq 1$ dacă temperatura de introducere, $\theta_{sup,k;H/C;m}$, nu este egală cu temperatura mediului exterior; aceasta poate apare în cazul în care aerul intră din spații alăturate sau dacă trece printr-un recuperator, fără a mai fi tratat suplimentar; pentru oricare alte situații.

Pentru ventilare, inclusiv pentru infiltrația aerului dintr-un tip de zonă neclimatizată, exterioară sau interioară, factorul de corecție de temperatură, $b_{ve,k;H/C;m}$, pentru debitul de aer k este egal cu factorul de corecție pentru zonele neclimatizate:

$$b_{ve,k;H/C;m} = b_{ztu;m} \quad (2.24)$$

unde, pentru fiecare lună m :

$b_{ve,k;H/C;m}$ este factorul de corecție de temperatură pentru debitul de aer k , pentru încălzire/răcire;

$b_{ztu;m}$ este factorul de corecție pentru zona neclimatizată ztu (cf. relația de determinare $b_{ztu,k;m}$).

2.5.3.1.2. Aporturi de căldură interne

A. Aporturi de căldură interne globale

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 formula următoare:

$$Q_{H/C;int;ztc;m} = Q_{H/C;int;dir;ztc;m} \quad (2.25)$$

Dar, în cazul uneia sau mai multor zone neîncălzite, neracite, neclimatizate alăturate :

$$Q_{H/C;int;ztc;m} = Q_{H/C;int;dir;ztc;m} + \sum_{k=1}^n \left[(1 - b_{ztu,k;m}) \cdot F_{ztc;ztu,k;m} \cdot f_{gn;max;H;ztu,k;m} \cdot Q_{H/C;int;dir;ztu,k} \right] \quad (2.26)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

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

$b_{ztu,k;m}$ este factorul de corecție pentru zona neclimatizată adiacentă k ;

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

$f_{gn;max;H;ztu,k;m}$ este factorul de reducere pentru a evita supraestimarea aporturilor în zona climatizată k pentru modul de încălzire, în W/K;

$Q_{H/C;int;dir;ztu,k;m}$ reprezintă aporturile interne lunare de tipul interior sau exterior din zona neîncălzită, neracită, neclimatizată adiacentă k , pentru încălzire/răcire, în kWh. Aporturile interne în zona neclimatizată ztu , $Q_{int;dir;ztu,m}$, în kWh, pentru luna m , se

calculează la fel cu cele dintr-o zonă încălzită, racită, climatizată.

A1. Surse de aporturi de căldură interne

Pentru fiecare zonă climatizată sau neclimatizată zt și pentru fiecare lună m , aporturile de căldură al surselor de căldură interne într-o zonă, pentru încălzire/răcire, climatizată sau nu, $Q_{int,dir,zt}$, în kWh, sunt calculate cu formula următoare:

$$Q_{H/C,int,dir,zt,m} = \left(Q_{H/C,spec,int,oc,zt,m} + Q_{H/C,spec,int,A,zt,m} + Q_{H/C,spec,int,L,zt,m} + Q_{H/C,spec,int,WA,zt,m} + Q_{H/C,spec,int,HVAC,zt,m} + Q_{H/C,spec,int,proc,zt,m} \right) \times A_{use,zt} \quad (2.27)$$

unde, pentru zona termică zt și luna m :

$Q_{H/C,spec,int,oc,zt,m}$ reprezintă aporturile de căldură interne specifice de la căldura metabolică a ocupanților, pentru încălzire/răcire, detaliate în modul PEC M1-6, în kWh/m²;

$Q_{H/C,spec,int,A,zt,m}$ reprezintă aporturile de căldură interne specifice de la căldura disipată de aparate, pentru încălzire/răcire, detaliate în modul PEC M1-6, în kWh/m²;

$Q_{H/C,spec,int,L,zt,m}$ reprezintă aporturile de căldură interne specifice din pierderile recuperabile de la iluminat, pentru încălzire/răcire, detaliate în modul PEC M9-1, în kWh/m²;

$Q_{H/C,spec,int,WA,zt,m}$ reprezintă aporturile de căldură interne specifice din pierderilor recuperabile ale sistemelor de apă, apă caldă și ape uzate, pentru încălzire/răcire, detaliate în module PEC M3-1 și M8-1, în kWh/m²;

$Q_{H/C,spec,int,HVAC,zt,m}$ reprezintă aporturile de căldură interne specifice din pierderilor recuperabile ale sistemelor de încălzire, răcire și ventilare sau către acestea, pentru încălzire/răcire, în kWh/m²; pentru calculul necesarului de energie propriu al sistemului, se vor folosi valori specifice sistemului;

$Q_{H/C,spec,int,proc,zt,m}$ reprezintă aporturile de căldură interne specifice de la pierderilor recuperabile din procedee și mărfuri sau către acestea, pentru încălzire/răcire, conform normei indicate în modulul PEC M1-6.

$A_{use,zt}$ este suprafața utilă de pardoseală a 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, pentru încălzire/răcire, sunt determinate conform surselor disponibile. Pot apare următoarele două situații:

1. dacă sursa dă direct valoarea lunară cumulată a unui aport, valoarea este direct utilizată ca intrare pentru metoda de calcul lunar;
2. dacă sursa furnizează numai valori orare, trebuie aplicată procedura următoare:
 - a. se consideră o subperioadă din lună care se repetă ;
 - b. se calculează valoarea cumulată a tuturor aporturilor orare pentru subperioadă ;
 - c. se convertește valoarea subperioadei la durata completă a lunii respective (luând în considerare durata variabilă a lunilor).

În tabelul următor sunt date valori „prin lipsă” de fluxuri de căldură degajate la interior, preluate standardul SR EN 15316-1.

Tabel 2. 8. Valori «prin lipsă» pentru aporturi interne – din SR EN 15316-1

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

Spitale	4,0·W/m ²
---------	----------------------

A2. Aporturi solare

Pentru o zonă încălzită, răcită, climatizată ztc , aporturile solare, pentru încălzire/răcire, $Q_{H/C;sol;ztc;m}$, în kWh, sunt calculate cu formula următoare:

$$Q_{H/C;sol;ztc;m} = Q_{H/C;sol;dir;ztc;m} \quad (2.28)$$

Dar, în cazul uneia sau mai multor zone neclimatizate alăturate:

$$Q_{H/C;sol;ztc;m} = Q_{H/C;sol;dir;ztc;m} + \sum_{k=1}^n \left[(1 - b_{ztc,k;m}) \cdot F_{ztc;ztc,k;m} \cdot f_{gn,max;H;ztc,k;m} \cdot Q_{H/C;sol;dir;ztc,k} \right] \quad (2.29)$$

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

Pentru fiecare zonă **climatizată sau neclimatizată** zt și pentru fiecare lună m , aporturile solare într-o zonă climatizată sau nu, pentru încălzire/răcire, $Q_{sol;dir;zt}$, în kWh, sunt calculate cu formula următoare:

$$Q_{H/C;sol;dir;zt;m} = \sum_{k=1} Q_{H/C;sol;wi,k} + \sum_{k=1} Q_{H/C;sol;op,k} \quad (2.30)$$

unde, pentru fiecare element k și lună m :

- $Q_{H/C;sol;wi,k;m}$ reprezintă aporturile solare lunare prin elementul transparent wi,k , pentru încălzire/răcire, determinate în continuare, în kWh;
- $Q_{H/C;sol;op;l;m}$ reprezintă aporturile solare lunare prin elementul opac k , pentru încălzire/răcire, determinate în continuare, în kWh.

Fluxul termic datorat aporturilor solare prin elementul de anvelopă transparent (fereastră) wi , $Q_{H/C;sol;wi;m}$, în kWh, este calculat cu formula următoare:

$$Q_{H/C;sol;wi} = g_{gl;wi;H/C;m} \cdot A_{wi} \cdot (1 - F_{fr;wi}) \cdot F_{sh;obst;wi;m} \cdot H_{sol;wi;m} - Q_{sky;wi;m} \quad (2.31)$$

unde, pentru fiecare fereastră wi și lună m :

- $g_{gl;wi;H/C;m}$ este coeficientul adimensional, mediu lunar eficace de transmisie a energiei solare totale, pentru încălzire/răcire – vezi relația următoare;
- A_{wi} este suprafața ferestrei wi , determinată cu proprietățile de transmisie termică, în m²; în cazul elementelor debordante, trebuie utilizată suprafața proiectată;
- $F_{fr,wi}$ este fracția de suprafață a cadrului ferestrei wi , deci raportul dintre suprafața proiectată a cadrului și suprafața proiectată totală a elementului vitrat wi ; în lipsă de

- date reale, se consideră $F_{fr,wi} = 0,25$;
- $F_{sh;obst;wi;m}$ este factorul de umbrire adimensional pentru obstacole exterioare, detaliat în standardul SR 52012-1, Anexa F;
- $H_{sol;wi;m}$ este intensitatea radiației solare lunare pe suprafața elementului, înclinată cu un unghi de înclinare față de orizontală β_{wi} și un unghi de orientare γ_{wi} , în W/m^2 ; se obține din date climatice pentru suprafețe verticale cu diferite orientări și pentru suprafețe orizontale; pentru alte unghiuri de înclinare β_{wi} , intensitatea trebuie calculată – o metodă este dată în M1-13 (EN ISO 52010-1);
- $Q_{sky;wi;m}$ este fluxul termic suplimentar lunar datorat radiației termice către cer, în kWh;
- β_{wi} este unghiul de înclinare al ferestrei wi (măsurat de la orizontală în sus), obținut din datele geometrice ale elementului de clădire, în grade;
- γ_{wi} este unghiul de orientare al ferestrei wi , obținut din datele geometrice ale elementului de clădire, în grade (exprimat ca unghi de azimut geografic al proiecției orizontale a normalei la suprafața înclinată; convenția este: orientare sud ($\gamma_{wi} = 0$), orientare est-positiv ($\gamma_{wi} = 90^0$), orientare vest - negativ ($\gamma_{wi} = -90^0$)).

Coefficientul de transmisie a energiei solare totale depinde de unghiul de incidență (înălțime și azimut) al radiației solare incidente. Valoarea medie ponderată în timp, necesară calculului, este puțin inferioară lui $g_{gl;n}$. Pentru corecție, se utilizează factorul F_w , introdus în formula următoare:

$$g_{gl;wi} = F_w \cdot g_{gl;n;wi} \quad (2.32)$$

unde

$g_{gl;wi}$ este coeficientul de transmisie a energiei solare totale (corectat după unghiul de incidență);

F_w este un factor de corecție ; pentru vitraj nedifuzant, F_w este dat în tabelul urmator.

Tabel 2. 9. Factori relativi la transmisia energiei solare

Factori de corecție și de ponderare pentru vitraje transparente nedifuzante și difuzante și storuri					
F_w		a_g	alt_g		
0,90		0,75	45		
Valori prin lipsă ale coeficientului total de transmisie a energiei solare la o incidența normală, g_n , pentru tipurile obișnuite de sticlă presupunând o suprafață curată și un geam normal, necolorat și nedifuzant					
Tip			g_n		
Vitraj simplu			0,85		
Vitraj dublu			0,75		
Vitraj dublu, acoperire selectivă cu emisivitate redusă			0,67		
Vitraj triplu			0,7		
Vitraj triplu, două acoperiri selective cu emisivitate redusă			0,5		
Fereastră dublă			0,75		
Valori prin lipsă ale factorului de reducere, pentru tipurile obișnuite de storuri					
Tip de stor		Proprietăți optice ale storului		Factor de reducere cu	
		absorbție	transmisie	stor la interior	stor la exterior
Storuri venetiene 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

Pentru ferestre cu geam difuzant sau cu dispozitive de umbrire, factorul de transmisie a energiei solare pentru radiația perpendiculară pe vitraj (incidență normală), $g_{gl;n}$, poate să subestimeze în mod semnificativ factorul de transmisie a energiei solare mediat în timp. Factorul de transmisie a energiei solare totale, corectat în funcție de unghiul de incidență, este calculat conform sumei ponderate ca în formula următoare:

$$g_{gl;wi} = a_{gl} \cdot g_{gl,alt;wi} + (1 - a_{gl}) \cdot g_{gl,dif;wi} \quad (2.33)$$

$g_{gl;wi}$ este coeficientul total de transmisie a energiei solare a vitrajului ferestrei wi ;

a_{gl} este un factor de ponderare, reprezentativ pentru poziția (orientare, înclinare) ferestrei, climat și sezon, valori prin lipsă sunt date cu titlu informativ în tabelul de mai sus;

$g_{gl,alt;wi}$ este factorul de transmisie a energiei solare a vitrajului pentru radiație solară, în funcție de înălțimea solară, alt_{gl} , reprezentativ pentru poziția (orientare, înclinare) ferestrei, climă și sezon, obținut din tabelul de mai sus;

$g_{gl,dif}$ este factorul de transmisie a energiei solare pentru o radiație solară difuză izotropă, care se obține pe baza metodei din standardul ISO 15099, tabel C1. Acest factor este o simplificare care regroupează radiația difuză provenind de la cer și radiația reflectată de sol.

Dacă există **dispozitive de protecție solară**, factorul de transmisie a energiei solare totale pentru vitraj, care să includă efectul acestora, $g_{gl;sh}$, se calculează conform EN ISO 52022-3.

Valori prin lipsă ale factorului de reducere pentru factorul de transmisie a energiei solare totale, pentru tipurile obișnuite de storuri, date cu titlu informativ, respectiv în tabelul de mai sus. Acești factori de reducere trebuie să fie înmulțiți cu factorul de transmisie a energiei solare totale a vitrajului, pentru a obține valoarea g a vitrajului cu un stor.

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:

$$U_{w;m} = (1 - f_{sht;with}) \cdot U_w + f_{sht;with} \cdot U_{w;sht} \quad (2.34)$$

unde :

$U_{w;m}$ este transmitanța termică pentru energia solară totală efectivă medie lunară a vitrajului;

U_w este transmitanța termică a ferestrei dacă oblonul nu este utilizat, în $W/(m^2 \cdot K)$;

$U_{w;sht}$ este transmitanța termică a ansamblului fereastră și oblon, dacă oblonul este utilizat, obținut pe baza standardului EN ISO 13789, în $W/(m^2 \cdot K)$;

$f_{sht;with}$ este fracția ponderată (în funcție de climat și de sezon) de timpul de utilizare a oblonului, de exemplu în funcție de durata în ore din zi și din noapte, luând în considerare diferența medie de temperatură interioară - exterioară (inclusiv efectul de

reducere de temperatură noaptea). Un exemplu este dat în tabelul următor

Tabel 2. 10. Factor de reducere pentru obloanele amovibile, $f_{sh;with}$, și factor de umbrire amovibil

Lună	$f_{sh;with}$				
	Țară (Franța)				
	$f_{sh;with}$	$f_{sh;with}$			
		N	E	S	V
1	0,5	0,00	0,15	0,58	0,09
2	0,5	0,00	0,19	0,52	0,13
3	0,5	0,00	0,53	0,76	0,44
4	0,5	0,00	0,32	0,50	0,26
5	0,5	0,00	0,31	0,44	0,27
6	0,5	0,00	0,42	0,47	0,38
7	0,5	0,00	0,51	0,59	0,40
8	0,5	0,00	0,37	0,54	0,31
9	0,5	0,00	0,28	0,52	0,20
10	0,5	0,00	0,13	0,53	0,16
11	0,5	0,00	0,08	0,47	0,09
12	0,5	0,00	0,07	0,46	0,08
Anual	0,5	0,00	0,36	0,55	0,30

Dacă vitrajul este combinat cu un dispozitiv de umbrire amovibil, 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:

$$g_{gl;wi;m} = (1 - f_{sh;with}) \cdot g_{gl;wi} + f_{sh;with} \cdot g_{gl;sh;wi} \quad (2.35)$$

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;

$g_{gl;sh;wi}$ este factorul de transmisie a energiei solare totale al combinației dintre vitraj și elementul de umbrire, obținut conform EN ISO 52022-3;

Notă Aceste relații pot fi valabile de asemenea pentru copertine.

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:

$$F_{sh;obst;k;m} = F_{sh;dir;k;m} \cdot f_{sol;dir;m} \quad (2.36)$$

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

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

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

$f_{sol;dir;m}$ este fracția de radiație solară directă din radiația totală, obținută în funcție de datele

climatică și de orientare ; un exemplu cu valori prin lipsă date cu titlu informativ în tabelul următor ; mai multe date se pot obține din anexa F, SR EN 52016-1.

Factorul de umbră 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 umbră, este suma dintre intensitatea radiației solare totale calculate, corectată în funcție de umbră produsă de obiecte, cu ajutorul factorului de umbră pentru intensitatea radiației solare directe și a fracției de radiație solară directă în radiația totală:

Tabel 2. 11. Parametri pentru umbră lunară datorată obstacolelor (din 52016-1)

Poziție	40° latitudine nord								
Perioadă:	iarna: octombrie - mai								
Orientare	Pondere, $w_{obst;m;i}$ pe sector				Înălțime solară, $\alpha_{sol;m;i}$ pe sector				Fracție de intensitate a radiației solare directe $f_{sol;dir;m}$
	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				Fracție de intensitate a radiației solare directe $f_{sol;dir;m}$
	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
----	------	------	---	---	------	------	---	---	------

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

Aceste proceduri de calcul se aplică unei zone neclimatizate cu aporturi interne și/sau solare, adiacentă la una sau mai multe zone climatizate, ca o verandă sau o seră sau un atrium alăturate, separată de zona sau zonele climatizate de una sau mai mulți pereți.

Metoda de calcul cuantifică efectul pozitiv în timpul sezonului de încălzire (rece). În același timp, aceeași procedură trebuie să fie utilizată pentru a calcula aporturile în timpul la sezonului de răcire (cald), luând în considerare protecția solară (sezonieră) suplimentară și dispozitivele de ventilare, dacă este cazul.

Altfel, pot să fie utilizate valorile prin lipsă ale factorului de corecție, $b_{ztu;m}$, de exemplu în funcție de tipul și/sau de dimensiunea spațiului neclimatizat adiacent, care includ implicit 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 z_{tu} , pentru încălzire/răcire, $F_{sol;ue,ztu;H/C;t}$, este calculat cu formula:

$$F_{sol;ue,ztu;H/C;m} = g_{gl;ue,ztu;H/C;m} \cdot (1 - F_{fr;ue,ztu}) \quad (2.37)$$

unde

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

$F_{fr;ue,ztu}$ este 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 z_{tu} . În cazul elementelor debordante, trebuie utilizată suprafața proiectată.

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

Aporturile solare la interior, 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 suprafațe opace, j , în zona neclimatizată:

$$Q_{H/C;sol;z_{tu};m} = F_{sol;ue,ztu;H/C;m} \cdot F_{sh;obst;z_{tu};m} \cdot \sum_{j(\text{opaque})} (a_{sol;j} \cdot A_j H_{sol;j;m}) \quad (2.38)$$

unde, pentru fiecare lună m :

$F_{sol;ue,ztu;H/C;m}$ este factorul de reducere a radiației solare care traversează închiderea exterioară a zonei neclimatizate z_{tu} , pentru încălzire/răcire,

A_j este aria fiecărei suprafațe opace j în interiorul zonei neclimatizate z_{tu} , în m^2 ;

	în cazul elementelor debordante, trebuie utilizată suprafața proiectată;
$\alpha_{sol;j}$	este coeficientul mediu de absorbție solară a suprafeței opace j în interiorul zonei neclimatizate ztu , (vezi relația 39);
$F_{sh;obst;ztu;m}$	este factorul de umbrire a obstacolelor exterioare pentru închiderea exterioară a zonei neclimatizate, ztu ;
$H_{sol;j;m}$	este 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 .

Pentru elemente transparente și dinamice, calculul coeficientului $g_{gl;wi;H/C;m}$ necesită să fie stabilit printr-o procedură specială, preluată din standardul SR EN ISO 52016-1, anexa G, care furnizează metodele de calcul al energiei, al sarcinii și al temperaturii interioare pentru elementele de clădire transparente și dinamice (care au proprietăți termice, solare și/sau vizuale care variază cu condițiile la limită).

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

- $U_{dyn;k;I}$, în W/(m²·K);
- $g_{dyn;k;I}$, factorul total;
- $\tau_{sol; dyn;k;I}$, factorul de transmisie solară;
- $\tau_{vis; dyn;k;I}$, factorul de transmisie vizuală.

Aceste proprietăți pot să varieze în mod pasiv sau să fie reglate în mod activ, în funcție de 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 sunt cunoscute condițiile la limită care determină stările elementului transparent, de exemplu ocuparea, temperatura exterioară sau intensitatea radiației solare și iluminatul natural, se face o aproximare de ordinul întâi, calculând în prealabil proprietatea medie ponderată, obținută luând suma pe toți pașii de timp (ore) Δt_h din lună:

$$U_{dyn;k;m} = \frac{\sum_t (U_{dyn;k;i} \cdot \Delta \theta_{int-e;t})}{\sum_t (\Delta \theta_{int-e;t})} \quad (2.39)$$

$$g_{dyn;k;m} = \frac{\sum_t (g_{dyn;k;m;mn} \cdot I_{sol;t})}{\sum_t I_{sol;t}} \quad (2.40)$$

$$\tau_{sol;dyn;k;m} = \frac{\sum_t (\tau_{sol;dyn;k;m;mn} \cdot I_{sol;t})}{\sum_t I_{sol;t}} \quad (2.41)$$

unde

$U_{m;mn}$	este valoarea U medie lunară, cu diferite valori U_i pentru diferite stări i , în W/(m ² ·K);
$g_{m;mn}$	este valoarea g medie lunară cu diferite valori g_i pentru diferite stări i ;
$\tau_{sol m;mn}$	este valoarea medie lunară a proprietății τ_{sol} , cu diferite valori $\tau_{sol;i}$ pentru stări i ;

$\Delta\theta_{\text{int-e}}$	este 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;
$I_{\text{sol;tot};t}$	este intensitatea radiației solare totale (directe + difuze) pe elementul transparent, în W/m^2 ;
$E_{v;t}$	este iluminarea naturală globală pe elementul transparent, în Lx ;
Δt_h	este pasul de timp, în h;
i	este 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 și iluminatul natural global, depind de orientarea și de unghiul de înclinare al elementului transparent și de obstacole exterioare (umbrirea).

- 2) După aceea, pot fi adăugați factori de corecție, luând în considerare efectele dinamice datorate inerției clădirii și/sau datorate interacțiunilor dinamice cu alte procese fizice. Acești factori de corecție pot să fie obținuți comparând rezultate ale calculelor orare, pentru o serie de cazuri reprezentative.

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

Fluxul termic din aporturile solare prin elementul de anvelopă opac k , pentru încălzire/răcire, $Q_{H/C;\text{sol};k;m}$, în kWh, la lună m , este calculat cu formula următoare:

$$Q_{H/C;\text{sol};\text{op};k;m} = \alpha_{\text{sr};k} \cdot R_{\text{se};k} \cdot U_{\text{c};\text{op};k} \cdot A_{\text{c};k} \cdot F_{\text{sh};\text{obst};k;m} \cdot H_{\text{sol};k;m} - Q_{\text{sky};k;m} \quad (2.42)$$

unde, pentru fiecare element opac k și lună m :

$\alpha_{\text{sol};k}$ este coeficientul de absorbție adimensional pentru radiația solară, considerat cu valorile 0,3 pentru culoare deschisă, 0,6 -culoare intermediară și 0,9 – culoare închisă

$R_{\text{se};k}$ este rezistența termică superficială exterioară, $R_{\text{se}} = (1/h_{\text{ce}} + 1/h_{\text{re}})$, cu coeficienții de transferul termic superficiali la exterior h_{ce} și h_{re} indicați în cap 2.

$U_{\text{c};\text{op};k}$ transmitanța termică, în $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

$A_{\text{c};k}$ este suprafața proiectată, în m^2 ;

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

Dacă elementul de clădire conține un strat ventilat (de exemplu natural) cu aer exterior și valoarea U este calculată în ipoteza că rezistența termică între acest strat ventilat și mediul exterior poate fi neglijată, aportul solar transmis va fi supraestimat. Pentru a evita acest fapt, se convine să se utilizeze o valoare U corectată, în care stratul ventilat nu este considerat ca un scurt circuit ci ca un mecanism fizic ce permite să se elimine o parte din căldura solară. Valoarea U corectată poate fi calculată pe baza metodelor din SR EN ISO 52016-1, anexa E.

Factor de reducere pentru evitarea supraestimării aporturilor, metodă lunară

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 transfer termic și aporturi:

în cazul unei zone climatizate adiacente unice:

$$f_{\text{gn};\text{max};H;ztu;m} = \frac{b_{\text{ztu};m} \cdot H_{\text{ztc};ztu;m} \cdot (\theta_{\text{int;set};H;ztc;m} - \theta_{\text{e;a};m}) \times 0,001 \times t_m}{(Q_{H;\text{int};ztu;m} + Q_{H;\text{sol};ztu;m})} \quad (2.43)$$

în cazul mai multor zone climatizate alăturate:

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

unde, pentru luna m :

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

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

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

$\theta_{int;set;H;ztc;m}$ este 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 ;

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

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

$Q_{H;sol;ztu;m}$ reprezintă aporturile solare pentru modul de încălzire, în zona neclimatizată exterioară ztu , în kWh;

t_m este durata din luna m , în h.

NOTA 1 Această formulă are ca efect faptul că, la calculul în modul de încălzire, aporturile care intră în zona neclimatizată nu sunt superioare transferului de căldură din zona neclimatizată.

Pentru metoda de calcul lunar, în cazul unei zone neclimatizate interne, deoarece acest tip de zonă este aplicabil numai în cazul aporturilor nesemnificative, factorul de reducere pentru evitarea supraestimării aporturilor în modul de încălzire, este unitar:

$$f_{gn;max;H;ztu;m} = 1 \quad (2.45)$$

Pentru metoda de calcul lunar, se poate utiliza ca o **aproximare conservativă**, procedura următoare. Pentru modul de încălzire, nu se consideră aporturile (indirecte) suplimentare din spațiul de seră, în zona de calcul: $\Phi_{sol;ztu;m} = 0$.

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.

2.5.4. Radiația termică către cer

Fluxul termic suplimentar lunar datorat radiației termice către cer, $Q_{sky;m}$, a unui element specific al anvelopei clădirii, k , pentru luna m , în kWh, este dat pe formula următoare:

$$Q_{sky;k;m} = 0,001 \times F_{sky;k} \cdot R_{se;k} \cdot U_{c;k} \cdot A_{c;k} \cdot h_{lr,e;k} \cdot \Delta\theta_{sky;m} \cdot \Delta t_m \quad (2.46)$$

unde, pentru fiecare element k și lună m :

- $F_{sky;k}$ este factorul de formă între element și cer: pentru suprafețe orizontale, fără umbrire $F_{sky;k}=1$, pentru suprafețe verticale, fără umbrire, $F_{sky;k} = 0.5$;
 $R_{se;k}$ este rezistența termică superficială exterioară a elementului, $R_{se} = (1/h_{ce} + 1/h_{re})$, cu coeficienții de transfer termic superficiali exteriori h_{ce} și h_{re} ;
 $U_{c;k}$ este coeficientul de transfer termic a elementului, în $W/(m^2 \cdot K)$;
 $A_{c;k}$ este suprafața proiectată a elementului, în m^2 ;
 $h_{lr,e;k}$ este coeficientul de transfer termic exterior prin radiație de lungime mare de undă, în $W/(m^2 \cdot K)$;
 $\Delta\theta_{sky;m}$ este 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 este durată din luna m , în h.

2.5.5. Capacitate termică eficace interioară a zonei

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 standardul 52016-1 sunt date două metode pentru stabilirea capacității termice interioare a zonei termice: o metodă detaliată care ia în considerare detaliile fiecărui element de clădire, și o metodă simplă care furnizează valori prin lipsă în funcție de suprafața utilă de pardoseală. În această metodologie a fost adoptată metoda simplă. În tabelele următoare sunt date: capacitate termică specifică a elementelor opace și a pardoselii pe sol și respectiv clasele de tipuri de clădiri cu valori prin lipsă pentru capacitatea termică interioară.

Tabel 2. 12. Capacitate termică specifică a elementelor opace și a parterului

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
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

Figura3. 1. Clasele de tipuri de clădiri cu valori prin lipsă pentru capacitatea termică interioară

Clasa	Metodă lunară
-------	---------------

	$C_{m;int;eff;ztc} \text{ J/K } [J/(K \cdot m^2) m^2]$
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

$A_{use;ztc}$ este suprafața utilă de pardoseală a zonei termice ztc , determinată, în m^2 .
Capacitatea termică interioară este calculată incluzând rezistența superficială interioară.

2.5.6. Factori de utilizare

În metoda lunară, efectele dinamice 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 unei încălziri sau unei răciri intermitente sau în cazul unei opriri, efectul de inerție este luat în considerare separat.

Factor de utilizare a aporturilor pentru încălzire

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

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

$a_{H;ztc;m}$ este un parametru numeric adimensional, determinat ca mai jos ;

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

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

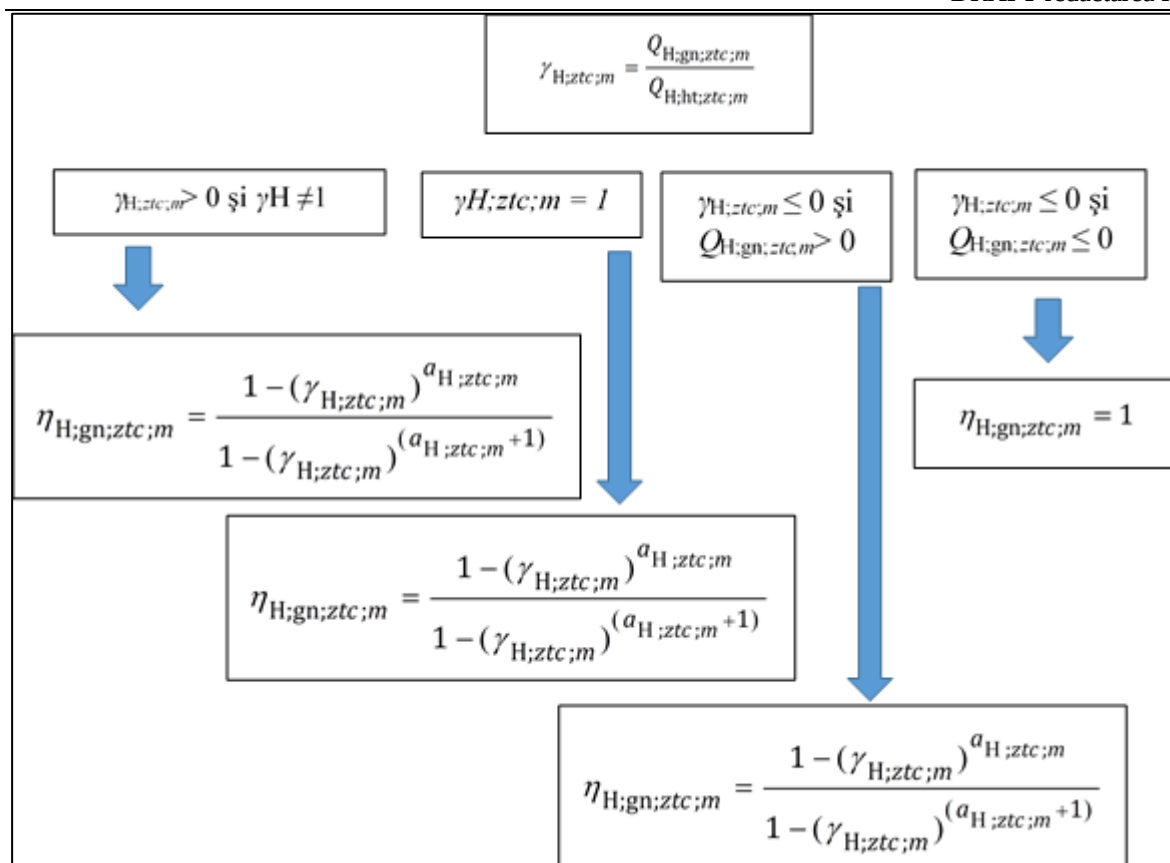


Figura 2. 10. Factorul de utilizare a apurturilor pentru încălzire

Parametrul numeric adimensional $a_{H;ztc;m}$ este calculat cu formula:

$$a_{H;ztc;m} = a_{H;0} + \frac{\tau_{H;ztc;m}}{\tau_{H;0}} \quad (2.47)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $a_{H;0}$ este un parametru numeric de referință adimensional, ($a_{H;0} = 1$);
- $\tau_{H;ztc;m}$ este constanta de timp a zonei, pentru încălzire, determinată mai jos, în h;
- $\tau_{H;0}$ este 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 de căldură). De asemenea, fluxul termic transferat prin ventilare este pozitiv când temperatura aerului introdus este mai mică decât temperatura interioară. Aporturile de căldură solare și interne sunt considerate negative

Factor de utilizare a transferului termic pentru răcire

Factorul de utilizare a transferului termic adimensional 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 numeric, $a_{C;ztc;m}$, care depinde de inerția termică a clădirii. El este calculat pentru fiecare zonă și pentru fiecare lună conform formulelor din figura următoare, unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $\gamma_{C;ztc;m}$ este raportul de bilanț termic adimensional pentru modul de răcire;
- $a_{C;ztc;m}$ este un parametru numeric adimensional, determinat ca mai jos;
- $Q_{C;ht;ztc;m}$ este transferul termic total prin transmisie și ventilare pentru modul de răcire, în kWh;
- $Q_{C;gn;ztc;m}$ reprezintă aporturile termice totale pentru modul de răcire, în kWh.

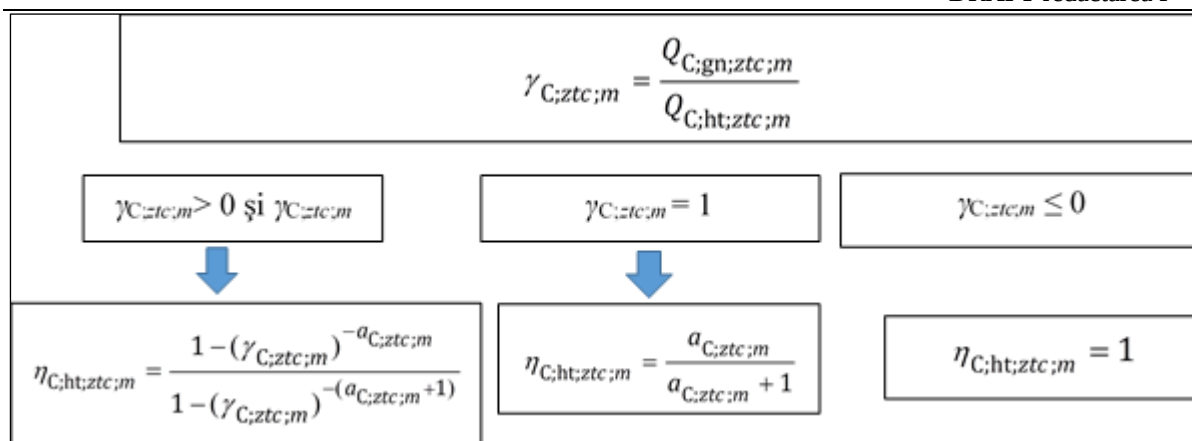


Figura 2. 11. Factorul de utilizare a transferul ului termic adimensional pentru răcire

Parametrul numeric adimensional $a_{C;ztc;m}$ este calculat cu formula:

$$a_{C;ztc;m} = a_{C;0} + \frac{\tau_{C;ztc;m}}{\tau_{C;0}} \quad (2. 48)$$

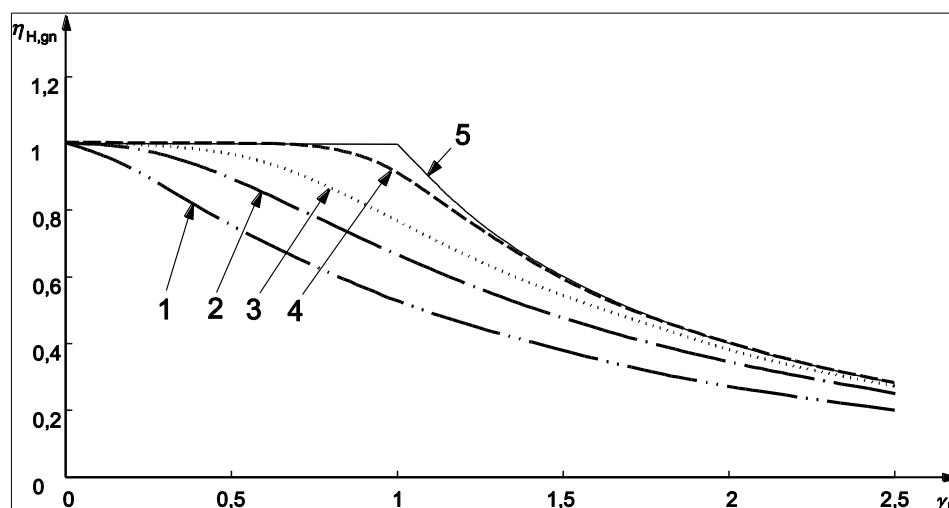
unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$a_{C;0}$ este un parametru numeric adimensional de referință, ($a_{C;0} = 1$);

$\tau_{C;ztc;m}$ este constanta de timp a unei zone răcite, determinată mai jos, în h;

$\tau_{C;0}$ este o constantă de timp de referință, ($\tau_{C;0} = 1$), în h.

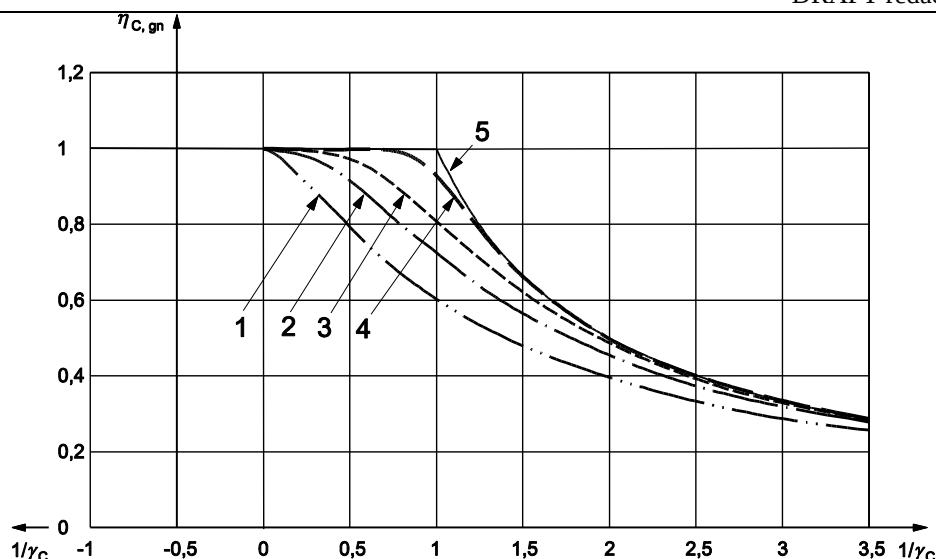
Figurile următoare ilustrează grafic variația factorilor de utilizare a aporturilor pentru metoda de calcul lunară și pentru diferite constante de timp, pentru încălzire, precum și variația factorilor de utilizare a aporturilor pentru metoda de calcul lunară și pentru diferite constante de timp, pentru răcire.



Legendă

- 1 constanta de timp pentru 8 h (inerție joasa)
- 2 constanta de timp pentru 1 z
- 3 constanta de timp pentru 2 z
- 4 constanta de timp pentru 7 z
- 5 constanta de timp infinita (inerție ridicata)

Figura 2. 12. Factorul de utilizare a aporturilor pentru incalzire (din SR EN ISO TR 52016-2)



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 infinită (inerție ridicată)

Figura 2.13. Factorul de utilizare a transferului de căldură, pentru răcire (din SR EN ISO TR 52016-2)

Constanta de timp a unei zone

Constanta de timp a unei zone climatizate ztc , 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:

$$\tau_{H;ztc;m} = \frac{C_{m,eff;ztc} / 3600}{H_{H;tr(excl.grfl);ztc;m} + H_{H;gr;adj;ztc} + H_{H;ve;ztc;m}} \quad (2.49)$$

$$\tau_{C;ztc;m} = \frac{C_{m,eff;ztc} / 3600}{H_{C;tr(excl.grfl);ztc;m} + H_{C;gr;adj;ztc} + H_{C;ve;ztc;m}} \quad (2.50)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$C_{m,eff;ztc}$ este capacitatea termică interioară eficientă a zonei, în J/K;

$H_{H/C;tr(excl.grfl);ztc;m}$ este coeficientul global de transfer prin transmisie pentru încălzire, respectiv răcire, fără pardoseala de jos, în W/K;

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

$H_{H/C;gr;adj;ztc}$ este 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

Sunt considerate diferite moduri de încălzire și de răcire :

- încălzire și/sau 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 (de exemplu vacanțe).

În caz de intermitență, este posibilă o simplificare presupunând o temperatură setată 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 obținut pentru zilele din săptămână, zilele de week-end și perioadele de neocupare.

Se identifică mai întâi dacă există o perioadă de neocupare sau nu. Se determină după aceea (separat pentru perioadele de ocupare și de neocupare, dacă este cazul) dacă temperatura setată este constantă sau nu.

Dacă regula se aplică la media spațială de temperatură setată pentru clădirile rezidențiale temperatura setată pentru încălzire trebuie ajustată corespunzător.

2.5.7. Particularități ale calculului de necesar de energie propriu sistemului

Pentru calculul necesarului de energie propriu al sistemului pentru încălzire și răcire, se poate aplica o ajustare a valorilor temperaturilor setate și/sau a perioadelor (conform numărului de ore pe zi și de zile pe săptămână), în funcție de caracteristicile specifice ale sistemului tehnic din clădire.

2.5.7.1. Încălzire sau răcire cu temperatură setată constantă

Pentru încălzire continuă la temperatură setată constantă toată luna, temperatura setată pentru încălzire, $\theta_{int;H;set;ztc}$, în °C, trebuie utilizată ca temperatură setată de zonă, $\theta_{int;calc;H}$, în °C.

Pentru un răcire continuă cu temperatură setată constantă toată luna, temperatura setată pentru răcire, $\theta_{int;C;set;ztc}$, în °C, trebuie utilizată ca temperatură setată de zonă, $\theta_{int;calc;C}$, în °C. Valoarea factorului de reducere pentru răcire intermitentă, $a_{C,red;ztc;m} = 1$.

2.5.7.2. Corecție pentru încălzire intermitentă

În cazul încălzirii la temperaturi setate variabile și/sau cu perioade de oprire, temperatura setată pentru zona de încălzire, $\theta_{int;calc;H;m}$, în °C, este calculată cu formula:

$$\theta_{int;calc;H;ztc;m} = a_{H;red;ztc;m} \times (\theta_{int;set;H;ztc} - \theta_{e;a;m}) + \theta_{e;a;m} \quad (2.51)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$\theta_{int;set;H;ztc}$ este temperatura setată normală de încălzire («nivel de confort termic») a zonei, în °C;

$\theta_{e;a;m}$ este temperatura medie lunară a aerului din mediul exterior, în °C;

$a_{H;red;ztc;m}$ este factorul de reducere pentru un încălzire intermitentă, determinat ca mai jos .

Factorul de reducere adimensional pentru încălzire intermitentă, $a_{H,red;ztc;m}$ este calculat utilizând formula:

$$a_{H;red;ztc;m} = 1 - \left(1 - a_{H;red;day;ztc;m}\right) - \left(1 - a_{H;red;night;ztc;m}\right) - \left(1 - a_{H;red;wknd;ztc;m}\right) \quad (2.52)$$

cu :

$$a_{H;red;y;ztc;m} = 1 - f_{H;red;y;ztc} + f_{H;red;y;ztc} \cdot d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m} \quad (2.53)$$

cu

$$f_{H;red;y;ztc} = \frac{\Delta t_{H;red;y;ztc} \cdot n_{rep;H;red;y;ztc}}{24 \times 7} \quad (2.54)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$a_{H;red;y;ztc;m}$ este factorul de reducere pentru încălzire intermitentă la temperatură setată redusă, cu $y = zi$, noapte sau week-end;

$f_{H;red;y;ztc}$ este partea relativă de timp ($y = zi$, noapte, sau week-end) la punct setat redus pentru încălzire;

$n_{rep;H;red;y;ztc}$ este numărul de repetiții ale perioadei de reducere y , într-o săptămână. De exemplu: $n_{rep;H;red;y;ztc} = 7$ pentru o reducere de temperatură ziua sau noaptea ; sau 5 dacă se combină cu o reducere de temperatură sau cu o oprire în week-end.

$d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m}$ este reducerea (relativă) medie a diferenței de temperatură în timpul perioadei cu temperatură setată redusă, determinată ca mai jos;

$\Delta t_{H;red;y;ztc}$ este durata perioadei cu o temperatură setată redusă ($y = zi$, noapte sau week-end), în h.

Formulele se aplică, dacă este cazul, pentru fiecare perioadă de intermitență ($y = zi$, noapte sau week-end).

Pentru a calcula reducerea (relativă) medie a diferenței de temperatură în timpul perioadei cu temperatură setată redusă, $d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m}$, se determină următoarele trei mărimi suplimentare:

Reducerea (relativă) adimensională a punctului setat privind ecartul față de temperatura exterioară, $d\theta_{set;H;low;y;ztc;m}$, care este dată de:

$$\text{dacă } (\theta_{int;set;H;ztc} - \theta_{e;a;m}) \leq 0: \quad d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} = 1 \quad (2.55)$$

$$\text{dacă } (\theta_{int;set;H;low;y;ztc} - \theta_{e;a;m}) \leq 0: \quad d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} = 0 \quad (2.56)$$

Dacă nu:

$$d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} = \frac{\theta_{int;set;H;low;y;ztc} - \theta_{e;a;m}}{\theta_{int;set;H;ztc} - \theta_{e;a;m}} \quad (2.57)$$

Unde :

$\theta_{int;set;H;low;y;ztc}$ este temperatura setată redusă de încălzire («nivel economic») din zonă, în timpul perioadei de intermitență y ,

Reducerea (relativă) adimensională a diferenței dintre temperatura interioară și temperatura exterioară, în condiții libere (fără încălzire), $d\theta_{float;ztc;m} = \frac{\theta_{int;float;ztc;m} - \theta_{e;a;m}}{\theta_{int;set;H;ztc} - \theta_{e;a;m}}$, care este dată

de:

Dacă $(\theta_{int;set;H;ztc} - \theta_{e;a;m}) \leq 0$:

$$d\theta_{\text{float};ztc;m} = 1 \quad \text{În acest caz, nu este nevoie de încălzire.} \quad (2.58)$$

Dacă nu:

$$d\theta_{\text{float};ztc;m} = \frac{Q_{H;gn;ztc;m}}{(H_{H;tr;ztc;m} + H_{H;ve;ztc;m}) \cdot (\theta_{\text{int;set};H;ztc} - \theta_{e;a;m}) \cdot \Delta t_m} \quad (2.59)$$

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 :

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

$H_{H;tr;ztc;m}$ este coeficientul global de transfer termic prin transmisie pentru încălzire, în W/K;

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

Nota: Membrul drept al ecuației este identic celui din ecuația relativă la raportul de bilanț termic pentru modul de încălzire, $\gamma_{H;ztc;m}$, dar utilizarea acestei mărimi aici, ar crea un calcul în buclă.

Durata (relativă), adimensională a perioadei, până la atingerea punctului redus setat :

Dacă: $(d\theta_{\text{set};H;low;ztc;m} - d\theta_{\text{float};ztc;m}) \leq 0$ sau în cazul unei opriri a încălzirii

$$f_{H;red;low;y;ztc;m} = 1. \quad (2.60)$$

$$\text{dacă : } d\theta_{\text{float};ztc;m} = 1: f_{H;red;low;y;ztc;m} = 0. \quad (2.61)$$

Dacă nu:

$$f_{H;red;low;y;ztc;m} = \frac{\Delta t_{H;red;low;y;ztc;m} / \tau_{H;ztc;m}}{\Delta t_{H;red;y;ztc;m} / \tau_{H;ztc;m}} \quad (2.62)$$

cu :

$$\frac{\Delta t_{H;red;low;y;ztc;m}}{\tau_{H;ztc;m}} = -\ln \left(\frac{d\theta_{\text{set};H;low;y;ztc;m} - d\theta_{\text{float};ztc;m}}{1 - d\theta_{\text{float};ztc;m}} \right) \quad (2.63)$$

si unde:

$\tau_{H;ztc;m}$ este 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 $f_{H;red;low;y;ztc;m} \geq 1$:

$$d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m} = d\theta_{\text{float};y;ztc;m} + \left(\frac{1 - d\theta_{\text{float};ztc;m}}{\Delta t_{H;red;y;ztc;m} / \tau_{H;ztc;m}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\left(\Delta t_{H;red;y;ztc} / \tau_{H;ztc;m} \right)} \right) \quad (2.64)$$

În alte cazuri:

$$d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m} = \left(\frac{1 - d\theta_{set;H;low;y;ztc;m}}{\Delta t_{H;red;y;ztc;m} / \tau_{H;ztc;m}} \right) + f_{H;red;low;y;ztc;m} \cdot d\theta_{float;ztc;m} + \left(1 - f_{H;red;low;y;ztc;m} \right) \cdot d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} \quad (2.65)$$

2.5.7.3. Corecții pentru răcire intermitentă

Corecțiile în caz de răcire la temperaturi setate variabile și/sau cu perioade de oprire sunt aplicate la necesarul de răcire și nu la temperatura de calcul. Temperatura setată a zonei pentru răcire, $\theta_{int;calc;C;m}$, în °C, rămâne aceeași ca pentru răcire continuă.

Factorul adimensional de reducere pentru răcire intermitentă, $a_{C;red}$, este calculat folosind metoda următoare:

În această metodă, 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 așa cum indică formula următoare:

$$a_{C;red;ztc;m} = a_{C;red;wknd;ztc;m} = \left(1 - f_{C;red;wknd;ztc} \right) + b_{C;red;wknd} \cdot f_{C;red;wknd;ztc} \quad (2.66)$$

cu

$$f_{C;red;wknd;ztc} = \frac{\Delta t_{C;red;wknd;ztc} \times n_{rep;C;red;wknd;ztc}}{24 \times 7} \quad (2.67)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată, ztc :

$f_{C;red;wknd;ztc}$ este partea relativă a săptămânii cu o intermitență;

$n_{rep;C;red;wknd;ztc}$ este 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.

$\Delta t_{C;red;wknd;ztc}$ este durata week-endului cu o temperatură setată redusă pentru răcire sau o întrerupere, în h;

$b_{C;red;wknd}$ este un 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 ».

2.5.7.4. Corecții pentru perioade neocupare

Pentru calculul necesarului de energie lunar pentru încălzire, 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 următoarele două formule :

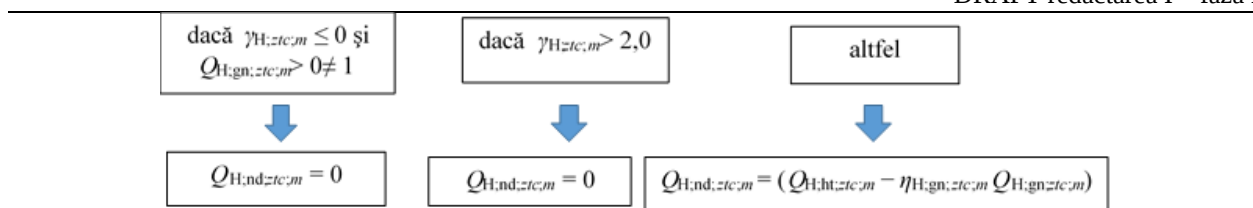


Figura 2. 14. Necesarul de energie lunar pentru încălzire

unde , pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

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

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

$\eta_{H,gn,ztc;m}$ este factorul adimensional de utilizare a aporturilor

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

b) în caz de perioadă lungă de neocupare, $Q_{H,nd,ztc;m}$ este calculat cu indici de corecție.

În anumite categorii de clădire sau de spații, ca școlile, perioadele de neocupare în timpul sezonului de încălzire sau de răcire (cum sunt perioadele de vacanță), antrenează o diminuare a consumului de energie pentru încălzirea sau răcirea încăperilor.

Necesarul pentru încălzire și răcire, ținând seama de perioadele de neocupare, $Q_{H,nd,ztc;m}$ și $Q_{C,nd,ztc;m}$, în kWh, sunt calculate după cum urmează. Dacă o lună cuprinde o perioadă de neocupare, se efectuează calculul de două ori: a) pentru încălzire/răcire calculate în perioadă de ocupare (normale) și b) pentru calculele în perioadă de neocupare, pe urmă se realizează o interpolare liniară pe baza rezultatelor, în funcție de fracția de timp în regim de neocupare în raport cu regimul de ocupare, așa cum indică cele două formule următoare:

$$Q_{H,nd,ztc;m} = (1 - f_{H,nocc,ztc;m}) \cdot Q_{H,nd,occ,ztc;m} + f_{H,nocc,ztc;m} \cdot Q_{H,nd,nocc,ztc;m} \quad (2.68)$$

$$Q_{C,nd,ztc;m} = (1 - f_{C,nocc,ztc;m}) \cdot Q_{C,nd,occ,ztc;m} + f_{C,nocc,ztc;m} \cdot Q_{C,nd,nocc,ztc;m} \quad (2.69)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{H/C,nd,occ,ztc;m}$ este necesarul de energie pentru încălzire/răcire, calculat presupunând pentru toate zilele din lună, reglaje ale automatizării și ale termostatului, pentru perioada de ocupare, în kWh;

$Q_{H/C,nd,nocc,ztc;m}$ este necesarul de energie pentru încălzire/răcire, calculat presupunând pentru toate zilele din lună, automatizarea și reglarea termostatului din perioada de neocupare, în kWh;

$f_{H/C,nocc,ztc;m}$ este fracția din lună care corespunde perioadei de neocupare (încălzire/răcire) (de exemplu 10/31).

Temperatură calculată într- o zonă climatizată, ca variabilă de ieșire

Temperatura în zona climatizată este necesară ca variabilă de ieșire, de exemplu pentru a evalua pierderile de căldură 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:

$$\theta_{\text{int;op;C;zt;};m} = \theta_{\text{e;a;};m} + \frac{(Q_{\text{C;nd;zt;};m} + Q_{\text{C;gn;zt;};m})}{(H_{\text{C;ht;zt;};m} \times 0,001 \times \Delta t_m)} \quad (2.70)$$

$$\text{cu: } H_{\text{C;ht;zt;};m} = \frac{Q_{\text{C;ht;zt;};m}}{(\theta_{\text{int,calc;C;zt;};m} - \theta_{\text{e;a;};m})} \quad (2.71)$$

unde

$\theta_{\text{e;a;};m}$ este temperatura medie lunară a aerului din mediul exterior, obținută pe baza normei corespunzătoare indicată în modulul PEC M1-13, în °C;

$Q_{\text{C;nd;zt;};m}$ este necesarul de energie lunar pentru răcire pentru zona climatizată *zt* și luna *m*, determinat după cum urmează, în kWh;

$Q_{\text{C;gn;zt;};m}$ reprezintă aporturile termice totale pentru modulde răcire, în kWh;

$Q_{\text{C;ht;zt;};m}$ este transferul ul termic total prin transmisie și ventilare pentru modulde răcire, în kWh;

$\theta_{\text{int,calc;C;zt;};m}$ este temperatura setată în zona pentru răcire, determinată, în °C;

Δt_m este 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.

2.5.7.5. Indicator de supraîncălzire

Riscul de supraîncălzire este evaluat numai la nivelul unei zone termice. În funcție de reguli specifice pentru zonare, o zonă termică poate să conțină spații cu diferite proprietăți termice și cu diferite sarcini termice. În acest caz, indicatorul de supraîncălzire poate subestima riscul de supraîncălzire.

Indicatorul de supraîncălzire al zonei termice *zt* este egal cu supratemperatura cumulată anuală, așa cum este exprimată prin cele două formule următoare:

$$I_{\text{OH;zt;};\text{an}} = \sum_{m=1}^{12} T_{\text{OH;zt;};m} \quad (2.72)$$

$$T_{\text{OH;zt;};m} = \frac{1\,000 \times (Q_{\text{OH;gn;zt;};m} - Q_{\text{OH;ht;zt;};m})}{H_{\text{OH;tr;zt;};m} + H_{\text{OH;ve;zt;};m}} \quad (2.73)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată, *zt*:

$I_{\text{OH;zt;};\text{an}}$ este indicatorul de supraîncălzire anual, în K·h;

$T_{\text{OH;zt;};m}$ este supratemperatura cumulată lunară, în K·h;

$Q_{\text{OH;gn;zt;};m}$ reprezintă aporturile termice totale pentru calculul la supraîncălzire, pentru luna *m*, determinate conform celor de mai jos, în kWh;

$Q_{\text{OH;ht;zt;};m}$ reprezintă transferul termic total ptin transmisie și ventilare pentru calculul la supraîncălzire, pentru luna *m*, determinate conform celor de mai jos, în kWh;

$H_{\text{OH;tr;zt;};m}$ este coeficientul global de transfer termic prin transmisie pentru calculul la

supraîncălzire, pentru luna m , determinat conform celor de mai jos, în W/K;
 $H_{O;ve;ztc;m}$ este coeficientul de transfer termic prin ventilare pentru calculul de la supraîncălzire, pentru luna m , determinat conform decrit 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.

Durata sezonului de încălzire și de răcire pentru funcționarea dispozitivelor care depind de durata sezonului

Dacă timpul de funcționare a dispozitivelor sezoniere, ca de exemplu pompe pentru sistemul de încălzire, trebuie evaluat și în absența datelor mai detaliate, durata sezonului de încălzire poate fi aproximată ca sumă a lunilor cu necesar de încălzire mai mare ca zero.

Dacă timpul de funcționare a dispozitivelor sezoniere, ca de exemplu ventilatoare pentru sistemul de răcire, trebuie evaluat și în absența de date mai detaliate, durata sezonului de răcire poate fi aproximată prin suma lunilor cu necesarul de răcire mai mare ca zero.

2.5.8. Umidificare și dezumidificare

2.5.8.1. Umidificare

Necesarul lunar de energie latentă pentru umidificare este dat de:

$$Q_{HU;nd;ztc;m} = f_{HU;m} \cdot h_{we} \cdot (1 - \eta_{HU;rvd;ztc}) \cdot \rho_a \cdot q_{V;mech;ztc;m} \cdot (\Delta x \cdot t)_{a;sup;ztc;an} \quad (2.74)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{HU;nd;ztc;m}$ este necesarul de umidificare, în kWh;

$f_{HU;m}$ este 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 $Q_{H;nd;m/an}$ este necesarul de energie lunar/anual pentru încălzire, în kWh

h_{we} este la căldură latentă de vaporizare a apei, în J/kg;

$\eta_{HU;rvd;ztc}$ este 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 este densitatea aerului, în kg/m³;

$q_{V;mech;ztc;m}$ este debitul mediu lunar de aer de introducere mecanică care intră în zonă, conform normativ I5-2010, în m³/s;

$(\Delta x \cdot t)_{a;sup;ztc;an}$ este cantitatea cumulată anuală de umiditate ce trebuie furnizată pe kg de aer uscat produs, în kg h/kg.

2.5.8.2. Dezumidificare

Necesarul de energie latentă lunar, pentru dezumidificare este :

$$Q_{\text{DHU};\text{nd};\text{ztc};m} = f_{\text{DHU};\text{C}} \cdot Q_{\text{C};\text{nd};\text{ztc};m} \quad (2.75)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

$Q_{\text{DHU};\text{nd};\text{ztc};m}$ este necesarul pentru dezumidificare, în kWh;

$Q_{\text{C};\text{nd};\text{ztc};m}$ este necesarul de energie pentru răcire (sensibilă), în kWh;

$f_{\text{DHU};\text{C};\text{ss}}$ este 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).

Tabel 2. 13. 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 $\Delta x \cdot t_{a;\text{sup}}$ (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

2.5.9. 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 formula următoare:

$$Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};\text{an}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};m} \quad (2.76)$$

unde

$Q_{\text{H};\text{nd};\text{ztc};m}$ este 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, $Q_{H;nd;ztc;m}$, în kWh, este calculat pentru unul din cele două cazuri următoare:

a) pentru o lună fără o perioadă mare de neocupare, $Q_{H;nd;ztc;m}$ este calculat cu formulele următoare, unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $\gamma_{H;ztc;m}$ este raportul de bilanț termic adimensional pentru modul de încălzire,
- $Q_{H;ht;ztc;m}$ este transferul termic total pentru modul de încălzire, în kWh;
- $\eta_{H;gn;ztc;m}$ este factorul adimensional de utilizare a aporturilor;
- $Q_{H;gn;ztc;m}$ reprezintă aporturile termice totale pentru modul de încălzire, în kWh;

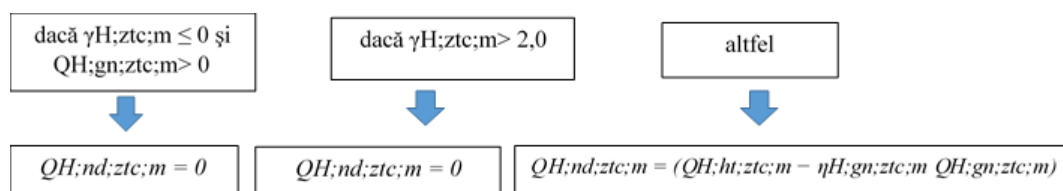


Figura 2. 15. Necesarul de energie lunar pentru încălzire

b) în cazul unei perioade lungi de neocupare, $Q_{H;nd;ztc;m}$ este calculat conform capitolului de calcul al corecțiilor pentru perioade de neocupare.

Pentru fiecare zonă, necesarul de energie anual pentru răcire, $Q_{C;nd;ztc;an}$, în kWh, este calculat cu formula următoare:

$$Q_{C;nd;ztc;an} = \sum_{m=1}^{12} Q_{C;nd;ztc;m} \quad (2.77)$$

unde

$Q_{C;nd;ztc;m}$ este necesarul termic lunar pentru răcire pentru zona climatizată ztc și luna m , determinat ca mai jos, în kWh.

Necesarul de energie lunar pentru răcire, $Q_{C;nd;ztc;m}$, în kWh, este calculat conform unuia din cele trei cazuri următoare, în funcție de cel care se aplică.

pentru o lună fără o perioadă lungă de neocupare, $Q_{C;nd;ztc;m}$ este calculat cu cele două formule care urmează:

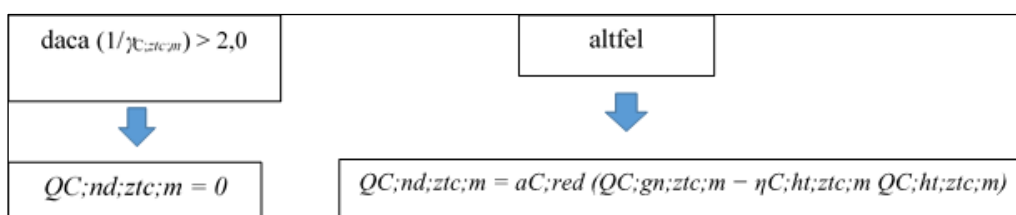


Figura 2. 16. Necesarul de energie lunar pentru răcire

unde, pentru fiecare zonă climatizată ztc și lună m :

- $Q_{C;ht;ztc;m}$ este transferul termic total pentru modul de răcire, în kWh;
- $\eta_{C;ht;ztc;m}$ este factorul adimensional de utilizare a transferului termic,
- $Q_{C;gn;ztc;m}$ reprezintă aporturile termice totale pentru modul de răcire, în kWh;
- $a_{C;red;ztc;m}$ este factorul de reducere adimensional pentru răcire intermitentă,
- $Q_{C;nd;ztc;m}$ este determinat special în caz de perioadă lungă de neocupare.

Necesarul de energie latent anual pentru umidificare (dezumidificare) este calculat ca sumă a necesarului lunar:

$$Q_{HU/DHU;nd;ztc;an} = \sum_m Q_{HU/DHU;nd;ztc;m} \quad (2.78)$$

unde, pentru fiecare zonă climatizată, ztc :

$Q_{HU/DHU;nd;ztc;an}$ este necesarul anual de umidificare (dezumidificare), în kWh;

$Q_{HU/DHU;nd;ztc;m}$ este necesarul lunar de umidificare (dezumidificare), în kWh.

2.5.10. 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. În figurile următoare este un exemplu de reprezentare pentru stabilirea perioadei de răcire; similar pentru stabilirea perioadei de încălzire.

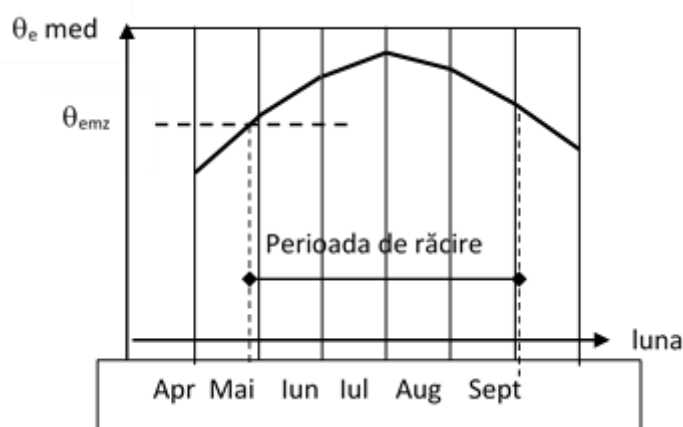


Figura 2.17. Stabilirea grafică a perioadei anuale de răcire

Se calculează temperatura exterioară medie zilnică θ_{emz} care satisface relația:

$$\theta_{emz} = \theta_i - \frac{\eta_1 Q_{surse,z}}{H_T t_z} \quad (2.79)$$

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 de căldură (pentru încălzire) calculat pentru $\lambda = 1$, respectiv factorul de utilizare a 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.

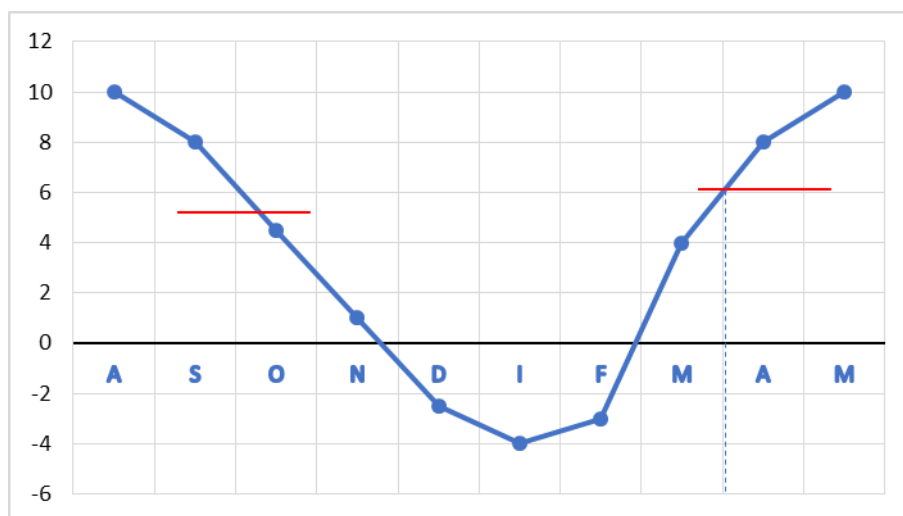


Figura 2. 18. Stabilirea grafică a perioadei anuale de încălzire

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

3.1. Instalații de încălzire

3.1.1. Determinarea pierderilor de energie 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 agentului termic apă, pentru încălzire/răcire, $Q_{HC,dis,ls}$

3.1.4. Energii auxiliare recuperabile și recuperate

3.1.5. Metodă de calcul privind consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de preparare agent termic pentru încălzire prin arderea combustibilului fosil și biomasă (Fpr EN 15316-4-1)

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 de căldură 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 de căldură ale sub-sistemului de generare

3.1.5.7. Pierderi de căldură 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 de căldură în conductele de aer

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

3.2.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de climatizare de tip aer – apă sau aer- refrigerent (clasificare după Normativul IS – 2010)

3.2.5.1. Tipuri de sisteme

3.2.5.2. Date de intrare

3.2.5.3. Calculul mărimilor de ieșire ale metodei

3.2.5.4. Generarea frigului

3.2.5.4.1. Introducere

3.2.5.4.2. Date de intrare

3.2.5.4.3. Calculul mărimilor de ieșire ale metodei

3.3. Instalații pentru apa caldă de consum

3.3.1. Obiect, domeniul de aplicare, acte normative conexe, terminologii, notații

3.3.1.1. Obiectul metodologiei și domeniul de aplicare

3.3.2. Clasificarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.2.1. Sisteme de preparare a apei calde de consum în funcție de numărul de surse de energie și de zone de distribuție

3.3.2.2. Zonificarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.3. Schemele de preparare a apei calde de consum adoptate în cazul utilizării centralelor termice locale sau centrale

3.3.4. Regimul de alimentare cu apă rece

3.3.5. Energia utilă pentru instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.6. Perioadele de calcul

3.3.7. Recuperarea pierderilor de căldură

3.3.8. Energia auxiliară totală necesară pentru instalația de alimentare cu apă caldă de consum

3.3.9. Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum (energia utilă netă)

3.3.9.1 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, pe baza volumului de apă furnizat la consumator

3.3.9.2 Temperatura de utilizare a apei calde de consum, $\square W, draw$

3.3.9.3 Temperatura de alimentare cu apă rece pentru consum

3.3.9.4 Volumul necesar de apă caldă de consum calculat cu debite specifice [e.g. l/om,zi, l/unitate consum,zi]

3.3.9.5 Necesarul specific de apă caldă de consum aferente persoanelor VW, P, day în clădiri de locuit, metodă de calcul

3.3.9.6 Necesarul de apă caldă de consum, mediu zilnic, aferente persoanelor, VW, day în clădiri de locuit, metodă de calcul

3.3.9.7 Necesarul de apă caldă de consum aferente persoanelor $VW; day$ în clădiri de locuit, metodă alternativă

3.3.9.8 Necesarul de apă caldă de consum $VW; day$ pentru clădiri terțiare, în funcție de numărul de unități de consum

3.3.9.9 Necesarul de energie aferentă preparării volumului de apă caldă de consum, în funcție de suprafață

3.3.10. Metoda de calcul a pierderilor de căldură pentru conductele de distribuție a apei calde de consum

3.3.10.1 Calculul pierderilor de căldură și a energiei auxiliare aferente sistemului de distribuție a apei calde de consum

3.3.10.2 Determinarea condițiilor de calcul

3.3.10.3 Calculul pierderilor de căldură recuperabile

3.3.10.4 Calculul consumului de energie auxiliară

3.3.11. Pierderi de căldură aferente rezervoarelor de acumulare

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 de energie ce apar pe parcursul acestui sistem (*Figura 3.1*).

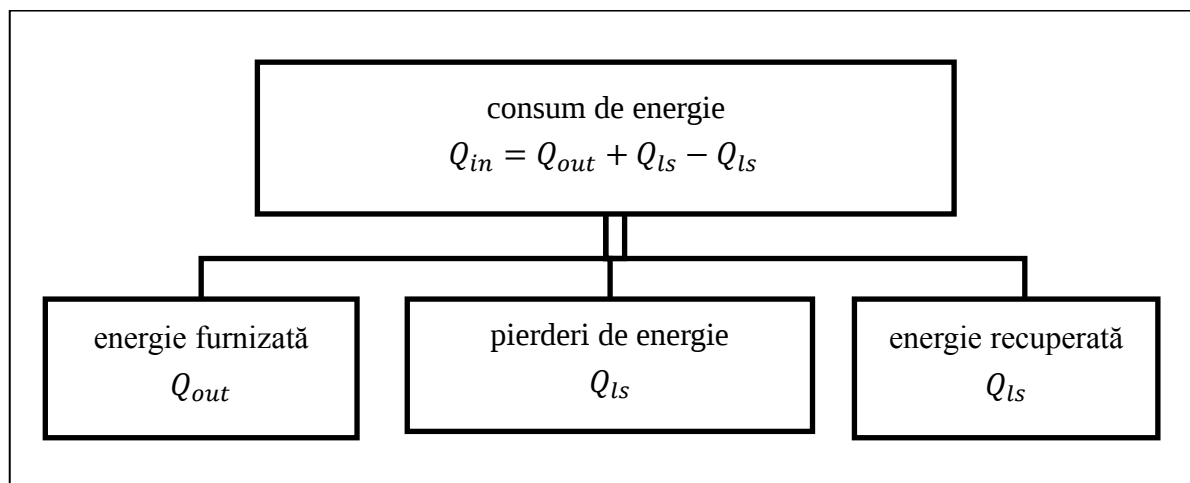


Figura 3. 1.Schema de calcul a consumului de energie pentru încălzire

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.

Termenii, definițiile, simbolurile și abrevierile sunt în concordanță cu EN ISO 52001-1/2015 și EN 15316-2/2016.

Particularizând schema prezentată în *Figura 3.1*, trebuie menționat faptul că pierderile de energie ce pot apărea în orice sistem de încălzire sunt pierderi datorate sistemelor de emisie, sistemului de distribuție a agentului termic precum și sistemului de generare a energiei termice, după caz (*Figura 3.2*).

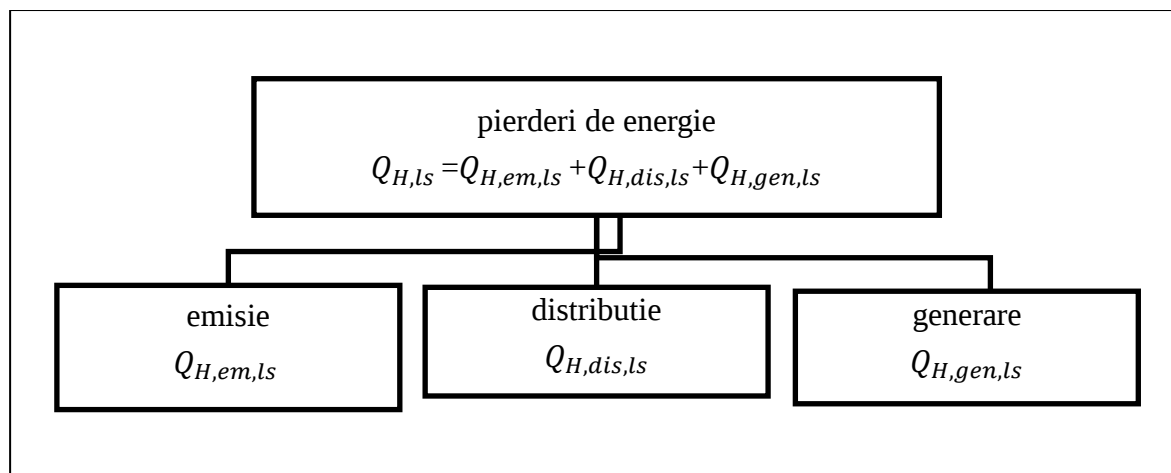


Figura 3. 2.Schema de calcul a pierderilor de energie într-un sistem de încălzire

3.1.1. Determinarea pierderilor de energie 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,
- caracteristici ale corpurilor de încălzire,
- caracteristici ale 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 preluate ca valori convenționale(implicite) din standarde și reglementări europene sau naționale pentru produsele necertificate.

Întrucât, la nivel național nu există date disponibile care să completeze Anexa A din EN 15316-2/2016, se vor utiliza ca date de intrare valorile specificate în Anexa B din EN 15316-2/2016.

Acest consum de energie al sistemului de emisie se determina printr-o metodă implicită de evaluare a consumurilor de căldură și eficiența energetică prin modificarea temperaturii interioare de calcul, luând în considerare pierderile de căldură și eficiența sistemului de emisie și utilizând conceptul de temperatură interioară echivalentă. Pierderile de căldură ale sistemului de emisie pentru frig se consideră pierderi de căldură cu semn negativ.

Pentru calculul temperaturii interioare trebuie ținut cont de mai mulți factori, determinarea acestei temperaturi interioare echivalente $\theta_{int,inc}$, luând în considerare performanța sistemului de emisie (Figura 3.3).

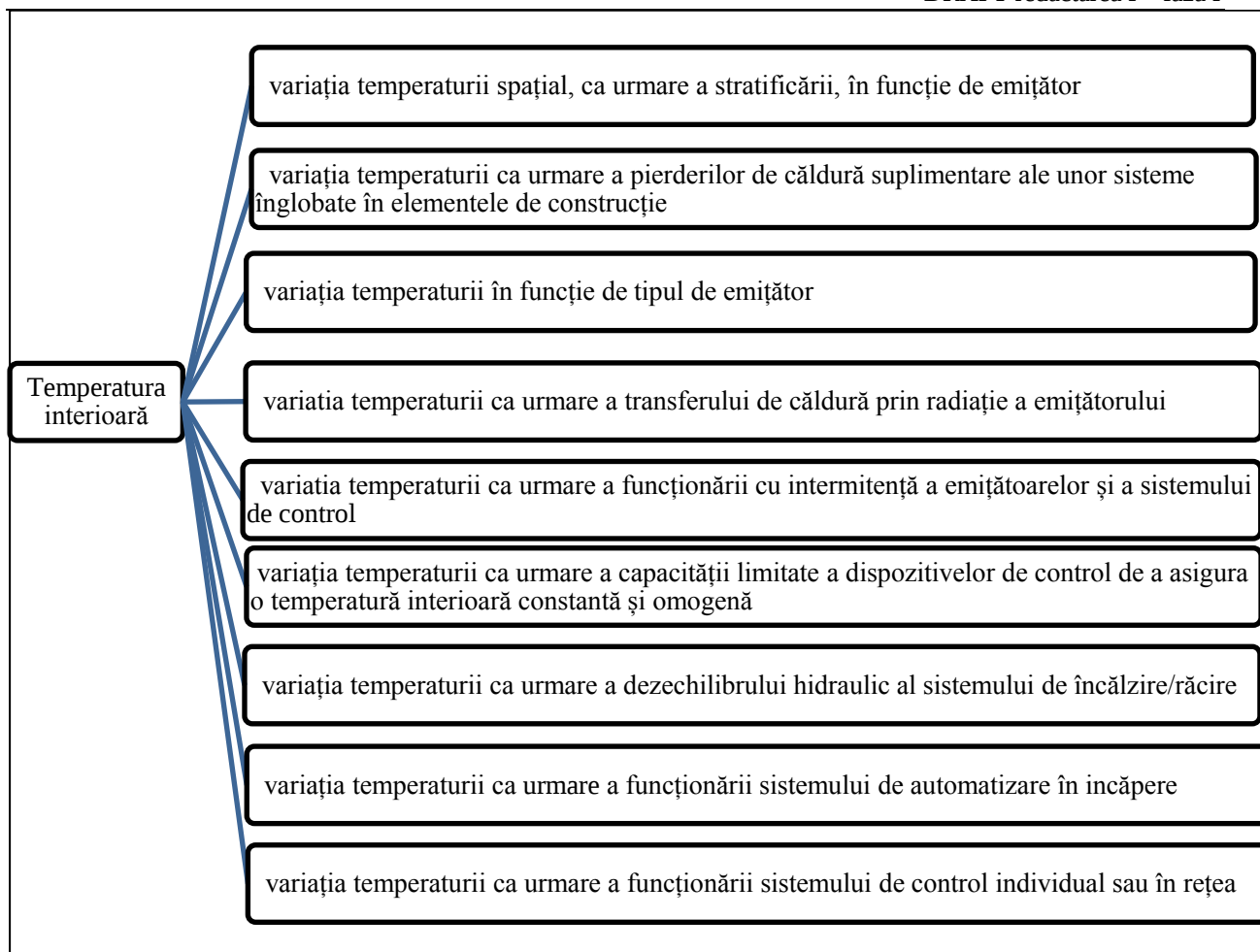


Figura 3. 3.Parametrii temperaturii interioare

Pierderile de energie datorate sistemului de emisie al căldurii de determina cu relația:

$$Q_{H,em,ls} = Q_{H,em,out} * \frac{\Delta\theta_{H,int,inc}}{(\theta_{H,int,inc} - \theta_{H,e,comb})} \quad (kWh) \quad (3. 1)$$

unde

$\Delta\theta_{int,inc}$ este variația de temperatură ca urmare a pierderilor de căldură, (°C)

$\theta_{int,inc}$ este temperatura interioară pentru încălzire, (°C)

$\theta_{e,comb}$ este temperatura exterioara medie pe intervalul de calcul de încălzire, (°C)

$Q_{H,em,out}$ este emisia de căldură a sistemului de încălzire, (kWh)

Pentru determinarea temperaturii interioare se utilizează schema din *Figura 3.4.*

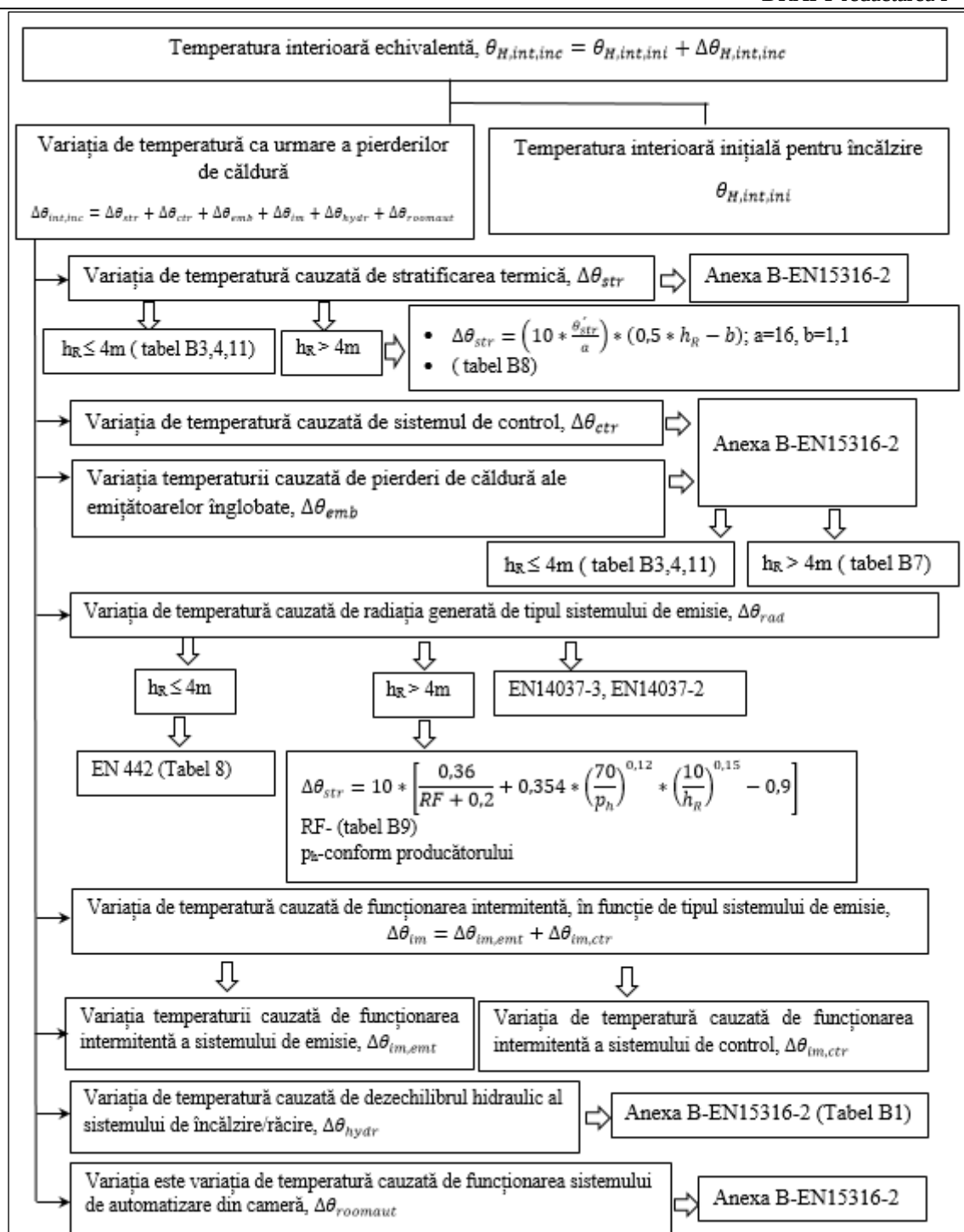


Figura 3. 4. Determinarea temperaturii interioare

Pe baza valorilor calculate privind pierderile de căldură ale sistemului de emisie se poate stabili factorul de eficiență anual, ε_{em} , pentru funcționarea sistemului de emisie 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 spori procesele de emisie a căldurii în încăperile încălzite, considerând că 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*.

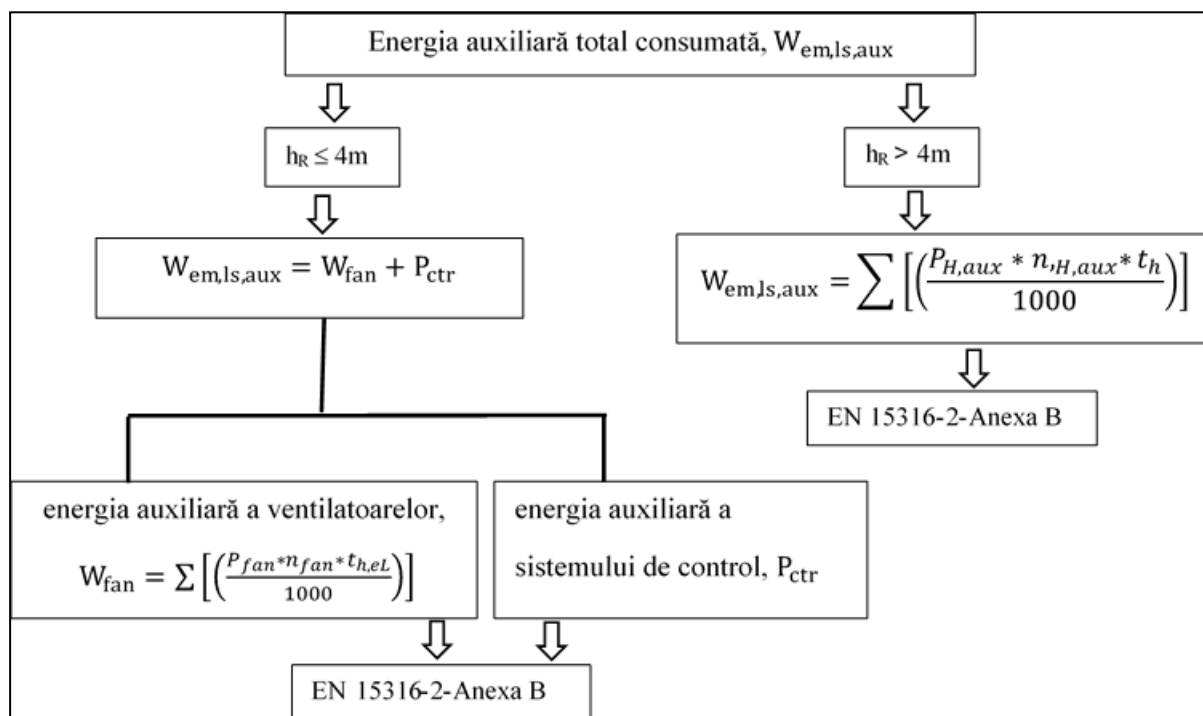


Figura 3. 5. Determinarea energiei auxiliare

Durata de funcționare a ventilatoarelor, incluzând sistemul de control, se consideră egală cu durata de funcționare a sistemului de încălzire.

Calculul orar al pierderilor de căldură 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 de căldură se găsesc în standardul EN 15316-2/2016.

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

Această metodă de calcul se referă la pierderile suplimentare de căldură și frig și la calculul consumului de energie al sistemelor de distribuție a apei calde, 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 suplimentare de energie termică a sistemelor de distribuție pentru încălzire/răcire;
- calculul consumului auxiliar de energie electrică pentru acționarea pompelor;

Termenii, definițiile, simbolurile și abrevierile sunt în concordanță cu EN ISO 52001-1/2015 și EN 15316-3/2016. Detalii suplimentare privind funcționarea sistemelor de control se găsesc în standardul EN 15232, Energy performance of buildings – Impact of building Automation, Controls and Building Management.

Pierdere 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 (vane, flanșe, armături, etc), în zona j , intervalul de calcul și timpul total de încălzire/răcire cu schema din *Figura 3.6*.

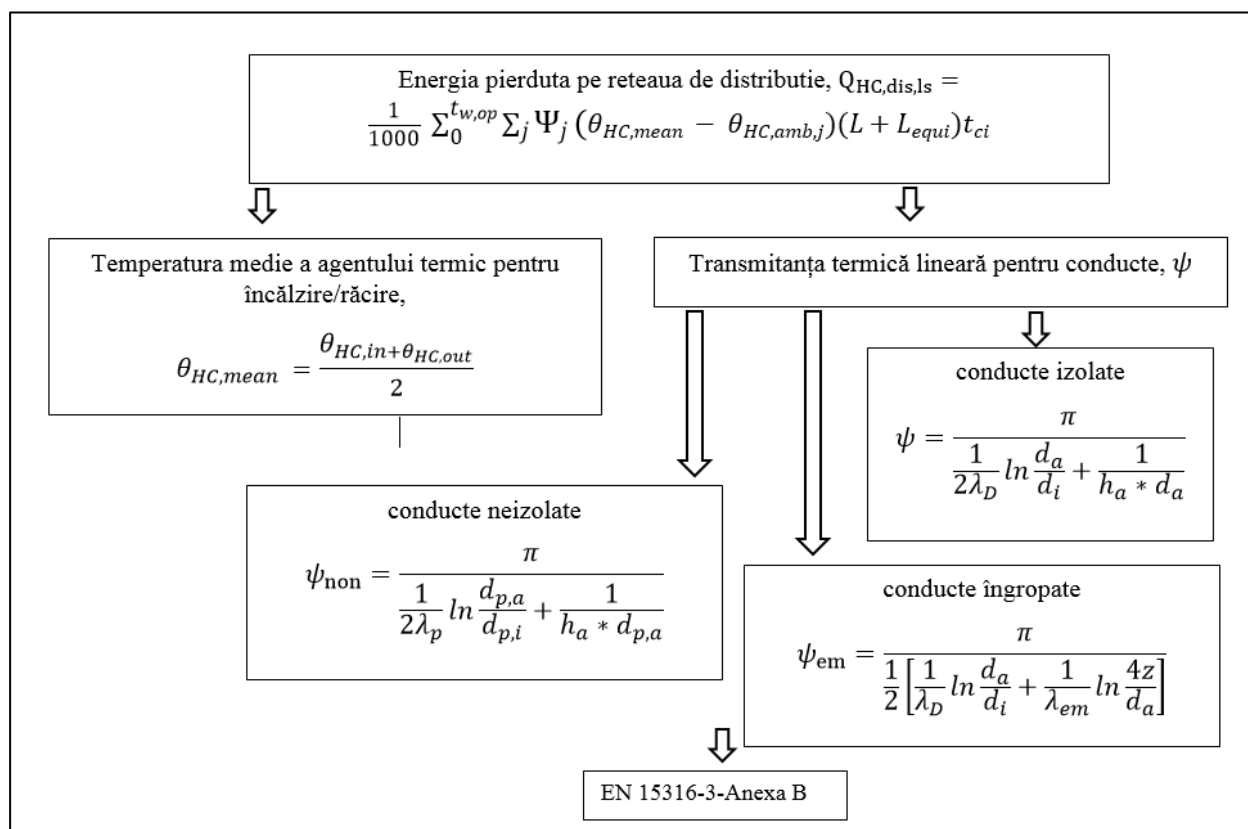


Figura 3. 6.Determinarea energiei pierdute pe rețeaua de distribuție

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):

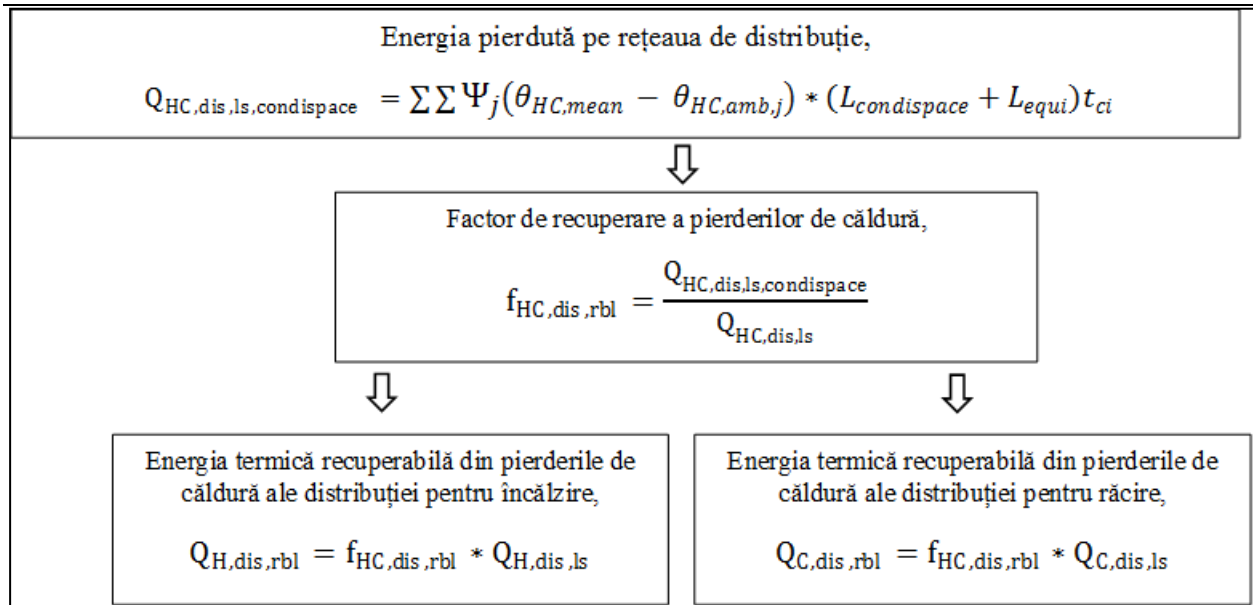


Figura 3. 7. Determinarea energiei pierdute (recuperabilă) pe rețeaua de distribuție

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:

$$P_{\text{HC,hydr,des}} = \frac{\Delta p_{\text{HC,des}} * V'_{\text{HC,des}}}{3600} \quad (\text{kW}) \quad (3.4)$$

unde:

$\Delta p_{HC,des}$ - pierderea de sarcină pe circuitul de distribuție cel mai dezavantajat, (înălțimea de pompare furnizată de pompă, la proiectare), (kPa);

$V'_{\text{HC,des}}$ - debitul de agent termic la proiectare, (m^3/h).

Pierderea de sarcină a unui sistem de conducte în circuit închis, $\Delta p_{HC,des}$, se calculează cu relația 3.5:

$$\Delta p_{\text{HC,des}} = (1 + f_{\text{comp}}) \cdot R_{\text{HC,max}} \cdot L_{\text{max}} + \Delta p_{\text{HC,add}} \quad (\text{kPa}) \quad (3.5)$$

unde:

f_{comp} - este factorul de rezistență al componentelor în sistemul de distribuție, (-), conform Anexa B, EN 15316-3/2016.

- pentru rețele de distribuție obișnuite, $f_{cmp} = 0,3$
- pentru rețele de distribuție cu multe schimbări de direcție, $f_{cmp} = 0,4$

$R_{HC,max}$ - este pierderea de sarcină lineară pe circuitul cel mai dezavantajat, (kPa/m), conform Anexa B, EN 15316-3/2016, tabel B8;

$L_{\max}$ - este lungimea maximă a circuitului de distribuție cel mai dezavantajat, (m);

$\Delta p_{HC,add}$ - este pierderea de sarcină indusă de rezistențe hidraulice adiționale locale, (kPa), conform Anexa B, EN 15316-3/2016, tabel B9;

Necesarul de energie al pompei de circulație, $W_{HC,dis,hvdr,an}$, 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:

$\beta_{HC,dis}$ - este factor de funcționare la sarcina parțială a sistemului de distribuție, cu valori între (0....1);

$t_{HC,op,an}$ - este 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*.

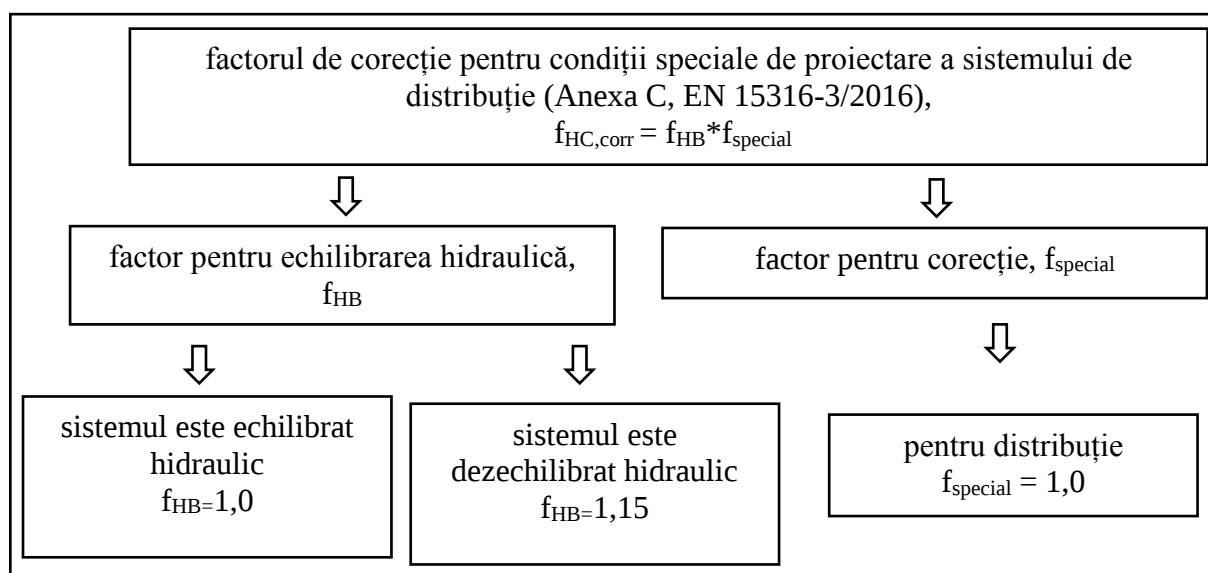


Figura 3. 8. Determinarea energiei pierdute (recuperabilă) pe rețeaua de distribuție

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:

$\epsilon_{HC,dis}$ - este 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, EN 15316-3/2016, 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:

$P_{HC,ref}$ - este 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 non-controlled, 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} este 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 pentru sistemul de distribuție al instalațiilor de încălzire, este considerat un flux termic către zona ambiantă și se calculează în funcție de factorul de recuperare al energiei auxiliare în sistemul de distribuție ($f_{rbl,dis}$), 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 preluată din Anexa B, EN 15316, 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. Metodă de calcul privind consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de preparare agent termic pentru încălzire prin arderea combustibilului fosil și biomasă (Fpr 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 numai pentru prepararea apei calde de consum sunt studiate cu o metodă de calcul particulară.

Această metodă de calcul nu se recomandă pentru proiectarea surselor de căldură și nici pentru inspecția acestora.

Prin aplicarea acestei metode se obțin următoarele informații:

- pierderile de căldură ale sistemului de preparare agent termic pentru încălzire;
- pierderile de căldură recuperabile pentru spațiul încălzit de la sistemul de preparare agent termic;
- energia auxiliară consumată de sistemul de preparare a agentului termic.

Valorile rezultate reprezintă date de intrare pentru calculul consumului total de energie al unei clădiri.

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 împreună cu dispozitivele de automatizare și control.

Termenii, definițiile, simbolurile și abrevierile sunt în concordanță cu EN ISO 52001-1/2015 și EN 15316-4-1/2016.

Prezenta metoda ia în calcul pierderile de căldură și recuperarea acestora corespunzător următoarelor componente:

- pierderi de căldură pe coș sau la evacuarea gazelor de ardere;
- pierderi de căldură prin mantaua cazanelor sau a vaselor de stocare, dacă este cazul, 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.

Metodologia românească 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 europene și naționale. Pentru calculul performanței energetice a sistemelor de generare a căldurii se vor utiliza indicațiile din standardul EN 15316 – 4 – 1/2016. Întrucât nu avem valori de referință reglementate prin documente naționale se vor utiliza 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 cu schema următoare:

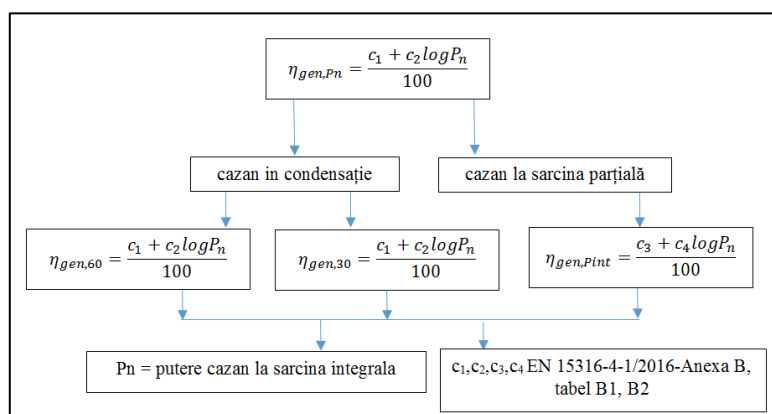


Figura 3. 9.Determinarea eficienței energetice a unui cazan

Factorul pierderilor de căldură în stand-by se calculează în funcție de puterea nominală și coeficientii $c_{5,6}$ din EN 15316 – 4 – 1/2016 Anexa B, tabel B3, cu relația:

$$f_{gen,ls,P0} = \frac{[c_5 * (P_n)^{c_6}]}{100} \quad (3.15)$$

Factorul pierderilor de căldură în stand-by reprezintă suma pierderilor prin manta și prin coș:

$$f_{gen,ls,P0} = f_{gen,env} + f_{ch,off} \quad (3.16)$$

unde:

$f_{gen,env}$ este factorul pierderilor de căldură prin manta

$f_{ch,off}$ este factorul pierderilor de căldură prin coș la funcționarea în stand-by.

Dacă nu există indicații ale producătorilor sau măsurări, parte din pierderile de căldură ale generatorului în stand-by sunt atribuite pierderilor prin manta, $f_{gen,env}$, valorile lui fiind date în EN 15316-4-1/2016, Anexa B, tabel B7.

Valorile convenționale, corespunzătoare pierderilor prin coș având arzătorul în stand-by, $f_{ch,off}$, se regăsesc în EN 15316-4-1/2016, Anexa B, tabel B11.

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

Factorul pierderilor de căldură în stand-by reprezintă suma pierderilor prin manta și prin coș:

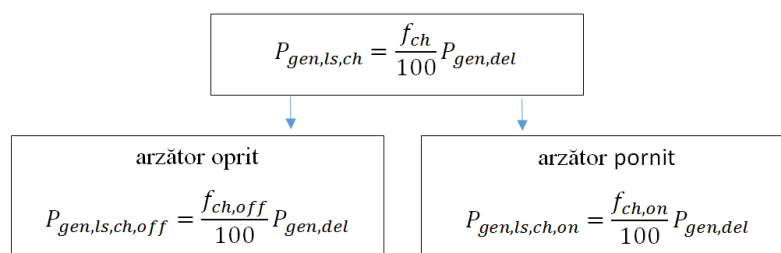


Figura 3. 10.Determinarea pierderilor de caldura ale unui cazan

unde

$f_{ch,off}$ se determina din tabel A11 și B11 din EN 15316 – 4 – 1/2016

$P_{gen,del}$ se determina conform EN 15316 – 4 – 1/2016.

Pierderile totale de caldura 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 EN 15316-4-1/2016, 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, ε_{gen} , în funcție de căldura furnizată de cazan și de căldura introdusă în cazan prin arderea combustibilului, cu formula generală următoare:

$$\varepsilon_{H,gen} = \frac{Q_{H,gen,out}}{E_{H,gen,in}} \quad (3.19)$$

Necesarul de căldură obținut prin arderea combustibilului rezultă din bilanțul energetic al cazanului care se calculează în funcție de căldura furnizată de cazan, de pierderile de căldură recuperate, de pierderi de căldură ale generatorului și de pierderile de căldură auxiliare recuperate 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 de căldură ale sub-sistemului de generare

Pierderile de căldură 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 de căldură aferente încălzirii

$\Sigma Q_{XY,gen,ls}$ sunt pierderi de căldură aferente altor consumatori

$Q_{W,S,ls}$ sunt pierderi de căldură 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:

$$t_H = \frac{Q_{H,gen,out}}{P_n} \quad [h] \quad (3.24)$$

Dacă $0 \leq \beta_{H,gen} \leq \beta_{Pint}$, P_{int} fiind puterea la sarcină intermediară, pierderile de căldură ale cazanului aferente încălzirii, $P_{H,gen,ls,Px}$, se calculează cu relația următoare:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen}}{\beta_{Pint}} (P_{H,gen,ls,Pn} - P_{H,gen,ls,Pint}) + P_{H,gen,ls,Pint} \quad [kW] \quad (3.25)$$

În caz contrar, dacă $\beta_{Pint} < \beta_{H,gen} \leq 1$, pierderile de căldură ale cazanului $P_{H,gen,ls,Px}$, se calculează cu relația următoare:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen} - \beta_{Pint}}{\beta_{Pn} - \beta_{Pint}} (P_{H,gen,ls,Pn} - P_{H,gen,ls,Pint}) + P_{H,gen,ls,Pint} \quad [kW] \quad (3.26)$$

Pierderile de căldură ale cazanului, $Q_{H,gen,ls}$, pe perioada de timp de funcționare pentru încălzire, $t_{H,use}$, se calculează cu relația:

$$Q_{H,gen,ls} = P_{H,gen,ls,Px} * t_{H,use} \quad [kWh] \quad (3.27)$$

3.1.5.7. Pierderi de căldură recuperabile și recuperate

Pierderile de căldură totale, recuperabile de la sub-sistemul de generare de căldură, $Q_{gen,ls,rbl}$, se calculează cu ecuația următoare:

$$Q_{gen,ls,rbl} = Q_{H,gen,ls,rbl} + Q_{XY,gen,ls,rbl} + Q_{H,gen,aux,rbl} \quad [kWh] \quad (3.28)$$

Unde indexul XY se referă la: climatizare C, ventilare V, apă caldă de consum DHW și aux, consumuri auxiliare.

Pierderile de căldură recuperabile din cele aferente mantalei cazanului, $\Sigma Q_{H,gen,ls,env,rbl}$, se calculează, în funcție de factorul de reducere a temperaturii, f_{brm} și partea de pierderi de căldură atribuită mantalei cazanului, $f_{gen,env}$:

$$Q_{H,gen,ls,env,rbl} = P_{H,gen,ls,P0,corr} * (1 - f_{brm}) * f_{gen,env} * t_{H,use} \quad [kWh] \quad (3.29)$$

Valorile factorilor $f_{gen,env}$ și f_{brm} , se găsesc în EN 15316-4-1/2016, 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 formula:

$$f_{aux,rbl} = 1 - f_{aux,rvd} \quad (3.30)$$

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 lineară, 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:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen}}{\beta_{Pint}} (P_{aux,Pint} - P_{aux,P0}) + P_{aux,P0} \quad [\text{kW}] \quad (3.34)$$

În caz contrar, dacă $\beta_{Pint} < \beta_{H,gen} \leq 1$, pierderile de căldură ale cazanului $P_{H,gen,ls,Px}$, se calculează cu relația următoare:

$$P_{H,gen,ls,Px} = \frac{\beta_{H,gen} - \beta_{Pint}}{1 - \beta_{Pint}} (P_{aux,Pn} - P_{aux,Pint}) + P_{aux,Pint} \quad [\text{kW}] \quad (3.35)$$

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:

$$W_{H,gen} = P_{H,aux,Px} * t_{H,use} \quad [\text{kW}] \quad (3.37)$$

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

Dacă la sistemul de generare sunt racordați 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:

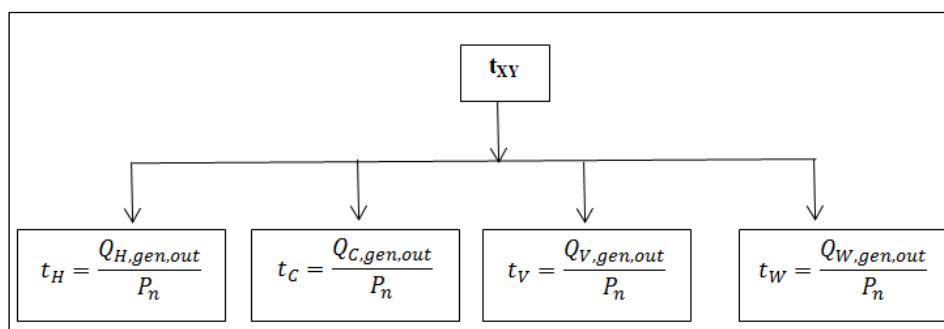


Figura 3. 11.Determinarea timpului pe utilitati

Dacă funcționează consumatorii în paralel 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:

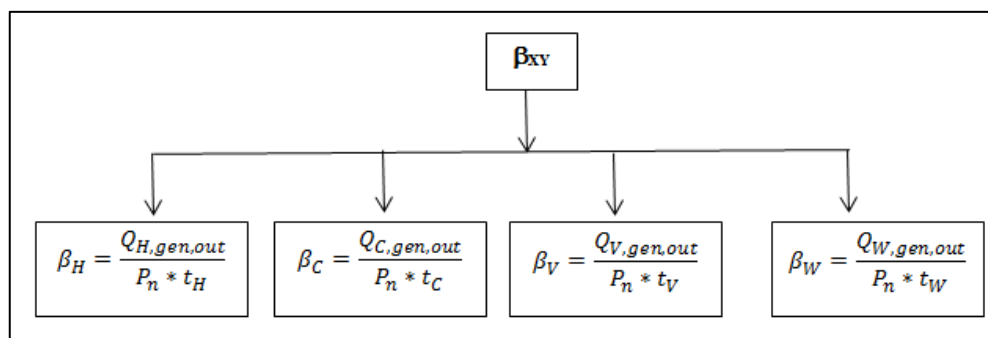


Figura 3. 12.Determinarea și factorului de sarcină specifică

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 EN 15316-4-1/2016, 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 următoare) 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 Normativului I5; 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 (conduite 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 următoare se prezintă schema sistemului tratat. Notațiile utilizate pentru tipurile de aer sunt cele din Normativul I5 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 din sisteme, de modul de reglare/control.

Metoda dezvoltată în continuare, acoperă calculul pentru :

- consumul de căldură pentru încălzire, (inclusiv pentru umidificare și reîncălzire în caz de umidificare adiabatică) și de frig al centralei de tratare a aerului 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;
- pierderi de căldură sau de frig recuperabile de la sistemul de ventilare/climatizare pentru încălzire sau răcire ;

- pierderi de aer în sistem ;
- energia auxiliară pentru ventilare (energie electrică pentru antrenare, de exemplu, a dispozitivelor de recuperare de căldură rotative sau a pompelor, a dispozitivelor de reglare, a acționărilor, etc.) ;
- energia electrică necesară pentru umidificare (numai pentru tipuri specificate de umidificator) ;
- energia auxiliară de umidificare.

Metodele de calcul se aplică pentru intervale de timp de calcul orar și bin. Pentru utilizarea acestora, se aplică indicii și acronimele din tabelul următor

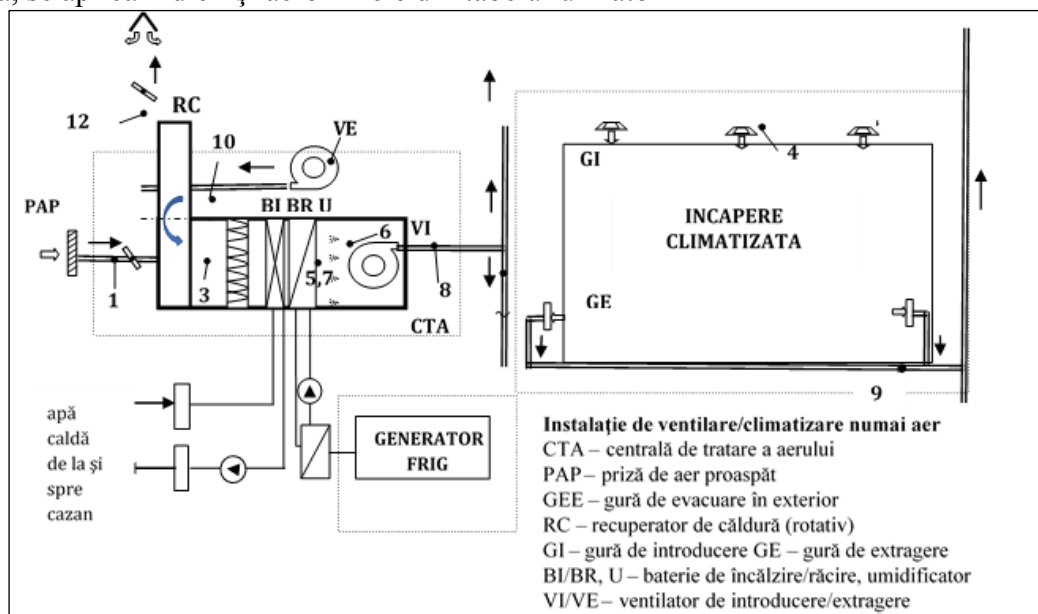


Figura 3. 13. Schema instalației de ventilare mecanică/climatizare numai aer

Pentru tipurile de aer se folosesc acronimele din Tabelul 3.3.1, aceleași cu cele din Normativul I5, identificabile pe schemă după cum urmează:

1 - ODA; 2- IDA; 4 , 8 – SUP; 9 – ETA; 12 – EHA; 10 – RCA

Tabel 3. 1 Acronime și indici

Indice	Termen	Indice	Termen	Indice	Termen
EHA	Aer evacuat	Coil	Baterie	nom	Nominal
ETA	Aer extras	Cnd	Condiționat	req	Cerut/necesar
IDA	Aer interior	Ctrl	Reglare	rot	Rotație
ODA	Aer exterior	Des	Proiectare	st1..stn	Etapa 1 la etapa n
RCA	Aer recirculat	Du	Conductă	sur	Mediu înconjurător
SUP	Aer tratat/de introducere	hr	Recuperare de căldură	xr	Recuperare de umiditate
a	Aer	lea	Scurgere	zt	Zonă termică
AHU	Centrală de tratare a aerului	nc	Necondiționat	zv	Zonă ventilată

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} , 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 centralei de tratare a aerului , în m ³ /h
ρ_a	densitatea aerului, în kg/m ³
c_a	căldura specifică a aerului, în kJ/kg °C
$\vartheta_{SUP;H;req}$	temperatura necesară a aerului tratat (încălzit) care iese din centrala de tratare a aerului, în °C
$\Delta\vartheta_{SUP;HU}$	creștere suplimentară de temperatură a aerului necesară în cazul umidificării adiabate, în °C
ϑ_e	temperatura aerului exterior corespunzătoare pasului de timp t_{ci}
t_{ci}	pasul de timp de calcul, în ore

Pentru o perioadă de timp oarecare (o săptămână, o lună etc.) se vor însuma valorile orare calculate cu formula (1).

Recuperare de căldură

- Energia transferată prin recuperarea de căldură, sensibilă și latentă, în intervalul de calcul considerat, este egală cu :

$$Q_{hr} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot \left[(\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{ODA;preh}) + \frac{r_w}{c_{p;a}} (x_{SUP;hr} - x_{ODA;preh}) \right] \cdot t_{ci} \quad (3.41)$$

unde, în plus față de relația precedentă:

f_{ODA}	este 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 considerat, 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 m ³ /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 funcție 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 intermediat etc.).

Răcire și dezumidificare

- Energia care trebuie extrasă de bateria de răcire, în intervalul de calcul t_{ci} , este egală cu :

$$Q_{C;ahu;out;req} = q_{V;SUP;ahu} \cdot \left[\rho_a c_a (\vartheta_{SUP;RCA} - \vartheta_{SUP;C;req}) + \rho_a r_w (x_{SUP;RCA} - x_{SUP;C;req}) \right] \cdot t_{ci} \quad (3.43)$$

- Energia care trebuie extrasă pentru dezumidificare, în intervalul de calcul t_{ci} , este egală cu :

$$Q_{DHU;ahu;out;req} = q_{V;SUP;ahu} \cdot \left\{ \begin{aligned} &\rho_a c_a \left[\min(\vartheta_{SUP;RCA}; \vartheta_{SUP;ahu;req}) - \vartheta_{SUP;C;req} \right] \\ &+ \rho_a r_w (x_{SUP;RCA} - \Delta x_C - x_{SUP;C;req}) \end{aligned} \right\} \cdot t_{ci} \quad (3.44)$$

Notă. Semnificația termenilor este aceeași ca în relațiile precedente, dar indicii sunt diferiți, conform celor din Tabelul 3.3.1.

Umidificare

- Energia furnizată pentru umidificarea 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 de căldură la generare

- Pierderile de căldură în centralele de tratare a aerului se calculează după cum urmează :

- Dacă încăperea în care este montată CTA este condiționată ,

$$\begin{aligned} Q_{V;ls;gen} = & [(A \cdot U)_{ahu;SUP} (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{IDA;zt}) + (A \cdot U)_{ahu;ETA} (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{IDA;zt}) \\ & + q_{V;lea;ahu;SUP} \rho_a c_a (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{IDA;zt})] \cdot t_{ci} \end{aligned} \quad (3.47)$$

- dacă nu :

$$\begin{aligned} Q_{V;ls;gen} = & [(A \cdot U)_{ahu;SUP} (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{sur;nc}) + (A \cdot U)_{ahu;ETA} (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{sur;nc}) \\ & + q_{V;lea;ahu;SUP} \rho_a c_a (\vartheta_{SUP;hr} - \vartheta_{sur;nc}) + q_{V;lea;ahu;ETA} \rho_a c_a (\vartheta_{ETA;hr;in} - \vartheta_{sur;nc})] \cdot t_{ci} \end{aligned} \quad (3.48)$$

unde

$A_{ahu;SUP}$	m^2	este suprafața centralei de tratare a aerului de introducere;
$U_{ahu;SUP}$	$kW/m^2 K$	este transmitanța centralei de tratare a aerului de introducere; valoare prin lipsă $U_{ahu;SUP} = 1 W/m^2 K$
$A_{ahu;ETA}$	m^2	este suprafața centralei de tratare a aerului recirculat ;
$U_{ahu;ETA}$	$kW/m^2 K$	este transmitanța centralei de tratare a aerului recirculat ;valoare prin lipsă $U_{ahu;ETA} = 1 W/m^2 K$

$\vartheta_{sur;nc}$ °C Temperatură a spațiului necondiționat din jurul conductei

t_{ci} h interval de calcul

Valorile coeficienților de pierderi de căldură în funcție de clasele din standardul EN 1886.

Pierderi de căldură recuperabile la generare

- Pierderile de căldură recuperabile din centrala de tratare a aerului sunt egale cu :
— Dacă CTA este amplasată în zona condiționată

$$Q_{V;ls;gen;rbl} = Q_{V;ls;gen} \quad (3.49)$$

— dacă nu :

$$Q_{V;ls;gen;rbl} = 0 \quad (3.50)$$

Ventilatoare

- Creșterea de temperatură în ventilator $\Delta\vartheta_{fan}$
Temperatura aerului la trecere prin ventilator este majorată astfel :
— pentru sistemele dublu flux echilibrate, de ventilare a clădirilor,

$$\Delta\vartheta_{fan;SUP/ETA} = 0 \quad (3.51)$$

— dacă nu

$$\Delta\vartheta_{fan;SUP/ETA} = \frac{\Delta p_{fan;SUP/ETA} \cdot f_{fan;rd}}{\rho_a \cdot c_a \cdot \eta_{fan;SUP/ETA} \times 3,6 \times 10^6} \quad (3.52)$$

unde

$\Delta p_{fan;SUP/ETA}$ Pa este diferența de presiune a ventilatorului de introducere/extragere,

$\eta_{fan;SUP/ETA}$ - este randamentul ventilatorului de introducere/extragere ;

$f_{fan;rd}$ - este gradul de recuperare a puterii ventilatorului. Valorile trebuie definite 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 care intră în dispozitivul de recirculare și de recuperare de căldură este :
— Dacă ventilatorul de extragere este poziționat în amonte de dispozitivul de recuperare a căldurii sau a recirculării :

$$\vartheta_{ETA;hr;in} = \vartheta_{ETA;dis;out} + \Delta\vartheta_{fan;ETA} \quad (3.53)$$

— dacă nu

$$\vartheta_{ETA;hr;in} = \vartheta_{ETA;dis;out} \quad (3.54)$$

- Consumul de energie al ventilatorului pentru intervalul de calcul considerat, este consumul de energie pentru ventilare; este calculat după cum urmează :

$$E_{V;gen;in;el} = (P_{el;fan;SUP} + P_{el;fan;ETA}) \cdot t_{ci} = \left(\frac{q_{V;SUP;ahu}}{\eta_{fan;SUP}} \cdot \Delta p_{fan;SUP} + \frac{q_{V;ETA;ahu}}{\eta_{fan;ETA}} \cdot \Delta p_{fan;ETA} \right) \cdot \frac{t_{ci}}{3.6 \cdot 10^6} \quad (3.55)$$

- Randamentul ventilatorului de introducere/extragere, în intervalul de calcul considerat este :

$$\eta_{fan;SUP/ETA} = \eta_{fan;SUP/ETA;nom} \cdot f_{\eta}(q_V) \quad (3.56)$$

unde:

$\eta_{fan;SUP/ETA;nom}$ - este randamentul nominal al ventilatorului de introducere/extragere, provenind din datele de fabricație

$f_{\eta}(q_V)$ - este o funcție de dependență a randamentului ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, provenind 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 nu, pentru 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 nu, pentru control 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 nu, pentru control 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

$\Delta p_{SUP/ETA;des}$	Pa	este diferența de presiune de proiectare a ventilatorului de introducere/extragere ;
$\Delta p_{fan;SUP/ETA;nom}$	Pa	este diferența de presiune nominală a ventilatorului, provenind din datele de fabricație, furnizată conform EN ISO 5801 ;
$f_{\Delta p}(q_V)$	-	este o funcție de dependență a diferenței de presiune a ventilatorului de introducere/extragere, de debitul volumic, provenind din datele de fabricație, furnizate conform EN ISO 5801 ;
$f_{\Delta p;SUP/ETA;ctrl}$	-	este partea controlată a diferenței de presiune totală de introducere/extragere de proiectare.

Preîncălzire și prerăcire prin sol

- Energia transferată la preîncălzire prin sol, dacă este cazul, în intervalul de calcul considerat, este egală cu :

$$Q_{gnd} = \rho_a \cdot C_a \cdot q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot (g_{ODA,preh} - g_e) \cdot t_{ci} \quad (3.67)$$

Energia auxiliarelor

- Energia auxiliară cerută de sistemul de ventilare în intervalul de calcul considerat 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 considerat 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 nu, recuperatorul de căldură este de tipul cu pompe de circulație,

$$W_{V;aux;hr} = q_{V;SUP;ahu} \cdot f_{ODA} \cdot p_{el;hr;pu;max} \cdot t_{ci} \cdot \left[\max \left(f_{pl;hr;min}; \frac{Q_{hr}}{t_{ci} \cdot \Phi_{hr;max}} \right) \right]^{2.5} \quad (3.70)$$

— dacă nu

$$W_{V;aux;hr} = 0 \quad (3.71)$$

unde

$n_{rot,max}$	$\min^{-1}$	este viteza de rotație maximă ;
$P_{hr;rot,max}$	kW	este la puterea maximă de antrenare prin rotor, la viteza de rotație maximă ;
$p_{el;hr;pu,max}$	kWh/m ³	este puterea absorbită de pompă, relativă la debitul volumic transportat, la viteza maximă ;
$\Phi_{hr,max}$	kW	este puterea maximă de transfer de căldură a dispozitivului de recuperare de căldură ;
$f_{pl;hr,min}$	-	este 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

$\Delta p_{SUP+ETA;des;hr}$ Pa este diferența de presiune de proiectare între introducere și extragere, pentru dispozitivul de recuperare de căldură, în condiții de proiectare.

- Energia furnizată pentru protecția la îngheț, în intervalul de calcul considerat, este egală cu :

— dacă tipul de dispozitiv 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 nu

$$W_{V;preh} = 0 \quad (3.74)$$

- Consumul de energie auxiliară al componentelor de reglare în intervalul de calcul este :

$$W_{V;aux;ctrl} = \Sigma P_{el;V;ctrl} \cdot f_{op;ctrl} \cdot t_{ci} \quad (3.75)$$

unde

$\Sigma P_{el;V;ctrl}$ kW este puterea electrică consumată a dispozitivelor de reglare (captori, elemente de acționare, reglatoare) ;

$f_{op;ctrl}$ - este 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 face cu abur,

$$W_{HU;aux} = 0 \quad (3.76)$$

— dacă nu

$$W_{HU;aux} = q_{V;SUP;HU;des} \cdot p_{el;HU;des} \cdot f_{pl;HU} \cdot t_{ci} \quad (3.77)$$

unde

$q_{V;SUP;HU;des}$ m³/h este debitul volumic de aer de proiectare din sistemul de umidificare;
 $p_{el,HU,des}$ Wh/m³ este consumul specific de energie al pompei de umidificare, raportat la debitul volumic.

- Factorul de sarcină parțială este calculat în funcție de reglarea pompei. Dependența dintre reglare și tipul de umidificator, cu o valoare prin lipsă dată în tabelul următor.

Funcționare fără reglare sau cu reglare cu ventil :

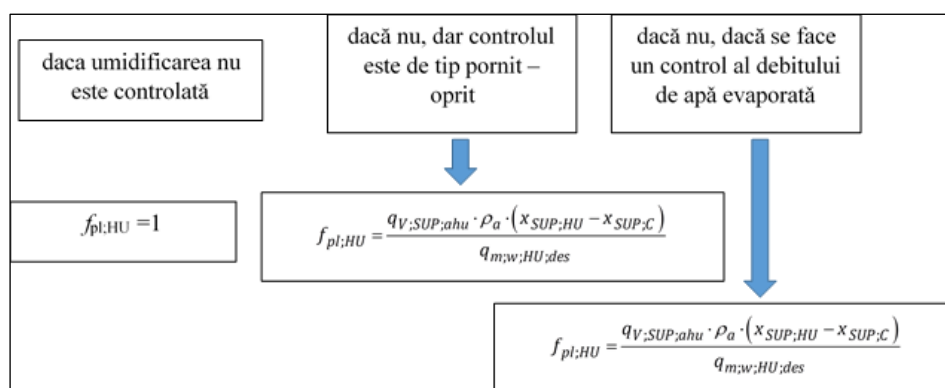


Figura 3. 14. Factorul de sarcină parțială

unde

$q_{m;w;HU,des}$ kg/h este debitul masic de apă evaporată, de proiectare a umidificatorului.

Tabel 3. 2. 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	—
altele	—	—	

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 scăpări pentru conducte este dat de :

$$f_{lea,du} = 1 + \frac{q_{v,lea,du}}{q_{v,dis,req}} \quad (3.78)$$

- Debitul de aer care trece prin neetanșeitățile conductei este calculat după cum urmează :

$$q_{V,lea,du} = A_{du} \cdot c_{lea,du} \cdot \Delta p_{du}^{e_p} \cdot 3600 \quad (3.79)$$

unde

$q_{V,lea,du}$ este debitul volumic de aer care trece prin neetanșeitățile conductei, în m^3/h ;

A_{du} este suprafață conductei, în m^2 ;

Δp_{du} este 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 centrala de tratare a aerului și diferența de presiune exact în amonte de gura de aer ;

în rețelele de conducte de aer recirculat : mediei între diferența de presiune exact în aval de gura de aer și diferența de presiune la intrare în centrala de tratare a aerului ;

$c_{lea,du}$ este factorul de etanșeitate la aer a rețelei de conducte, în $m^3/(s \cdot m^2)$

pentru 1 Pa

e_p este exponent al diferenței de presiune ; valoare prin lipsă: 0,65.

În lipsa unor informații detaliate, factorii de scăpări din conducte pot fi utilizați după clasa de etanșeitate aerului pentru conducte, conform tabelului urmator.

Tabel 3. 3Factori de scăpări pentru conducte

Clasa de etanșeitate pentru conducte	$f_{lea,du}$
necunoscută	1,45 ^a
A	1,18
B	1,06
C	1,02
D	1,0 ^b
^a Conform prEN 16798-3, 5 x A.	
^b Aplicații speciale (camere curate)	

- Factorul de scăpări al centralei de tratare a aerului este calculat după cum urmează :

$$f_{lea,ahu} = 1 + \frac{q_{v,lea,ahu}}{q_{v,dis,in/out}} \cdot \left(\frac{\Delta p_{SUP/ETA}}{\Delta p_{test}} \right)^{0,65} \quad (3.80)$$

unde

$q_{V,lea,ahu}$ este debitul de scăpări de aer al centralei de tratare a aerului determinat după EN 1886, în m^3/h ;

$q_{V,dis,in/out}$ este debitul volumic de aer tratat sau recirculat care intră sau care iese din sistemul de distribuție, în m^3/h ;

$\Delta p_{SUP/ETA}$ este diferența de presiune între partea cu aer tratat sau recirculat și mediul centralei de tratare a aerului, în Pa ;

Δp_{test} este presiunea de încercare, în Pa, după EN 1886.

În lipsa unor informații detaliate, factorii de scăpări pentru conducte pot fi utilizați conform clasei de etanșeitate aer a centralei de tratare a aerului, conform tabelului urmator.

Tabel 3. 4Factori de scăpări pentru centrale de tratare a aerului

Clasa de etanșeitate a centralei de tratare a aerului	$f_{lea;ahu}$
L3	1,1
L2	1,04
L1	1,01

- Debitele volumice necesare de introducere furnizate de centrala de tratare a aerului, sistemului de conducte de distribuție sunt :

$$q_{V;SUP;dis;in;req} = \sum_i (f_{lea;du;SUP} \cdot q_{V;SUP;dis;zv;req;i}) \quad (3.81)$$

$$q_{V;ETA;dis;out;req} = - \sum_i (f_{lea;du;ETA} \cdot q_{V;ETA;dis;zv;req;i}) \quad (3.82)$$

unde

$q_{V;SUP;dis;zv;req;i}$ m³/h este debitul volumic necesar pentru zona ventilată i ;

$q_{V;ETA;dis;zv;req;i}$ m³/h este debitul volumic necesar pentru zona ventilată i.

NOTA Normele PEC M5-5 consideră aerul recirculat cu valori negative.

- Debitul volumic de aer tratat care intră într- o zonă ventilată specifică i deservită de sistem 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 specifică i deservită de sistem 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 scăpări de aer tratat care intră în la zona specifică 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 scăpări de aer recirculat extras din zona specifică i este :

$$q_{V;lea;ETA;dis;z;i} = (f_{lea;du;z} - 1) \cdot q_{V;ETA;dis;z;i} \quad (3.86)$$

NOTA 2 În formulele (8) și (9), zona z poate fi o zonă ventilată zv sau o zonă termică zt.

- Debitul volumic de scăpări 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

— $q_{V;SUP;dis;zv;\max;des;i}$ m³/h este debitul volumic maxim de proiectare pentru zona ventilată i.

Calcul simplificat

Pentru acest calcul, în locul debitelor volumice individuale de aer tratat și de aer recirculat în și din zonele termice specifice, sunt luate ca date de intrare necesare, numai factorul de sarcină parțială și diversitatea debitelor pentru intervalul de calcul considerat.

Debitele volumice ce trebuie tratate în centrala de tratare a aerului 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

$q_{V;SUP;ETA;ahu;nom}$ m³/h este debitul volumic de aer de introducere și de aer recirculat de proiectare al sistemului.

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} — este factorul de sarcină parțială pentru debitul volumic total de aer (total pe toate zonele, dată de intrare) ;

Δf_v — este diversitatea debitului volumic pentru intervalul de calcul considerat (dată de intrare).

3.2.3.2. Pierderi de căldură în conductele de aer

- Pierderi de căldură pe distribuție

(din 16798-5-1 par 6.4.2.2) Pierderile de căldură 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 de căldură recuperabile provenind din rețeau de conducte, către o zone termică specifică i sunt egale cu :

$$Q_{V;ls;dis;rbl;zt;i} = [q_{V;SUP;zt;i} \cdot \dot{m}_a \cdot c_a \cdot \Delta \vartheta_{SUP;du;cnd} + q_{V;SUP;lea;du;zt;i} \cdot \dot{m}_a \cdot c_a \cdot (\vartheta_{SUP;dis;in} - \vartheta_{IDA;zt;i})] \cdot t_{ci} \quad (3.93)$$

unde

$q_{V,SUP,z;t;i}$ m^3/h este debitul volumic de aer introdus în zona termică i ;

$q_{V,SUP,lea,du;z;t;i}$ m^3/h este debitul volumic de scăpări de aer care intră în zona termică i.

NOTA Pierderile de căldură recuperabile sunt recuperate într-o zonă termică.

3.2.4. Consumuri energetice pentru stocarea căldurii/frigului

3.2.4.1. Generalități, metode de calcul

Metodele de calcul din acest document se referă la performanța energetică a sistemelor de stocare a energiei de răcire. Sunt prezentate:

o 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,

o metodă simplificată, pentru calcule lunare sau anuale.

Metodele se referă la calculul consumului de energie pentru următoarele tehnologii:

- stocarea energiei fără schimbare de fază (utilizarea puterii termice sensibile a materialului – de obicei apa)

- stocarea energiei prin utilizarea puterii termice latente a apei/gheții : gheața se formează la exteriorul conductelor prin care circulă fluidul frigorific primar.

- stocarea energiei prin utilizarea puterii termice latente a unui material cu schimbare de fază, altul decât apa.

Sistemul de stocare care intră în alcătuirea unui sistem de răcire este format din : a) circuitul primar dintre unitatea de producere a frigului (generator) și unitatea de stocare, b) unitatea de stocare și c) sistemul de distribuție (format din pompa de circulație și conducte).

3.2.4.2. Date de intrare

- Datele de intrare ale echipamentelor trebuie furnizate de fabricanți; în absența lor, se pot utiliza valorile „prin lipsă” indicate în tabelul următor, preluate din SR EN 1673.3.48-15 sau valori determinate la nivel național.

Tabel 3. 5. 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 de căldură	$H_{C;sto;tot;ls}$	W/K	0,01 W.K ⁻¹ .L ⁻¹	
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	$K_{v,cr} \quad \lambda \text{ (apă)}$	kW/K.m ³	0,55	1,15
Conductanța pentru topitură	$K_{v,fu} \quad \lambda \text{ (apă)}$	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 a fi extrasă din sistemul de distribuție a frigului se determină din proiect; (vezi și SR EN 16978-9). 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:

$$Q_{C;sto;sens;lqd} = (m_{C;sto;lqd} \times C_{p;sens;lqd} + \rho_{sto,med} \times V_{sto,med} \times C_{p;sto;med}) \times (\vartheta_{C;sto;exh} - \vartheta_{C;sto}) \text{ [kWh]} \quad (3.95)$$

unde

$m_{C;sto;lqd}$ [kg] Masa mediului de stocare în fază lichidă
 $C_{p;sens;lqd}$ [kWh.kg⁻¹.K⁻¹] Masa calorifică specifică ;
 $\rho_{sto;med}$ [kg.m⁻³] Densitatea mediului de stocare ;
 $V_{sto;med}$ [m³] Volumul mediului ;
 $C_{p;sto;med}$ [kWh.kg⁻¹.K⁻¹] Masa calorifică specifică a mediului de stocare ;

$\vartheta_{C;sto;exh}$ [°C] Temperatura medie la iesirea din sistemul de stocare

Energia latentă stocată este:

$$Q_{C;sto;lat} = c_{p,lat} \times m_{C;sto;sld} \text{ [kWh]} \quad (3.96)$$

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):

$$Q_{C;sto;sens;sld} = m_{C;sto;sld} \times c_{p;sens;sld} \times \frac{(\vartheta_{sto;tr} + \vartheta_{C;sto;gen,out})}{2} \text{ [kWh]} \quad (3.97)$$

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:

$$Q_{C;sto,out} = \min[(Q_{C;sto;sens;lqd} + Q_{C;sto;lat} + Q_{C;sto;sens;sld}) \cdot f_{C;sto;ctrl} \cdot Q_{C;dis,out;tot;req}] \text{ [kWh]} \quad (3.98)$$

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:

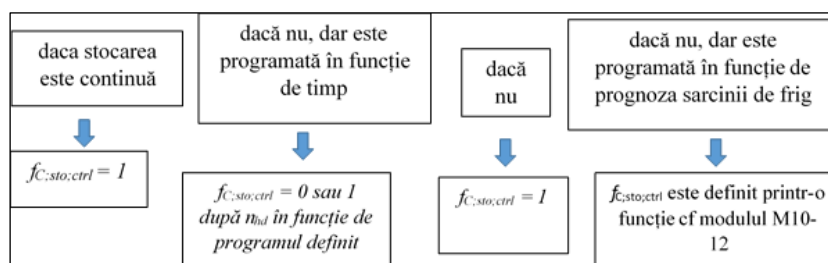


Figura 3. 15. Factorul de comandă pentru operațiunea de stocare

- 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 (5), precum și la energia de intrare în sistemul de generare a frigului.

Pierderile de căldură în porțiunea generare a sistemului de distribuție sunt :

$$Q_{C;sto,out;ls} = H_{C;sto,out;ls} \times (\vartheta_{sto;amb} - \vartheta_{C;gen,out}) \times t_{ci} \text{ [kWh]} \quad (3.99)$$

unde:

$H_{C;sto,out;ls}$ [W.K⁻¹] Coeficientul de pierderi de căldură 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

t_{ci} [h] frig ;
Durata intervalului de calcul.

Pierderile de căldură ale sistemului de distribuție, spre sistemul de emisie a frigului sunt :

$$Q_{C,sto,in,ls} = H_{C,sto,in,ls} \times (\vartheta_{sto,amb} - \vartheta_{C,sto,in}) \times t_{ci} \text{ [kWh]} \quad (3.100)$$

Unde:

$H_{C,sto,in,ls}$ [W.K⁻¹] Coeficientul de pierderi de căldură în circuitul de distribuție ;
 $\vartheta_{C,sto,in}$ [°C] Temperatura din sistemul de stocare către sistemul de emisie a frigului
Pierderile de căldură ale unității de stocare:

$$Q_{C,sto,ls} = H_{C,sto,tot,ls} \times (\vartheta_{sto,amb} - \vartheta_{C,sto}) \times t_{ci} \text{ [kWh]} \quad (3.101)$$

Unde:

$H_{C,sto,tot,ls}$ [W.K⁻¹] Coeficientul de pierderi de căldură 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:

$$\Delta Q_{C,sto} = Q_{C,sto,in} + Q_{C,sto,ls} + Q_{C,sto,out,ls} - Q_{C,sto,gen,out} \text{ [kWh]} \quad (3.102)$$

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 formula următoare:

$$d_{C,sto,0} = 2 \sqrt{\left(\frac{D_{C,sto}^2}{4} + \frac{m_{C,sto,sld,0}}{\rho_{sld} \cdot \Pi \cdot L_{C,sto}} \right)} - \frac{D_{C,sto}}{2} \text{ [m]} \quad (3.103)$$

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/m³] Densitatea gheții (fază solidă).

Diferența de masă a gheții pentru intervalul de calcul curent este :

$$\Delta m_{C,sto,sld} = \frac{-\Delta Q_{C,sto}}{\left(C_{p,lat} + C_{p,sld} \times \left(\frac{\vartheta_{sto,tr} - \vartheta_{C,sto,gen,out,flw}}{2} \right) \right)} \text{ [kg]} \quad (3.104)$$

unde:

$\Delta Q_{C,sto}$ [kWh] Variația de energie în interiorul rezervorului de stocare;

$C_{p,lat}$	$[kWh.kg^{-1}.K^{-1}]$	Caldura latentă a gheții/apelor ;
$C_{p,sld}$	$[kWh.kg^{-1}.K^{-1}]$	Caldura sensibilă în faza solidă (gheață) ;
$\vartheta_{sto,tr}$	$[^{\circ}C]$	Temperatura de tranziție a gheții ($0^{\circ}C$) ;
$\vartheta_{sto,gen,out}$	$[^{\circ}C]$	Diferența de temperatură de intrare de la generatorul de frig.

La finalul acestei etape de calcul, grosimea $d_{C,sto}$ se determină cu formula :

$$d_{C,sto} = \min \left\{ d_{C,sto,max}; \max \left[0; 2 \sqrt{ \left(\frac{D_{C,sto}^2}{4} + \frac{m_{C,sto;sld} + \Delta m_{C,sto;sld}}{\rho_{sld} \cdot \Pi \cdot L_{C,sto}} - \frac{D_{C,sto}}{2} \right)} \right] \right\} [m] \quad (3.105)$$

unde

$D_{C,sto}$	[m]	Diametrul exterior al conductei;
$m_{C,sto;sld}$	[kg]	Masa solidă la începutul perioadei de calcul;
$\Delta m_{C,sto;sld}$	[kg]	Variația de masă a gheții ;
$d_{C,sto,max}$	[m]	Diametrul maxim al stratului de gheață format.

Masa solidă corespunzătoare este:

$$m_{C,sto;sld} = \text{Max}(0; m_{C,sto;sld,0} + \Delta m_{C,sto;sld}) [kg] \quad (3.106)$$

Cazul 2 – Stocare cu materiale PCM

Transferul de masă se realizează la interiorul celei 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) :

$$\text{dacă } \Delta m_{C,sto;sld} < m_{C,sto;lqd,0} \text{ atunci } \Delta m_{C,sto;sld} = \frac{\Delta Q_{C,sto}}{(c_{p,lat} + c_{p,sld} \times \vartheta_{sto,tr})} [kg] \quad (3.107)$$

$$\text{dacă } \Delta m_{C,sto;sld} > m_{C,sto;lqd,0} \text{ atunci } \Delta m_{C,sto;sld} = m_{C,sto;lqd,0} \text{ et } m_{C,sto;lqd} = 0 [kg] \quad (3.108)$$

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 ;
$\vartheta_{sto,tr}$	$[^{\circ}C]$	Temperatura de tranziție a PCM.

Temperatura medie în faza solidă se determină astfel :

$$\vartheta_{C,sto;sld} = \vartheta_{sto,tr} [^{\circ}C]$$

$$\text{dacă } \Delta m_{C,sto;sld} > m_{C,sto;lqd,0} \text{ atunci } \Delta m_{C,sto;sld} = m_{C,sto;lqd,0} \quad m_{C,sto;lqd} = 0 \quad (3.109)$$

$$\vartheta_{C,sto;sld} = \text{Max} \left(\vartheta_{C,sto;sld,0} + \frac{\Delta Q_{C,sto} - c_{p,sens;sld} \times \Delta m_{C,sto;sld} \times (\vartheta_{sto,tr} - \vartheta_{C,sto;sld})}{c_{p,sens;sld} \times (m_{C,sto;sld} + \Delta m_{C,sto;sld})}; \vartheta_{C,gen,out,flow} \right) [^{\circ}C] \quad (3.110)$$

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) :

$$\text{dacă } \Delta m_{C;sto;sld} < m_{C;sto;sld;0} \text{ atunci } \Delta m_{C;sto;sld} = \left(\frac{\Delta Q_{C;sto}}{C_{p;sens;lat} + C_{p;sens;sld} \times \vartheta_{sto;tr}} \right) \text{ [kg]} \quad (3.113)$$

Variația masei este limitată la cantitatea de material PCM stocat la începutul intervalului de calcul. Temperatura medie în faza lichidă se obține cu relația:

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

$C_{p;sens;lqd}$ [kWh.kg⁻¹.K⁻¹] Căldura sensibilă a PCM în faza lichidă ;
 $\vartheta_{C;sto;lqd}$ [°C] Temperatura PCM în fază lichidă.

Energia consumată de echipamentele auxiliare se determină pe baza timpului de funcționare a pompelor utilizate pentru energia extrasă din sistemul de distribuție (dacă nu a fost cuantificată la sistemul de distribuție), precum și al pompei pentru energia extrasă din sistemul de stocare, de sistemul de generare și furnizat stocării (dacă nu a fost cuantificată 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

$q_{C;sto;v;pmp,in}$ [m³.h⁻¹] Debitul de fluid din sistemul de distribuție ;
 $C_{p;sto;sens;med}$ [kWh.kg⁻¹.K⁻¹] Căldura sensibilă a mediului utilizat la stocare ;
 $\rho_{sto,med}$ [kg.m⁻³] densitatea mediului utilizat la stocare .

Energia furnizată $W_{C;sto;aux,in}$ se obține în funcție de puterea electrică a pompei:

$$W_{C;sto;aux,in} = t_{C;sto;aux,in} \times \Phi_{C;sto;pmp,in} \text{ [kWh]} \quad (3.116)$$

unde

$\Phi_{C;sto;pmp,in}$ [kW] Puterea pompei.

Dacă nu a fost considerat la partea de generare a frigului, modul de calcul se repetă similar pentru pompa utilizată la extragerea energiei de la unitatea de stocare (generare a frigului).

$$t_{C,sto;auxput} = \frac{Q_{C,sto;out}}{C_{p,sto;sens;med} \times \rho_{sto;med} \times q_{C,sto;v;pmp;out} \times (\theta_{C,sto;out;flw} - \theta_{C,sto;out;ret})} \quad [h] \quad (3.117)$$

unde:

$q_{C,sto;v;pmp;out}$	$[m^3 \cdot h^{-1}]$	Debitul de fluid în sistemul de generare ;
$C_{p,sto;sens;med}$	$[kWh \cdot kg^{-1} K^{-1}]$	Căldura sensibilă a mediului utilizat pentru stocare ;
$\rho_{sto;med}$	$[kg \cdot m^{-3}]$	densitatea mediului utilizat pentru stocare ;
$\theta_{C,sto;out;ret}$	$[^{\circ}C]$	Temperatura de întoarcere în unitatea de răcire.

Cantitatea de energie furnizată $W_{sto;gen,aux,out}$ se obține în funcție de puterea electrică a pompei.

$$W_{C,sto;auxput} = t_{C,sto;auxput} \times \Phi_{C,sto;pmp;out} \quad [kWh] \quad (3.118)$$

unde

$\Phi_{C,sto;pmp;out}$ [kW] Puterea pompei din sistemul de generare.

Energia auxiliară totală :

$$W_{C,sto;aux} = W_{C,sto;genauxput} + W_{C,sto;auxin} \quad [kWh] \quad (3.119)$$

Pierderi de căldură recuperabile

Pierderile de căldură recuperabile ale unității de stocare reprezintă o combinație a pierderilor de căldură recuperabile ale unității de stocare și energia termică recuperabilă de la echipamentele auxiliare.

$$Q_{C,sto;auxls;rbl} = -W_{C,sto;aux} \times f_{aux;rbl} \quad [kWh] \quad (3.120)$$

$$Q_{C,sto;ls;rbl} = -(Q_{C,sto;out;ls} + Q_{C,sto;ls} + Q_{C,sto;in;ls}) \times f_{C,sto;rbl} \quad [kWh] \quad (3.121)$$

$$Q_{C,sto;ls;tot;rbl} = Q_{C,sto;auxls;rbl} + Q_{C,sto;ls;rbl} \quad [kWh] \quad (3.122)$$

Notă: Dacă temperatura de stocare este inferioară temperaturii ambiante, pierderile de căldură vor avea 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 de căldură sunt constante, și
- Utilizarea zilnică a energiei corespunde unei valori medii a necesarului de energie pentru intervalul de calcul considerat.

Pierderile de căldură sunt constante atât timp cât unitatea de stocare conține masă solidă.

Perioada de timp corespundătoare ($t_{off,max}$) este calculată și considerată separat pentru bilanțul energetic.

- Bilanțul energetic pentru intervalul de calcul

Bilanțul energetic este :

$$Q_{C,sto;gen;put} = -Q_{C,sto} + Q_{C,sto;out} + Q_{C,sto;in;ls} + Q_{C,sto;ls} + Q_{C,sto;out;ls} \quad [\text{kWh}] \quad (3.123)$$

$\Delta Q_{C,sto}$ este variația energiei stocate în intervalul de timp considerat. Această variație este limitată la diferența dintre energia stocată la începutul intervalului de timp ($E_{sto} = 0$) 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 de căldură corespunzătoare părții de generare a sistemului de distribuție:

$$Q_{C,sto;out;ls} = H_{C,sto;ls;out} \times (g_{sto;amb} - g_{C,sto;out}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.125)$$

Pierderile de căldură în sistemul de distribuție:

$$Q_{C,sto;in;ls} = H_{C,sto;ls;in} \times (g_{sto;amb} - g_{C,sto;in}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.126)$$

Pierderile de căldură în unitatea de stocare:

$$Q_{C,sto;stb;ls} = H_{C,sto;stb;ls} \times (g_{sto;amb} - g_{C,sto}) \times t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.127)$$

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:

$$t_{C,sto;aux;put} = \frac{Q_{C,sto;in}}{\rho_{sto;med} \times q_{C,v;sto;pmp;put} \times C_{p,sto;sens} \times (\theta_{C,sto;out} - \theta_{C,sto})} \times n_{day} \quad [\text{h}] \quad (3.128)$$

Unde:

n_{day} – numărul de zile din intervalul de timp considerat.

Cantitatea de energie furnizată se obține în funcție de puterea electrică a pompei:

$$W_{C,sto;gen;aux;put} = t_{C,sto;gen;aux;put} \times \Phi_{C,sto;pmp;put} \quad [\text{kWh}] \quad (3.129)$$

Acelasi tip de calcul se aplică în cazul pompei utilizată pentru intrarea energiei de răcire în unitatea de stocare.

$$t_{C,sto;gen;aux;in} = \frac{Q_{C,sto;out}}{C_{p,sto;sens} \times \rho_{sto;med} \times V'_{sto;gen;pmp;in} \times (g_{C,sto;out;flw} - g_{C,sto;out;ret})} \times n_{day} \quad [\text{h}] \quad (3.130)$$

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 de căldură recuperabile

Pierderile de căldură recuperabile ale unității de stocare reprezintă pierderile de căldură recuperabile proprii unității de stocare și energia termică recuperabilă din energia auxiliară, exprimate prin relațiile următoare:

$$Q_{C,sto;aux;s,rbl} = -W_{C,sto;aux} \times f_{C,aux;s,rbl} \quad [\text{kWh}] \quad (3.133)$$

$$Q_{C,sto;ls;rbl} = -(Q_{C,sto;out;ls} + Q_{C,sto;ls} + Q_{C,sto;in;ls}) \times f_{C,sto;ls;rbl} \quad [\text{kWh}] \quad (3.134)$$

$$Q_{C,sto;ls;tot;rbl} = Q_{C,sto;aux;s,rbl} + Q_{C,sto;ls;rbl} \quad [\text{kWh}] \quad (3.135)$$

3.2.5. Consumul de energie și eficiența energetică a sistemelor de climatizare de tip aer – apă sau aer- refrigerent (clasificare după Normativul IS – 2010)

3.2.5.1. Tipuri de sisteme

Metoda se aplică pentru următoarele tipurilor de sisteme de climatizare din tabelul urmator. O reprezentare a unui sistem aer-apă cu ventiloconvectoare, cu 4 conducte este dată în figura următoare

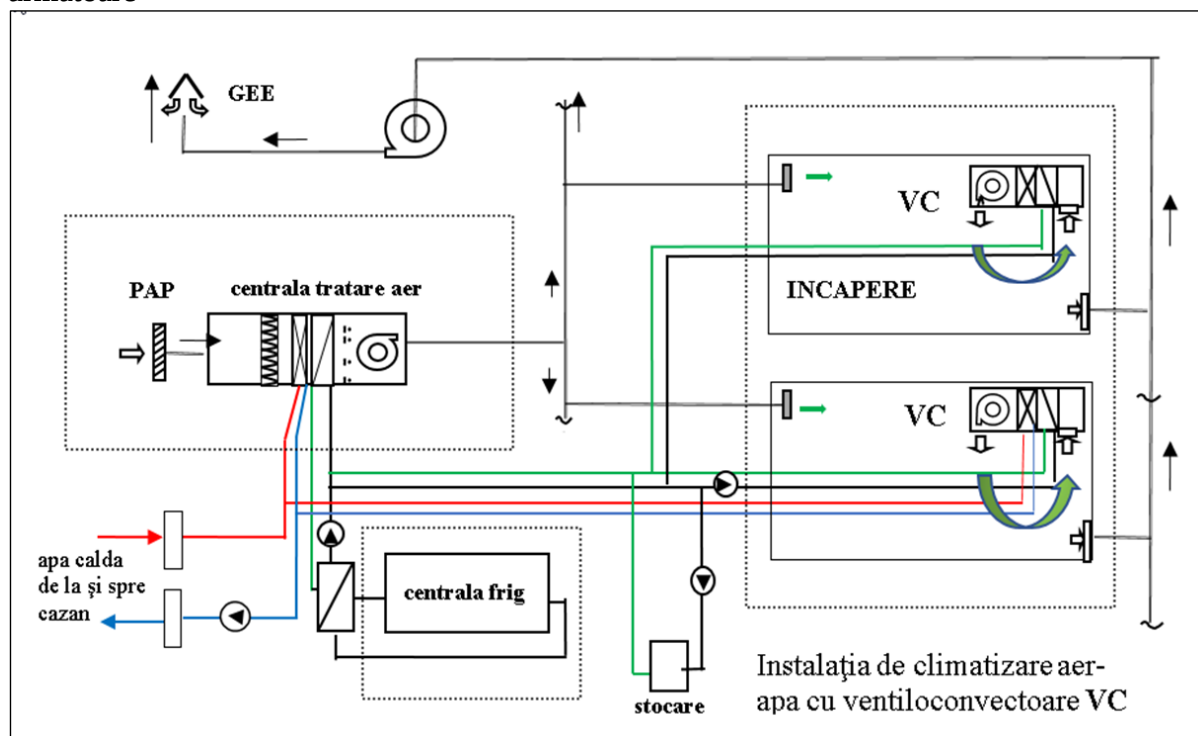


Figura3. 2. Sistem de răcire (climatizare aer-apă) cu ventiloconvectoare cu 4 conducte de apă
Tabel 3. 6. Tipuri de sisteme de răcire (climatizare aer-apă sau aer-refrigerent)

Cod	Tip sistem
B	<i>Sisteme aer-apă</i>
B1	Sistem cu ventiloconvectoare, cu 2 conducte
B2	Sistem cu ventiloconvectoare, cu 3 conducte
B3	Sistem cu ventiloconvectoare, cu 4 conducte
B4	Sistem cu inducție, 2 conducte, fără comutare
B5	Sistem cu inducție, 2 conducte, cu comutare
B6	Sistem cu inducție, 3 conducte
B7	Sistem cu inducție, 4 conducte
B8	Panou de răcire radiant cu 2 conducte (plafoane de răcire și grinzi de răcire pasive)
B9	Panou de răcire radiant cu 4 conducte (plafoane de răcire și grinzi de răcire pasive)
B10	Sisteme de răcire integrate (sol, pereți, tavan)
B11	Sistem de tavan cu grinzi active, cu 2 conducte
B12	Sistem de tavan cu grinzi active, cu 4 conducte
B13	Sistem cu pompă de căldură în buclă
C	<i>Sisteme aer-refrigerent</i>
C1	Unități pentru o încăpere (inclusiv unități cu o conductă)
C2	Sisteme mono-split cu detentă directă
C3	Sisteme multi-split cu detentă directă (inclusiv sistemele cu debit de agent frigorific variabil)

Metoda prezentată tratează calculul performanței energetice a sistemelor de răcire complete. Metoda de calcul descrie pe de o parte modul de colectare a parametrilor ce intră în calculul energiei de răcire a diferitelor zone termice și a centralelor de tratare a aerului conectate la sistemul de distribuție a frigului, precum și modul de a reuni sistemele de distribuție multiple, într-un demers energetic global al sistemului.

Metoda înglobează calculul pierderilor de căldură 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 stocarea energiei de răcire.

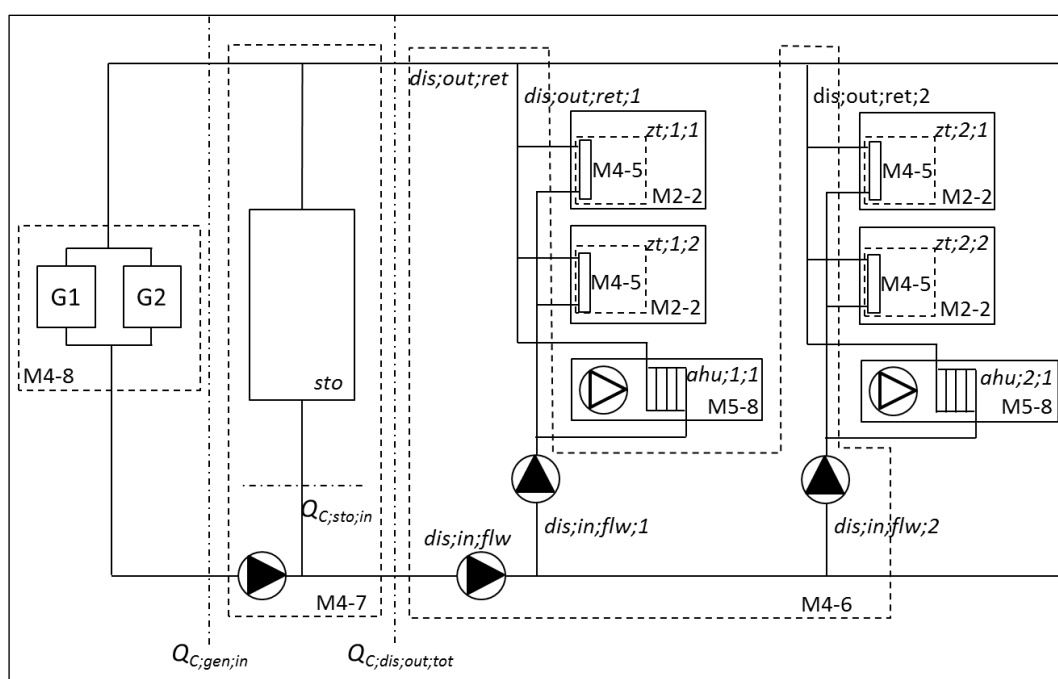
Metoda indică de asemenea modul de distribuție a energiei de răcire furnizată de generatorul de frig diferitelor sisteme de distribuție și eventualele priorități în funcționare.

Totodată, metoda de calcul definește indicatorii de performanță energetică ai sistemelor de răcire.

Procedura prezentată în continuare cuprinde metodele de calcul pentru:

- temperatura de ieșire cerută de generatorul de frig,
- temperaturile apei (tur-retur) în sistemele de distribuție a frigului, pe baza valorilor cerute,
- debitele volumice în sistemul de distribuție a frigului
- energia de răcire care trebuie să fie extrasă de sistemul de generare a frigului, pe baza exigențelor fiecărei zone termice și a centralelor de tratare a aerului,

- O imagine de ansamblu asupra legăturilor dintre diferite module (așa cum sunt definite în normele PEC), asupra limitelor și indicilor necesari în ecuații, este prezentată în figura următoare.



Calculul simplificat prezentat în continuare, permite evitarea calculului detaliat pe bază de factori, și poate fi aplicat pentru clădiri existente și la începutul fazei de proiectare a sistemelor. Este folosit cu precădere pentru intervale mari de timp, lunar sau anual. Metoda furnizează calculul următoarelor mărimi (tabelul următor):

Descriere	Simbol	Unitate măsură
Energia electrică de intrare în generatorul de frig	$E_{C,gen;el;in}$	kWh
Energia echipamentelor auxiliare pentru emisia de frig	$W_{C,aux;em}$	kWh
Energia echipamentelor auxiliare pentru distribuția de frig	$W_{C,aux;dis}$	kWh
Energia echipamentelor auxiliare pentru generarea de frig	$W_{C,aux;gen}$	kWh

Descriere	Simbol	Unitate măsură
Energia de răcire extrasă din zona termică j	$Q_{C,out;zt,j}$	kWh
Temperatura de ieșire necesară la generator	$\vartheta_{C;gen;out;req}$	°C
Energia de răcire cerută de sistemul de generare a frigului	$Q_{C;gen;in;req}$	kWh
Energia furnizată de bateria de răcire din centrala de tratare a aerului pentru sistemul de climatizare k	$Q_{C;ahu;out;k}$	kWh

3.2.5.2.Date de intrare

- Date privind concepția sistemului de răcire

În tabelul urmator sunt precizate datele referitoare la concepția procesului de răcire.

Tabel 3. 8Date 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	$\vartheta_{C;dis;flw;set;m_{ax}}$	°C
Temperatura de intrare minimă setată pentru întreg ansamblul sistemului de distribuție, pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare	$\vartheta_{C;dis;flw;set;m_{in}}$	°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 de căldură în sistemul de distribuție a frigului (calcul simplificat)	$f_{C;ls;dis}$	—
Factor privind energia echipamentelor auxiliare din sistemul de distribuție a frigului (calcul simplificat)	$f_{C;aux;dis}$	—
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 urmator.

Tabel 3.9. 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
Pierderi de căldură 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 ale metodei

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 chiar temperatura interioară pentru zona considerată.

$$\vartheta_{C,gen;out;req} = \vartheta_{C,int;inc} \quad (3.136)$$

Distribuție realizată prin sistemul de aer

Extragerea căldurii se face direct de fluxul de aer considerat. Temperatura de ieșire cerută de sistemul de generare este chiar 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:

$\vartheta_{C,gen;out;set}$ [°C] 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:

$$\vartheta_{C,dis,in;flw;req} = \min[\vartheta_{C,dis;flw;set;max}; \max(\vartheta_{C,dis;flw;set;min}; f_e \cdot \vartheta_e + \Delta\vartheta_{off})] \quad (3.141)$$

unde

$\vartheta_{C,dis,in;set}$	$^{\circ}\text{C}$	Temperatura de intrare în sistemul de distribuție, stabilită pentru o temperatură furnizată constantă (la intrare) ;
$\vartheta_{C,dis,in;set;max}$	$^{\circ}\text{C}$	Temperatura maximă de intrare în sistemul de distribuție, stabilită pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare (la intrare) ;
$\vartheta_{C,dis,in;set;min}$	$^{\circ}\text{C}$	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) ;
$\Delta\vartheta_{off}$	$^{\circ}\text{C}$	Valoarea offset de temperatură a sistemului de distribuție pentru punct de reglare variabil cu compensarea temperaturii exterioare (la intrare).

Calculul consumului de energie

- Energia extrasă din zonele termice și centralele de tratare a aerului

Energia reală extrasă din zona termică j și din centrala de tratare a aerului k, pentru un interval de calcul, este:

$$Q_{C,zt,j} = \min \left[Q_{C,ndzt,j}; \frac{Q_{C,ndzt,j}}{Q_{C,gen,in;req}} \cdot Q_{C,gen,in} \right] \quad (3.142)$$

$$Q_{C,ahu,k,out} = \min \left[Q_{C,ahu,k,out;req}; \frac{Q_{C,ahu,k,out;req}}{Q_{C,gen,in;req}} \cdot Q_{C,gen,in} \right] \quad (3.143)$$

unde:

$Q_{C,ndzt,j}$	kWh	Necesarul de energie sensibilă pentru răcire, al zonei termice j
$Q_{C,em,ls;j}$	kWh	Pierderile de căldură datorate emisiei de frig în zona termică j
$Q_{C,ahu,k,out;req}$	kWh	Energia de răcire cerută de centrala de tratare a aerului k
$Q_{C,gen,in}$	kWh	Energia extrasă de sistemul de generare a frigului, în intervalul de calcul considerat.

- Sisteme cu detentă directă

Energia necesar a fi extrasă de sistemul de generare a frigului în intervalul de calcul considerat, este:

$$Q_{C,gen,in,req} = \sum_j Q_{C,ndzt,j} + \sum_j Q_{C,em;ls,j} + \sum_k Q_{C,ahuk,out;req} \quad (3.144)$$

• Sisteme aer-apă

Energia necesară a fi extrasă de sistemul de generare a frigului în intervalul de calcul considerat, este:

$$Q_{C,gen,in,req} = \sum_j Q_{C,ndzt,j} + \sum_j Q_{C,em;ls,j} + \sum_k Q_{C,ahuk,out;req} + Q_{C;dis;ls} + f_{wat,C,auxdis} \cdot W_{C,auxdis} \quad (3.145)$$

unde

$f_{wat,C,auxdis}$ — Partea de energie a echipamentelor auxiliare destinate vehiculării apei răcite.

Notă: Această metodă simplificată nu ține seama de stocarea frigului și realizează calculul pentru un singur sistem de distribuție.

Pierderile de căldură datorate distribuției frigului și energia echipamentelor auxiliare se determină ca o fracție din necesarul de energie de răcire:

$$Q_{C;dis;ls} = f_{C;dis;ls} \left(\sum_j Q_{C,ndzt,j} + \sum_j Q_{C,em;ls,j} + \sum_k Q_{C,ahuk,out;req} \right) \quad (3.146)$$

Unde

$f_{C;dis;ls}$ — Factor al pierderilor de căldură datorate distribuției de frig;

Valori prin lipsă pentru calculul simplificat al pierderilor de căldură ale sistemului de distribuție :

$f_{C;dis;ls} = 0,05$; $f_{C,auxdis} = 0,02$.

și

$$W_{C,auxdis} = f_{C,auxdis} \left(\sum_j Q_{C,ndzt,j} + \sum_j Q_{C,em;ls,j} + \sum_k Q_{C,ahuk,out;req} \right) \quad (3.147)$$

unde

$f_{C,auxdis}$ — Factor de energie al echipamentelor auxiliare necesare distribuției de frig;

3.2.5.4. Generarea frigului

3.2.5.4.1 Introducere

Metoda se referă la calculul parametrilor de funcționare și la consumul de energie al sistemelor de generare a frigului.

Generarea frigului este realizată în:

- generatoarele de frig – grupuri frigorifice cu apă răcită cu comprimare mecanică sau cu absorbție,
- diverse tipuri de generatoare (denumite generice) – apa subterană, apa de suprafață sau utilizarea directă a căldurii solului prin foraje,
- diferite tipuri de căldură degajată (uscătă, umedă, hibridă cu aerul exterior, alte tipuri de surse de căldură).

Metoda acoperă calculul pentru:

- Temperatura apei de răcire (la răcirea cu apă), $\theta_{C,wat,hr,in}$, $\theta_{C,wat,hr,out}$
- 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 reglatoare), $W_{C;aux,gen,in}$
- Energia termică recuperabilă, $Q_{C,gen,out,rbl}$
- Căldura evacuată, $Q_{hr,out}$
- Temperatura la care este evacuată căldura, $\vartheta_{C,gen,out,rbl}$
- 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), preluată din standardul SR EN 16798-13 (2017).

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.

3.2.5.4.2. Date de intrare

- Datele tehnice necesare în calculul consumului de energie sunt date în tabelul 3.3.10.

Tabel 3.10. 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 comprimare, cu absorbție),
 - Tipul de compresor și modul de reglare al acestuia,

3.2.5.4.3. Calculul mărimilor de ieșire ale metodeiCalculul 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 unei baze de date naționale, pentru sistemele frigorifice cu absorbție, se poate adopta valoarea prin lipsă $PLV = 0,95$.

- 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 treptede funcționare în sarcină parțială k , după cum urmează:

$$0,05 \leq f_{C;PL} < 0,15 \rightarrow k = 0,1;$$

$$0,15 \leq f_{C;PL} < 0,25 \rightarrow k = 0,2;$$

⋮

$$0,95 \leq f_{C;PL} \rightarrow k = 1,0; \quad (3.150)$$

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 3.3.10.

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 EN 14511. Pentru valori diferite de temperatură, se va folosi factorul de corecție următor:

$$f_{EER;corr} = \frac{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out} - \Delta\vartheta_{evap})}{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref} + \Delta\vartheta_{cond}) - (T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out} - \Delta\vartheta_{evap})} \cdot \frac{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;n} - \Delta\vartheta_{evap})}{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;hr;req;in;n} + \Delta\vartheta_{cond}) - (T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;n} - \Delta\vartheta_{evap})}, \quad (3.155)$$

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 apă 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 apă 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. 11 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
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. 12 Factori de sarcină parțială $f_{C;PL;k}$ pentru grupuri de apă răcită, răcite cu aer

Funcționare compresor	Treaptă de sarcină parțială <i>k</i>									
	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. 13 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:

$$\vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref} = \vartheta_{e;ref} \text{ și } \vartheta_{C;gen;hr;req;in;n} = \vartheta_{e;n} \quad (3.156)$$

- sau dacă evacuarea de căldură se face cu aer, la temperatura aerului interior:

$$\vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref} = \vartheta_{e;ref} \text{ și } \vartheta_{C;gen;hr;req;in;n} = \vartheta_{i;n} \quad (3.157)$$

sau dacă evacuarea de căldură se face cu apă,

$$\vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref} = \vartheta_{C;wat;hr;in;ref} \text{ și } \vartheta_{C;gen;hr;req;in;n} = \vartheta_{C;wat;hr;in;n} \quad (3.158)$$

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. 14 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. 15 Temperaturi de referință pentru sistemul de evacuare a căldurii

Situația	sistemul	$\vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref}$	$\vartheta_{C;gen;hr;req;out;ref}$
climatizor de cameră, sau		32	Nu este

grup de apă răcită fără reglare			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:

$$f_{hr,PL} = a_2 \vartheta^2 + a_1 \vartheta + a_0 \quad (3.159)$$

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. 16 Valori ale coeficienților și temperatura din formula 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	ϑ_e	0,0007 1	-0,08224	2,91	$12^\circ\text{C} \leq \vartheta_e \leq 35^\circ\text{C}$

	centrifugal)					
grup de apă răcită cu răcire cu apă și cu reglarea temperaturii	generator cu compresie și evacuare de căldură umedă (33°C/27°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 – uscăta (45/40°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 – uscăta (45/40°C, 30 % glycol)	$\vartheta_{C;wat;hr;in}$	0	-0,0486	3,185 1	$15^{\circ}\text{C} \leq \vartheta_{C;wat;hr;in} \leq 50^{\circ}\text{C}$

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

$$\vartheta = \vartheta_e \quad (3.160)$$

sau (de exemplu, evacuarea de căldură prin aer = cu aer interior)

$$\vartheta = \vartheta_i \quad (3.161)$$

unde,

ϑ_e °C Temperatura exterioară (ambientă)

ϑ_i °C Temperatura interioară.

- Energia termică recuperabilă este:

$$Q_{C;gen;out;rbt} = 0 \quad (3.162)$$

- Nivelul temperaturii căldurii recuperabile este:

$$\vartheta_{C;gen;out;max} = \text{nedefinit.} \quad (3.163)$$

- Energia termică degajată prin sistemul de evacuare a căldurii este :

dacă generatorul este cu compresie

$$Q_{hr;out} = Q_{C;gen;in} \left(1 + \frac{1}{EER_n f_{C;PL;k} f_{EER;corr}} \right) \quad (3.164)$$

Dacă nu:

$$Q_{hr;out} = Q_{C;gen;in} \left(1 + \frac{1}{\zeta_n f_{C;PL;k}} \right) \quad (3.165)$$

Calculul pentru grup de apă răcită cu răcire cu apă

În relația (101), temperatura este :

$$\vartheta = \vartheta_{C;wat;hr;in} \quad (108)$$

Temperaturile apei de răcire $\vartheta_{C;wat;hr;in}$ și $\vartheta_{C;wat;hr;out}$ trebuie calculate în mod repetat, cu relația:

$$\vartheta_{C;wat;hr;in} = \begin{cases} \vartheta_{C;wat;hr;out} + \frac{Q_{hr;out}}{t_{C;gen;op} \Phi_{hr;n}} (\vartheta_{C;wat;hr;in;ref} - \vartheta_{C;wat;hr;out;ref}) & \text{NO_CTRL} \\ \vartheta_{C;wat;hr;in;ref} & \text{CNST_TEMP} \\ \max \left(\vartheta_{C;wat;hr;in;limit}, \vartheta_{C;wat;hr;out} + \frac{Q_{hr;out}}{t_{C;gen;op} \Phi_{hr;n}} (\vartheta_{C;wat;hr;in;ref} - \vartheta_{C;wat;hr;out;ref}) \right) & \text{VAR_TEMP} \end{cases} \quad (3.166)$$

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:

$$\vartheta_{C;gen;out;max} = \vartheta_{C;wat;hr;in} \quad (3.171)$$

- Energia termică degajată/eliminată prin sistemul de evacuare a căldurii este:

$$Q_{hr;out} = \max(Q_{C;gen;out;rbl} - Q_{C;gen;out;req}; 0) \quad (3.172)$$

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 următor.

Tabel 3. 17 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

$$E_{C;gen;el;in} = \frac{Q_{C;gen;in}}{PLV \cdot EER_n \cdot f_{EER;corr}} \quad (3.173)$$

Sau, pentru generatoare prin absorbție,

$$Q_{H;C;gen;abs;in} = \frac{Q_{C;gen;in}}{PLV \cdot \zeta_n} \quad (3.174)$$

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

$p_{hr;el}$	kW/kW	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 următoare .

Tabel 3. 18 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. 19 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,	0,45	0,8

variabilă		
-----------	--	--

Cererea de energie electrică pentru comandă, reglatoare, sonde, etc, se determină cu relația:

$$W_{\text{ctrl;el;in}} = t_{\text{C;gen;op}} \sum_j P_{\text{ctrl;el;j}}, \quad (3.177)$$

unde

$P_{\text{ctrl;el;j}}$ 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

$$W_{\text{dis;hr;el;in}} = 0 \quad (3.178)$$

sau

$$W_{\text{dis;hr;el;in}} = Q_{\text{hr;out}} \cdot p_{\text{dis;el}} \quad (3.179)$$

unde

$p_{\text{dis;el}}$ Cererea de energie electrică specifică sistemului de distribuție, în kW

Cererea de energie auxiliară este:

$$W_{\text{aux;el;in}} = W_{\text{hr;el;in}} + W_{\text{dis;hr;el;in}} + W_{\text{ctrl;el;in}}. \quad (3.180)$$

- Randamentul energetic al generării de frig

dacă generatorul este cu compresie, randamentul este :

$$EER = \frac{Q_{\text{C;gen;in}}}{E_{\text{C;gen;el;in}} + W_{\text{aux;el;in}}} \quad (3.181)$$

sau

$$\zeta = \frac{Q_{\text{C;gen;in}}}{Q_{\text{H;C;gen;abs;in}}} \quad (3.182)$$

3.3. Instalații pentru apa caldă de consum

3.3.1. Obiect, domeniul de aplicare, acte normative conexe, terminologii, notații

3.3.1.1. Obiectul metodologiei și domeniul de aplicare

Aceste prevederi cuprind metode de evaluare a performanței energetice a sistemelor de încălzire și de alimentare cu apă caldă de consum a clădirilor și își propune să precizeze metodele pentru calculul necesarului de energie și de eficiență a sistemelor. Metodologia tratează, pe de o parte, atât pierderile de energie (căldură) aferente sistemului de distribuție cât și cele corespunzătoare unităților de acumulare a apei calde, respectiv energia utilizată de generatoarele pentru producerea apei calde de consum.

3.3.2. Clasificarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum

Instalațiile de alimentare cu apă caldă pot fi clasificate în funcție de următoarele criterii:

- numărul de surse de energie utilizate pentru prepararea apei calde de consum și a numărului de zone de distribuție ;
- sistemele de încălzire adoptate pentru clădire; â
- combustibilul utilizat;

3.3.2.1. Sisteme de preparare a apei calde de consum în funcție de numărul de surse de energie și de zone de distribuție

Instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum sunt constituite, în general, dintr-un echipament de preparare a apei calde de consum, eventual un rezervor de acumulare, un sistem de conducte de distribuție (eventual recirculare a apei calde de consum) și din puncte de consum (armături sanitare).

Energia corespunzătoare instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum poate fi apreciată, separat, pentru fiecare din cele patru sisteme constitutive importante ale instalației de alimentare, respectiv:

- sistemul de furnizare a apei calde de consum (respectiv punctele de consum – bateriile amestecătoare etc);
- sistemul de distribuție a apei calde de consum, inclusiv recircularea;
- sistemul de preparare/acumulare a apei calde de consum;
- 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. Zonificarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum

În cazul în care clădirea are mai multe funcțiuni sau instalația de alimentare cu apă caldă de consum servește mai mulți utilizatori, atunci calculul performanței energetice poate fi aplicat întregii clădiri sau unei părți a clădirii, după caz. În vederea realizării acestor calcule, clădirile sunt clasificate în funcție de numărul zonelor de consum existente în clădire, precum și în funcție de numărul instalațiilor de alimentare cu apă caldă corespunzătoare acestor zone.

O zonă este definită ca o clădire sau o parte a clădirii cu funcțiune distinctă, pentru care se calculează necesarul de energie utilizată pentru prepararea apei calde de consum.

Conform ISO/FDIS 52000-1, tabel 10, criteriile de definire a zonelor pot fi stabilite în funcție de :

- Condiții diferite pentru consum, în funcție de destinația spațiilor;
- Sisteme și subsisteme pentru instalații de alimentare cu apă, diferite, utilizate în clădire.
- Tipuri diferite de sisteme pentru instalații de alimentare a apei calde de consum

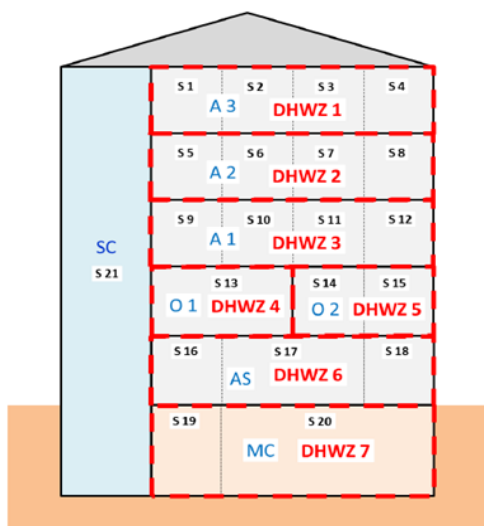


Figura 3. 3. Mod de impartire a unei clădiri, în funcție de destinația diferită a spațiilor, în vederea calculului pentru necesarul de apa caldă (e.g. apartamente, spații pentru birouri, spații comerciale etc); S1...S21 – spații; A1...A3 – apartamente; O1...O2 – spații birouri; MC – zona Sali conferințe; SC – casa scarii; DHWZ 1... 7 – zone pentru consum apa caldă.

În de mai sus este exemplificat un mod de definire a zonelor, în funcție de destinația spațiilor, cu consumuri diferite

3.3.3. Schemele de preparare a apei calde de consum adoptate în cazul utilizării centralelor termice locale sau centrale

Din punct de vedere al schemei de preparare a apei calde de consum, nu există nici o diferență între schemele de preparare cu centrala termică pentru ansambluri de clădiri și cele cu centrala pentru o singură clădire. Echipamentele pentru prepararea apei calde de consum sunt:

- 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).

Utilizarea schimbătoarelor de căldură cu acumulare determină creșterea pierderilor de căldură în perioada în care apa caldă este acumulată.

3.3.4. Regimul de alimentare cu apă rece

Regimul de furnizare a apei reci poate fi continuu sau intermitent. În consecință, și regimul de furnizare al apei calde poate fi asigurat cel puțin în aceleași condiții ca și pentru apa rece.

În condițiile furnizării intermitente a apei calde de consum (între anumite ore din timpul zilei), s-a constatat o creștere a debitului de apă caldă consumată în regim de furnizare intermitentă comparativ cu regimul de furnizare continuu.

În ceea ce privește temperatura apei reci, aceasta este cuprinsă între 5 și 18°C.

3.3.5. Energia utilă pentru instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum

Energia utilă corespunzătoare instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum reprezintă suma energiilor utile pentru fiecare din cele patru sisteme constitutive importante ale instalației de alimentare, respectiv:

- sistemul de furnizare a apei calde de consum (respectiv punctele de consum – bateriile amestecătoare etc);
- sistemul de distribuție a apei calde de consum, inclusiv recircularea;
- sistemul de preparare/acumulare a apei calde de consum;
- sistemul de producere a energiei termice necesare preparării apei calde de consum (ex: cazane, panouri solare, pompe de căldură, unități de cogenerare).

3.3.6. Perioadele de calcul

În final, se urmărește stabilirea consumului anual de energie pentru instalația de alimentare cu apă caldă de consum.

Acest obiectiv poate fi atins în două moduri, după cum urmează:

- utilizând informații privind perioada de funcționare anuală a instalației, care permit determinarea unor valori medii globale (metodă aplicabilă clădirilor existente pentru care există date privind consumurile facturate de apă caldă de consum etc);
- împărțind anul într-un număr de perioade de calcul (ex: luni, săptămâni), și determinând consumul total prin însumarea energiilor corespunzătoare pentru fiecare perioadă (metodă utilizabilă pentru clădiri noi și pentru cele existente).

3.3.7. Recuperarea pierderilor de căldură

Când se analizează o clădire sau o parte a clădirii, nu toate pierderile de căldură ale instalației de alimentare cu apă caldă de consum reprezintă pierderi efective; acest fapt se datorează recuperărilor parțiale. De exemplu, pierderile de căldură 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 de căldură 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 de căldură ale instalației de alimentare cu apă caldă de consum pot majora sarcina de răcire corespunzătoare.

3.3.8. Energia auxiliară totală necesară pentru instalația de alimentare cu apă caldă de consum

Energia auxiliară este energia necesară echipamentelor electrice prezente în instalația de alimentare cu 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 alimentare cu 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.

3.3.9. Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum (energia utilă netă)

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 alimentare cu 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.

3.3.9.1 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, pe baza volumului de apă furnizat la consumator

Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum corespunde energiei necesare încălzirii apei calde de consum, cerută de consumator, la temperatura dorită.

În cazul în care există un sistem de contorizare al volumului de apă caldă consumată, atunci necesarul de apă caldă poate fi determinat direct.

În cazul lipsei unui sistem de contorizare, necesarul de apă caldă de consum poate fi determinat în funcție de numărul și de tipul consumatorilor. Energia totală pentru încălzirea necesarului de apă caldă de consum se determină prin însumarea cerințelor individuale.

Necesarul de energie pentru apa caldă de consum furnizată utilizatorului Q_W depinde de volumul livrat și de temperaturile apei. Necesarul de energie se determină cu formula :

$$Q_{W,nd} = V_t \cdot c_W \cdot \rho_W \cdot (g_{W;draw} - g_{W;c}) \cdot \frac{1}{1.000} \quad [\text{kWh/h}] \quad (3.183)$$

$V_t = V_{W,day}$ dacă se realizează calculul pentru valori medii zilnice, sau

$V_t = V_{W,day} \cdot x_h$, dacă se determină valori orare.

în care

$Q_{W,nd}$	Energia termică necesară, determinată un pas de timp egal cu o ora	[kWh/h]
V_t	Volumul de apă caldă de consum, pe durata pasului de timp t	[l/h]
$V_{W,day}$	Volumul zilnic de apă caldă de consum, cu temperatura stabilită	[l/zi]
c_W	Caldura specifică a apei	[kWh/kgK]

ρ_W	Densitatea apei (se poate considera valoarea 1000 kg/m ³)	[kg/m ³]
$\theta_{W,draw}$	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 repartitie orară a consumului de apă caldă, conform specificatiilor din anexa B, tabel B.2. din FprEN 12831-3:2016; acest tabel conține coeficienți de repartitie orară pentru clădiri de locuit individuale, apartamente, cămin pentru bătrâni, cămine de studenți, spital.	%

3.3.9.2 Temperatura de utilizare a apei calde de consum, $\theta_{W,draw}$

Temperatura de preparare a apei calde de consum $\theta_{W,draw}$ se diferențiază față de temperatura de utilizare a apei calde; pentru preparare, se adoptă temperaturi de 40-60°C, iar pentru utilizare, temperaturile se încadrează în intervalul 35 și 60 °C, după cum urmează:

- pentru igienă corporală – 35 – 40 °C;
- pentru spălat / degresat – 50-60 °C.

Conform Fpr EN 12831-3, anexa B, tabel B.6, se poate considera la punctul de consum o temperatură de utilizare a apei calde de consum de 42°C.

3.3.9.3 Temperatura de alimentare cu apă rece pentru consum

În mod convențional, temperatura apei reci de consum se consideră egală cu 10°C, conform PrEn 12831-3, anexa B, tabel B.6.

Se poate considera, pentru temperatura apei reci de consum, ca variantă alternativă, valoarea temperaturii medii anuale a aerului exterior.

3.3.9.4 Volumul necesar de apă caldă de consum calculat cu debite specifice [e.g. l/om,zi, l/unitate consum,zi]

Volumul teoretic de apă caldă necesară consumului se determină în funcție de destinația clădirii, de tipul consumatorului de apă caldă de consum și de numărul de utilizatori / unități de folosință, conform următoarelor relații de calcul:

$$V_{W,day} = V_{W,P,day} \cdot n_p \quad [l/zi] \quad (3.184)$$

$$V_{W,day} = V_{W,f,day} \cdot f \quad [l/zi] \quad (3.185)$$

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	[l/om, zi]
$V_{W;f;day}$	necesarul specific de apă caldă de consum, la temperatura de utilizare, $\theta_{W,draw}$, pentru unitatea de utilizare/folosință, pe durata unei zile	[l/ unitate, zi]
n_p	numărul de persoane, consumatori în clădirea/zona analizată	[–]
f	numărul de unități de utilizare în clădirea/zona analizată	[–]

Valorile necesarurilor specifice de apă caldă de consum aferente persoanelor $V_{W,P,day}$ sau unităților de consum $V_{W,f,day}$, precum și numărul de consumatori/unități de consum (n_p , f) depind de:

- tipul și destinația clădirii;
- tipul activității desfășurate în clădire;
- tipul activităților, pe zone ale clădirii, atunci când în clădire există mai multe activități care diferențiază volumele de apă caldă consumate în clădire;
- standardele sau clasa de activitate, ca de exemplu numărul de stele pentru hoteluri sau categoria restaurantelor;
- necesarul specific de apă caldă de consum este considerat la temperatura de 60°C, iar temperatura apei reci utilizată pentru alimentarea cu apă a echipamentelor preparatoare de apă caldă de consum este de 10°C. Numărul de unități de consum se stabilește în urma analizei clădirii.

3.3.9.5 Necesarul specific de apă caldă de consum aferente persoanelor $V_{W,P,day}$ în clădiri de locuit, metodă de calcul

Necesarul specific de apă caldă de consum, $V_{W,P,day}$, aferente persoanelor, în clădiri de locuit, poate fi stabilit prin calcul, în funcție de suprafața locuibilă și numărul de persoane echivalente, conform PrEn 12831-3, anexa B.2.2, aplicând următoarea metodologie:

Etapa 1 – se determină numărul echivalent de persoane $n_{p,eq}$; acest număr se determină în funcție de $n_{p,eq,max}$; $n_{p,eq,max}$ se determină în funcție de aria locuibilă A_h

A. Calculul $n_{p,eq,max}$ pentru locuințe unifamiliale

În primă fază, suprafața (aria) locuibilă A_h este utilizată pentru determinarea termenului $n_{p,eq,max}$, cu relația de calcul următoare :

$$n_{p,eq,max} = \begin{cases} 1 & \text{if } A_h < 30 \text{ m}^2 \\ \{1,75 - 0,01875 \cdot (70 - A_h)\} & \text{if } 30 \text{ m}^2 \leq A_h < 70 \text{ m}^2 \\ 0,025 \cdot A_h & \text{if } A_h \geq 70 \text{ m}^2 \end{cases} \quad (3.186)$$

Ulterior, numărul total de persoane echivalente se stabilește astfel cu relația următoare:

$$n_{p,eq} = \begin{cases} n_{p,eq,max} & \text{if } n_{max} < 1,75 \\ 1,75 + 0,3 \cdot (n_{p,eq,max} - 1,75) & \text{if } n_{max} \geq 1,75 \end{cases} \quad (3.187)$$

B. Calculul $n_{p,eq,max}$ pentru apartamente

Suprafața (aria) locuibilă A_h este utilizată, pentru început, pentru determinarea termenului $n_{p,eq,max}$, după cum urmează:

$$n_{p,eq,max} = \begin{cases} 1 & \text{if } A_h < 10 \text{ m}^2 \\ \{1,75 - 0,01875 \cdot (50 - A_h)\} & \text{if } 10 \text{ m}^2 < A_h < 50 \text{ m}^2 \\ 0,035 \cdot A_h & \text{if } A_h > 50 \text{ m}^2 \end{cases} \quad (3.188)$$

Ulterior se determina numărul total de persoane echivalente definit cu formula:

$$n_{p,eq} = \begin{cases} n_{p,eq,max} & \text{if } n_{p,eq,max} < 1,75 \\ 1,75 + 0,3 \cdot (n_{p,eq,max} - 1,75) & \text{if } n_{p,eq,max} \geq 1,75 \end{cases} \quad (3.189)$$

Etapă 2 – se determină valoarea necesarului specific de apă caldă de consum, cu următoarea relație de calcul:

$$V_{W,P,day} = \min \left(x; \left(y \cdot \frac{A_h}{n_{p,eq}} \right) \right) \quad (3.190)$$

în care:

A_h Suprafața (arie) locuibilă [m^2]

$n_{p,eq}$ Numărul de persoane echivalente, utilizate pentru determinarea necesarului specific de apă caldă de consum, pentru clădiri individuale, înșiruite sau apartamente

$n_{p,eq,max}$ Numărul max de persoane echivalente, corespunzător zonei sau a unei părți din zona alimentată cu apă caldă de același echipament de preparare a apei calde de consum (echipament pentru preparare individuală sau preparare comună pentru locuințe colective)

x, y Coeficienți; valori implicite sunt: $x = 40,71$; $y = 3,26$

3.3.9.6 Necesarul de apă caldă de consum, mediu zilnic, aferente persoanelor, $V_{W,day}$ în clădiri de locuit, metodă de calcul

Cu datele calculate anterior, pentru determinarea necesarului de apă caldă de consum, se aplică relația de calcul :

$$V_{W,day} = V_{W,P,day} \cdot n_p \quad [l/zi] \quad (3.191)$$

În care n_p este reprezentat de termenul $n_{p,eq}$, respectiv numărul echivalent de persoane pentru un apartament.

3.3.9.7 Necesarul de apă caldă de consum aferente persoanelor VW;day în clădiri de locuit, metodă alternativă

Conform PrEn 12831-3, poate fi utilizată o procedură de calcul simplificată, în care se consideră direct numărul de ocupanți ai locuinței analizate n_P (dacă această valoare este cunoscută), precum și valoarea pentru necesarul specific de apă caldă de consum, considerată direct din FprEN 12831-3:2016, tabel B.5.

Aceste valori vor fi utilizate în următoarea relație de calcul (unde debitul specific de apă caldă de consum se va considera din FprEN 12831-3:2016, tabel B.5.):

$$V_{W,day} = V_{W,P,day} \cdot n_P \quad (3.192)$$

3.3.9.8 Necesarul de apă caldă de consum VW;day pentru clădiri terțiare, în funcție de numărul de unități de consum

Se aplică relația de calcul :

$$V_{W,day} = V_{W,f,day} \cdot f \quad [l/zi] \quad (3.193)$$

În care:

$V_{W,f,day}$ necesarul specific de apă caldă de consum, la temperatura de utilizare, $\vartheta_{W,draw}$, pentru unitatea de utilizare/folosință, pe durata unei zile, [l/ unitate, zi], valorile se obțin din FprEN 12831-3:2016, anexa B, tabel B4. Aceste valori sunt exprimate pentru o temperatură de 60°C, iar temperatura apei reci cu care se alimentează echipamentele preparatoare de apă caldă este de 10°C. Numărul de unități de consum se stabilește în urma analizei clădirii.

f numărul de unități de utilizare în clădirea/zona analizată, [–]

3.3.9.9 Necesarul de energie aferentă preparării volumului de apă caldă de consum, în funcție de suprafață

Alternativ, suprafața poate fi utilizată ca număr de unități de consum.

În acest caz, necesarul de energie aferentă preparării volumului de apă caldă de consum se poate determina cu formula:

$$Q_W = Q_{W,A,day} \cdot A \cdot n_{day} \quad [l/zi] \quad (3.194)$$

În care:

Q_W	energia necesară pentru DHW, pe o interval de n zile	[kWh/interval n zile]
$Q_{W,A,day}$	energia specifică necesară pentru DHW, exprimată pe unitatea [kWh/zi/m ²] de suprafață și zi, considerând o temperaturi definite pentru apa caldă de consum (e.g. 42 °C) cat si pentru apa rece, utilizată pentru alimentarea echipamentelor preparatoare (10 °C)	
A	aria suprafeței analizate	[m ²]
n_{day}	numarul de zile considerate în calcul	[zi]

Valorile pentru energia specifică necesară pentru consumurile de apă caldă de consum, exprimate în kWh/zi/m², sunt prezentate în FprEN 12831-3:2016, anexa B, capitol B.2.1, tabel B3, considerând o temperatură de 42°C pentru apa caldă și 10 °C pentru apa rece de consum.

3.3.10. Metoda de calcul a pierderilor de căldură pentru conductele de distribuție a apei calde de consum

Această metodă de calcul se referă la pierderile suplimentare de căldură și la calculul consumului de energie al sistemelor de distribuție a apei calde de consum, necesar evaluării consumului total de energie al clădirii.

Prin sistem de distribuție se înțelege ansamblul traseelor de alimentare cu apă caldă de consum, inclusiv conductele de recirculare, 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 către consumatorii de apă caldă de consum, inclusiv conductele de recirculare.

Metoda de calcul este utilizată pentru următoarele aplicații:

calculul pierderilor suplimentare de energie termică a sistemelor de distribuție pentru apa caldă de consum;

calculul consumului auxiliar de energie electrică pentru acționarea pompelor.

Termenii, definițiile, simbolurile și abrevierile sunt în concordanță cu EN ISO 52001-1/2015 și EN 15316-3/2016. Detalii suplimentare privind funcționarea sistemelor de control se găsesc în standardul EN 15232, Energy performance of buildings – Impact of building Automation, Controls and Building Management.

3.3.10.1 Calculul pierderilor de căldură și a energiei auxiliare aferente sistemului de distribuție a apei calde de consum

În urma aplicării procedurilor de calcul, se vor obține următorii termeni, după cum urmează:

pierderile de căldură ale sistemelor de distribuție pentru apa caldă de consum: $Q_{W,dis,ls}$ (kWh);

pierderile de căldură recuperabile ale sistemelor 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: $Q_{W,dis,rld}$ (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 FprEN 15316-3/2016.

3.3.10.2 Determinarea condițiilor de calcul

A. Calculul pierderilor de căldură

Determinarea pierderilor de căldură ale unui sistem de distribuție se bazează pe temperatura medie a agentului vehiculat, pe temperatura zonei ambiante, pe transmitanța termică a conductelor, pe lungimea conductelor și pe timpul de funcționare.

B. 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:

$$\vartheta_{W,mean} = \vartheta_W - \frac{\Delta \vartheta_W}{2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (3.195)$$

În care

ϑ_W	$[^{\circ}\text{C}]$	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.
$\Delta \vartheta_W$	$[^{\circ}\text{C}]$	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 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 (compusă din distribuție și recirculare) către consumatorul de apă caldă, denumită, în standardele europene, „stub”, denumire care se menține ca indice, în notații, al termenilor corespunzători acestor tipuri de conducte.

C. 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:

$$\Psi = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_D} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a d_a}} \quad [\text{W} / \text{mK}] \quad (3.196)$$

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), [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$];

λ_D - este conductivitatea termică a izolației, [$\text{W}/\text{m K}$]

Transmitanța termică liniară pentru țevi îngropate, Ψ_{em} , este:

$$\Psi_{em} = \frac{\pi}{2} \left[\frac{1}{\lambda_p} \frac{\ln d_a}{d_i} + \frac{1}{\lambda_{em}} \ln \frac{4z}{d_a} \right] \quad [\text{W} / \text{mK}] \quad (3. 197)$$

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:

$$\Psi_{non} = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_p} \ln \frac{d_{p,a}}{d_{p,i}} + \frac{1}{h_a d_{p,a}}} \quad [\text{W} / \text{mK}] \quad (3. 198)$$

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 țevelor neizolate, Ψ_{non} , se poate face cu relația următoare:

$$\Psi_{non} = h_a \cdot \pi \cdot d_{p,a} \quad [\text{W} / \text{mK}] \quad (3. 199)$$

Anexa B a standardului EN 15316-3, tabel B4, indică valori convenționale ale transmitanței termice liniare a țevelor, în funcție de vechimea clădirii și caracteristicile de montaj ale rețelei de distribuție.

D. Calculul pierderilor de căldură aferente conductelor de distribuție cu recirculare DHW, $Q_{W,dis,ls}$

Pierderea de căldură aferentă unor conducte de distribuție a apei calde de consum însoțite de recirculare se obține cu ecuația următoare:

$$Q_{W,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \Psi_j (\theta_{W,mean} - \theta_{W,amb,j}) \cdot (L + L_{eqi})_j \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3. 200)$$

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 [$^{\circ}\text{C}$];
 L - lungimea conductei de distribuție, în zona j (zona climatizată sau neclimatizată), valoare medie pentru pasul de timp considerat [m];
 L_{equi} - 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]

E. Calculul pierderilor de căldură aferente conductelor de distribuție fara recirculare DHW, $Q_{w,dis,ls,stub}$

Pierdere de căldură 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, se determină cu relația de calcul:

$$Q_{w,dis,ls,stub} = (\sum_j V_{stub,j} * \rho_w * n_{tap,j}) * c_w * (\theta_w - \theta_{w,amb,j}) * t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.201)$$

În care:

c_w [kWh/kgK] Căldura specifică a apei

$m_{w,dis,stub}$ [kg/h] Debitul de apă caldă furnizat la punctul de consum, pe durata pasului de timp considerat

$V_{stub,j}$ [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 și pas de timp;

Pierdere de căldură aferentă unui sistem de distribuție a apei calde de consum cu recirculare, în absența consumului de apă caldă $Q_{w,dis,nom}$, se determină cu relația de calcul

$$Q_{w,dis,nom} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \Psi_j \cdot (\vartheta_{w,avg} - \vartheta_{w,amb,j}) \cdot (L + L_{equi})_j \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.202)$$

Relația este similară cu relația calculului $Q_{w,dis,ls,stub}$ dar în care apare temperatura $\theta_{w,avg}$ în locul termenului $\theta_{w,mean}$.

$\vartheta_{w,avg}$ [$^{\circ}\text{C}$] Valoarea medie a temperaturii apei calde de consum într-un sistem de distribuție și 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 $\vartheta_{w,avg}$

Etape 1 - Se calculează q_i , pierdere de căldură specifică liniară, cu relația:

$$q_i = \Psi_i \cdot (\vartheta_W - \vartheta_{W,amb,j}) \quad [W/m] \quad (3.203)$$

Etapă 2 - Se determină valoarea coeficientului exponențial C_i , cu relația:

Exponentul C_i , necesar evaluării scăderii temperaturii apei calde de consum după o operație de utilizare, este dat de formula:

$$C_i = \frac{q_i \cdot L_i}{c_W \cdot \rho_W \cdot V_i + c_p \cdot m_{p,i}} \cdot \frac{t_{atap}}{(\vartheta_W - \vartheta_{W,amb,i})} \quad (3.204)$$

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 de căldură specifică pe lungime unitară (calculată la etapa 1)

Etapă 3 - Cu ajutorul coeficientului exponențial C_i se determină valoarea temperaturii apei calde de consum, după un interval de timp de neutilizare a instalației, $\vartheta_{W,dis,atap}$:

$$\vartheta_{W,dis,atap,i} = \vartheta_{W,ah,j} + (\vartheta_{W,avg,begin} - \vartheta_{W,amb,j}) \cdot e^{-C_i} \quad [^{\circ}C] \quad (3.205)$$

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 de căldură aferentă unui sistem de distribuție a apei calde de consum cu recirculare, în absența consumului de apă caldă, poate fi determinată cu relația:

$$\vartheta_{W,avg} = \frac{\vartheta_{W,avg,begin} + \vartheta_{W,dis,atap}}{2} \quad [^{\circ}C] \quad (3.206)$$

în care temperatura medie a apei calde de consum $\vartheta_{W,mean}$ este dată de relația:

$$\vartheta_{W,mean} = 25 \cdot \Psi^{-0,2} \quad [^{\circ}C] \quad (3.207)$$

Această metodă simplificată poate fi adoptată dacă se adoptă o metodă de calcul cu un pas de timp orar.

Pierderea de căldură aferentă unui sistem de distribuție a apei calde de consum cu recirculare se determină cu relația:

$$Q_{W,dis,ls,total} = Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,nom} + Q_{W,dis,stub} \quad [kWh] \quad (3.208)$$

În care:

- $Q_{W,dis,ls}$ - pierderea de căldură aferentă recirculării, în timpul furnizării apei calde de consum;
- $Q_{W,dis,nom}$ - pierderea de căldură aferentă recirculării, între utilizări ale apei calde de consum;
- $Q_{W,dis,stub}$ - pierderea de căldură aferentă sistemului de distribuție, în timpul utilizării apei calde de consum.

3.3.10.3 Calculul pierderilor de căldură recuperabile

Pierderile termice (de căldură) recuperabile ale sistemului de distribuție pentru apă caldă de consum, $Q_{W,dis,rbl}$ se calculează numai pentru lungimea conductelor care traversează spații climatizate (încălzite sau răcite).

Aceste pierderi se calculează aplicând relația pentru pierderea de căldură aferentă unor conducte de distribuție a apei calde de consum însoțite de recirculare, în care lungimea L , este lungimea conductelor de distribuție din spațiile climatizate, $L_{condispace}$:

$$Q_{W,dis,ls,condispace} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \psi_j (\theta_{W,mean} - \theta_{W,amb,j}) \cdot (L_{condispace} + L_{equi})_j \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.209)$$

În aceste condiții, se poate calcula un factor de recuperare a pierderilor de căldură, $f_{W,dis,rbl}$, astfel:

$$f_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,ls,condispace} / Q_{W,dis,ls,total} \quad [-] \quad (3.210)$$

Energia termică recuperabilă din pierderile de căldură ale distribuției pentru apă caldă de consum este:

$$Q_{W,dis,rbl} = f_{W,dis,rbl} \cdot Q_{W,dis,ls,total} \quad [\text{kWh}] \quad (3.211)$$

3.3.10.4 Calculul consumului de energie auxiliară

Calculul consumului de energie auxiliară a sistemului de distribuție 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:

$$P_{W,hydr,des} = \Delta p_{W,des} \cdot \dot{V}_{W,des} / 3600 \quad [\text{kW}] \quad (3.212)$$

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 [m^3/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:

$$\Delta p_{W,des} = (1 + f_{comp}) \cdot R_{W,max} \cdot L_{max} + \Delta p_{W,add} \quad [kPa] \quad (3.213)$$

unde:

f_{comp} - este factorul de rezistență al componentelor în sistemul de distribuție, (-), conform Anexa B.5.2.2, EN 15316-3/2016, 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 Anexa B.5.2.1, EN 15316-3/2016, 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, EN 15316-3/2016, tabel B9;

Necesarul de energie 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:

$$W_{W,dis,hydr,an} = P_{W,hydr,des} \cdot \beta_{W,dis} \cdot t_{W,op,an} \cdot f_{W,corr} \quad [kWh] \quad (3.214)$$

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, EN 15316-3/2016; $f_{W,corr} = f_{HB} \cdot f_{special}$

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:

$$W_{W,dis,an} = W_{W,dis,hydr,an} \cdot \varepsilon_{W,dis} \quad [kWh] \quad (3.215)$$

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:

$$\varepsilon_{W,dis} = f_{W,e} \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{W,dis}^{-1}) \cdot EEI/0,25 \quad [-] \quad (3. 216)$$

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, EN 15316-3/2016, 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:

$$f_{W,e} = P_{W,ref} / P_{W,hydr,des} \quad [-] \quad (3. 217)$$

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:

$$P_{W,ref} = [1,7 \cdot P_{W,hydr,des} + 17 \cdot (1 - e^{-0,3 \cdot P_{W,hydr,des}})] \cdot 10^{-3} \quad [kW] \quad (3. 218)$$

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 încălzitoare

Consumul de energie auxiliară aferentă cablurilor încălzitoare aferente distribuțiilor din instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum, $Q_{W,dis,rbl}$ este dat de relația de calcul:

$$W_{W,dis,rib} = Q_{W,dis,ls} \quad (3. 219)$$

în care:

$$Q_{W,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_{\theta}^{t_{W,op}} \sum_j \psi_j (\theta_{W,mean} - \theta_{W,amb,j}) \cdot (L + L_{equi})_j \cdot t_{ci} \quad [kWh] \quad (3. 220)$$

considerându-se doar lungimea conductelor pentru apa caldă de consum.

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:

$$Q_{W,dis,rbl} = f_{rbl,dis} \cdot W_{W,dis} \quad [kWh] \quad (3. 221)$$

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:

$$Q_{W,dis,rvd} = (1 - f_{rbl,dis}) \cdot W_{W,dis} \quad [\text{kWh}] \quad (3.222)$$

Valoarea factorului de recuperare $f_{rbl,dis}$, este menționată în Anexa B.6, EN 15316, tabel B11, astfel:

- pentru pompe cu izolație termică: $f_{rbl,dis} = 0,10$
- pentru pompe fără izolație termică: $f_{rbl,dis} = 0,25$

3.3.11. Pierderi de căldură aferente rezervoarelor de acumulare

Informații referitoare la metodă

În scopul calculului, rezervorul de acumulare este împărțit în volume care reflectă stratificarea termică a apei în rezervor. Ipoteza consideră o temperatură ambientală 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 de energie termică la nivelul rezervorului de acumulare.

Calculul pierderilor de energie termică aferentă rezervorului poate fi realizată considerând metode detaliate, care consideră condiții de calcul dinamic, cu variația în timp a temperaturii în rezervor, cu volume de calcul multiple sau metode simplificate, care utilizează un model cu volum unic și temperatura uniformă (fără stratificare termică). Această metodă simplificată este descrisă în continuare.

Metoda anuală (metoda B, modelul cu un volum unic)

Numărul volumelor de calcul din rezervor poate fi redus la 1 (model fără stratificare termică) când temperatura la nivelul întregului rezervor este considerată omogenă. Nu se consideră o variație a temperaturii în funcție de timp.

În aceste ipoteze, pierderile de căldură la nivelul mantalei rezervorului se calculează cu relația:

$$Q_{sto;ls;tot} = f_{sto;bac;acc} \times f_{sto;dis;ls} \times \frac{H_{sto;ls}}{1000} \times (g_{sto;set} - g_{sto;amb}) \times t_{ci} \quad (3.223)$$

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 de căldură 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 avînd o temperatură uniformă, $f_{sto;bac;acc}$ este considerat egal cu 1. Se utilizează valori mai mici decît 1 ale $f_{sto;bac;acc}$, dacă acest parametru este calculat cu procedura prezentată în Anexa D din TR 15316 – 6 -10: 2016.

$f_{sto;dis;ls}$ - 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.

3.4.Instalații pentru iluminatul artificial; cuplarea cu iluminatul natural

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

4.1. Calculul energiei provenite din surse regenerabile

4.1. Calculul energiei provenite din surse regenerabile

4.1.1. Pompe de căldură

4.1.1.1. Generalități

4.1.1.2. Termeni și definiții

4.1.1.3. Mod de calcul (metoda orară)

4.1.1.3.1. Date de intrare

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

4.1.1.3.3. Calculul fluxurilor de energie la sarcină parțială

4.1.1.3.4. Încălzitorul de rezervă

4.1.1.3.5. Rezultate

4.1.1.4. Mod de calcul (metoda lunară/anuală)

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

4.2.1. Pompe de căldură

4.3. Performanța energetică a clădirilor – Metoda de calcul a cerințelor energetice și randamentelor sistemelor. Partea : Sisteme solare termice

4.3.1. Domeniu de aplicare

4.3.2. Termeni și definiții

4.3.3. Descrierea metodei

4.3.4. Metoda lunară

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

4.4.1. Obiective și domenii de aplicare

4.4.2. Configurarea limitelor sistemului

4.4.3. Principiul metodei de calcul

4.4.3.1. Descrierea generală a metodei

4.4.3.2. Descrierea calculului pentru sistemul de cogenerare

4.4.3.2.1. Date de ieșire

4.4.3.2.2. Date de intrare

4.5. Sisteme urbane pentru încălzire/răcire

Capitolul 4. Evaluarea consumurilor de energie pentru sisteme de instalații utilizând surse regenerabile**4.1. Calculul energiei provenite din surse regenerabile****4.1.1. Pompe de căldură****4.1.1.1. Generalități**

În acest capitol sunt analizate:

- datele de intrare necesare;
- metodele de calcul;
- datele de ieșire

Sistemele analizate sunt sisteme de pompe de căldură pentru încălzirea spațiului și producerea apei calde menajere:

- pompe de căldură acționate electric cu ciclu de compresie a vaporilor;
- pompe de combustie acționate cu motor termic cu ciclu de compresie a vaporilor;
- pompe termice cu ciclu de absorbție a vaporilor.

4.1.1.2. Termeni și definiții**funcționare alternantă**

producerea de energie termică pentru sistemul de încălzire a spațiului și producere apă caldă de consum de către un generator de căldură cu funcționare mixtă prin comutarea generatorului de căldură fie pentru prepararea apei calde de consum, fie pentru încălzirea spațiilor

condiții de evaluare a aplicațiilor

condiții obligatorii de evaluare în domeniul de funcționare ale unității care sunt publicate de fabricant sau distribuitor

energie auxiliară

energia electrică utilizată de instalațiile de încălzire, răcire, ventilare și/sau preparare a apei calde de consum din clădire pentru transformarea energiei pentru a satisface nevoile energetice

Nota 1 : Aceasta include energia pentru ventilatoare, pompe, echipamente electronice, etc.

Energia electrică consumată de sistemul de ventilare pentru transportul aerului și recuperarea căldurii nu este considerată ca energie auxiliară, ci ca energie utilizată pentru ventilație

Nota 2: Energia de antrenare a pompelor de căldură cu acționare electrică în limita sistemului COP și a unui încălzitor electric de rezervă nu este considerată energie auxiliară.

încălzitor de rezervă

încălzitor care furnizează căldura care nu este acoperită de sistemul de pompe de căldură

temperatura bivalentă

cea mai mică temperatură la care puterea de încălzire a pompei de căldură și sarcina termică a clădirii sunt egale

bin

sumă a tuturor orelor care apar la o temperatură dată pentru un loc echivalent specific

coeficientul de performanță COP

raportul dintre capacitatea de încălzire și puterea de intrare efectivă a unității

pompă de căldură cu motor cu ardere internă

pompa de căldură cu comprimare de vapori acționată de un motor cu ardere internă.

perioadă de întrerupere

perioada în care alimentarea cu energie electrică a pompei de căldură este întreruptă de către furnizorul de utilități

putere absorbită efectivă

puterea electrică medie absorbită de unitate în intervalul de timp definit, obținută din:

- puterea de intrare pentru funcționarea compresorului sau a arzătorului și orice altă sursă de energie pentru dezghețare;
- puterea de intrare pentru toate dispozitivele de control și siguranță ale unității; și
- puterea proporțională a dispozitivelor de transport (de exemplu, ventilatoare, pompe) pentru asigurarea transportului agentului termic în interiorul unității pe baza duratei de funcționare al pompei de căldură

pompă de căldură acționată electric

pompa de căldură cu comprimare mecanică de vapori, care încorporează un compresor acționat de un motor electric

pompă de căldură combinată

generator de căldură, care furnizează energie pentru două sisteme diferite, de ex. sistemul de încălzire a spațiului și sistemul de apă caldă menajeră în funcționare combinată alternativă sau simultană

pompă de căldură cu absorbție de gaz

pompa de căldură care funcționează pe baza unui ciclu termodinamic care utilizează amoniacul ca agent frigorific și apa ca absorbant, alimentat printr-o flacără cu ardere directă

pompa de căldură

echipament care preia căldura la o anumită temperatură și eliberează căldură la o temperatură mai ridicată

Nota 1: Atunci când funcționează pentru a furniza căldură (de exemplu, pentru încălzirea spațiului sau pentru încălzirea apei), se spune că aparatul funcționează în modul de încălzire; când funcționează pentru a elimina căldura (de exemplu, pentru răcirea spațiului), se spune că funcționează în modul de răcire.

agent termic

orice mediu (apă, aer etc.) utilizat pentru transferul căldurii fără schimbarea stării, care poate fi:

- fluidul răcit de vaporizator;
- fluidul încălzit de condensator

puterea termică $P_{HW;gen;out}$

fluxul de căldură emis de unitate agentului termic raportat la unitatea de timp pentru încălzire sau apă caldă menajeră sau o combinație a acestora

Nota 1: În cazul în care căldura este îndepărtată din schimbătorul de căldură interior pentru dezghețare, aceasta este luată în considerare.

pompa de căldură monovalentă

unitate unitară sau tip split folosind un singur agent termic pentru transferul căldurii, altul decât energia electrică numai pentru sistemele auxiliare

pompa de căldură bivalentă

ansamblu tip unitar sau split folosind un agent termic pentru transferul căldurii și același sau alt agent termic pentru producerea căldurii prin conversie într-un dispozitiv auxiliar plasat în același ansamblu, altul decât energia electrică numai pentru sistemele auxiliare

limită a temperaturii de funcționare

TOL

cea mai scăzută temperatură exterioară la care unitatea poate încă să livreze căldură, declarată de producător

Nota 1: Sub această temperatură, pompa de căldură nu va putea livra căldură.

domeniul de funcționare

domeniul indicat de producător și limitat de limitele superioare și inferioare ale utilizării (de exemplu, temperaturile, umiditatea aerului, tensiunea) în care unitatea este considerată adecvată pentru utilizare și are caracteristicile publicate de producător

funcționare la sarcină parțială

stare de funcționare a sistemului pompei de căldură atunci când necesarul de putere real este inferior puterii nominale a dispozitivului

raportul de sarcină parțială

LR

raportul dintre căldura generată în timpul perioadei de calcul și cea maximă a generatorului de căldură în timpul perioadei de calcul orar sau a intervalului de temperatură

Notă 1: Raportul de încărcare parțială nu este utilizat pentru metoda lunară.

pompa primară

pompa montată în circuitul care conține generatorul și o decuplare hidraulică, de ex. un rezervor de acumulare racordat în paralel sau un distribuitor hidraulic

energia termică produsă

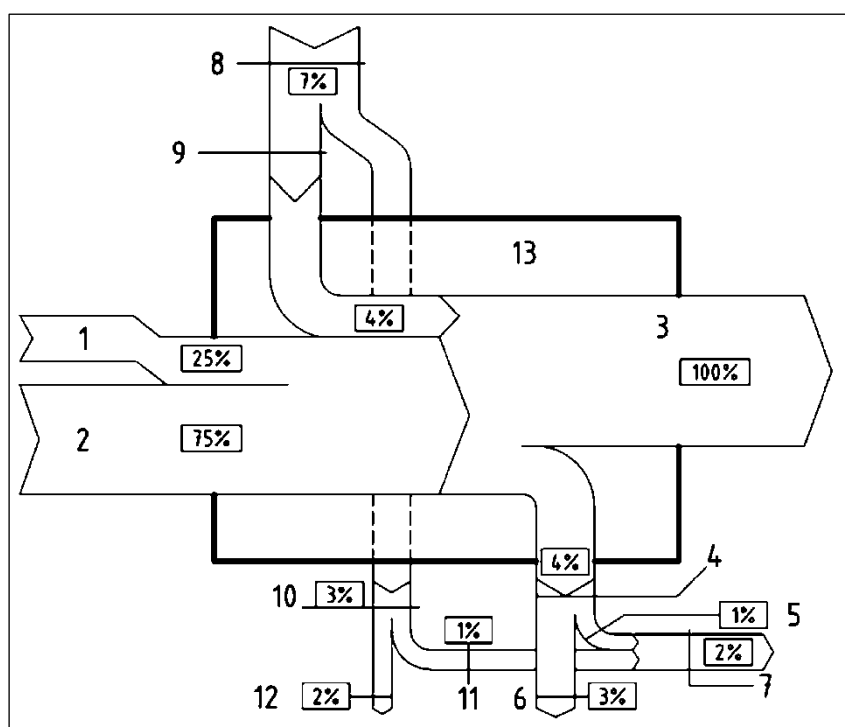
căldura produsă de pompa de căldură pentru a acoperi necesarul de energie al subsistemului de distribuție și pierderile de căldură ale subsistemului termic pentru încălzirea spațiului și / sau a apei calde menajere

temperatura de referință a unei zone condiționate

temperatură interioară (minimă), fixată de sistemul de reglare în modul de încălzire

funcționare simultană în timpul perioadei de încălzire

producția simultană de energie termică pentru încălzirea spațiului și prepararea apei calde menajere de către o pompă de căldură combinată



Legenda

- | | |
|---|--|
| 1 Aport de energie mecanică pentru acoperirea necesarului de energie termică (de exemplu, energie electrică, combustibil) $E_{HW;gen;in}$ | 8 Aport de energie auxiliară $W_{HW;gen;aux}$ |
| 2 Căldura prelevată din sursa de căldură de către pompa de căldură $Q_{HW;gen;in}$ | 9 Pierdere de căldură recuperată a componentelor auxiliare $Q_{HW;gen;aux;ls;rvd}$ |
| 3 Căldură furnizată de sub-sistemul de generare care corespunde necesarului de energie termică | 10 Pierdere de căldură nerecuperată a componentelor auxiliare $Q_{HW;gen;aux;ls}$ |

a subsistemului de distribuție

$$Q_{HW;gen;out} = Q_{HW;gen;dis;out}$$

- | | |
|---|---|
| <p>4 Pierderi de căldură ale subsistemului de generare $Q_{HW;gen;ls;tot}$</p> <p>5 Pierderi de căldură recuperabile ale subsistemului de generare $Q_{H;gen;ls;rbl}$</p> <p>6 Pierderi de căldură nerecuperabile ale subsistemului de generare $Q_{HW;gen;ls;nrb}$</p> <p>7 Pierderi de căldură recuperabile totale ale subsistemului de generare $Q_{H;gen;ls;rbl;tot}$</p> | <p>11 Pierdere de căldură recuperabilă a componentelor auxiliare $Q_{H;gen;aux;ls;rbl}$</p> <p>12 Pierdere de căldură nerecuperabilă a componentelor auxiliare $Q_{HW;gen;aux;ls;nrb}$</p> <p>13 Sub-sistem de generare</p> |
|---|---|

Figura 4. 1 Exemplu de bilanț energetic aferent subsistemului de generare pentru încălzire

4.1.1.3. Mod de calcul (metoda orară)

Pașii de calcul sunt:

- Pas 1: Determinarea necesarilor de energie pentru încălzirea spațiilor și pentru prepararea apei calde de consum pentru perioadele de timp considerate - conform cap. 6.6 din FprEN 15316-4-2:2016
- Pas 2: Calculul COP și a capacității termice la sarcină totală pentru pasul de timp considerat - conform cap. 6.7 din FprEN 15316-4-2:2016
- Pas 3: Calculul energiei livrate de sistemul cu pompă de căldură funcție de condițiile climatice și de necesarile de energie la sarcină totală pentru fiecare utilizare (încălzirea spațiilor și prepararea apei calde de consum)
- Pas 4: Verificarea necesității unui încălzitor de rezervă
- Pas 5: Calculul raportului de sarcină a pompei de căldură în diferite moduri de funcționare conform subcap. 6.7.2.6.2, din FprEN 15316-4-2:2016
- Pas 6: Calculul consumului de energie auxiliara - conform cap. 6.8 din FprEN 15316-4-2:2016
- Pas 7: Calculul pierderilor recuperabile ale subsistemului de generare - conform cap. 6.11 din FprEN 15316-4-2:2016
- Pas 8: Calculul energiei totale de intrare care să acopere necesarile conform subcap. 6.7.2.7, din FprEN 15316-4-2:2016
- Pas 9: Calculul energiei de back-up- conform cap. 6.10 din FprEN 15316-4-2:2016
- Pas 10: Sumarul valorilor de ieșire necesare și opționale

Metoda se bazează pe calculul cantităților de energie livrate și cedate de pompa de căldură funcție de informațiile standardizate de produs.

4.1.1.3.1. Date de intrare

Conform Anexei A din FprEN 15316-4-2:2016, sunt necesare următoarele date de intrare:

A.1 Descrierea pompei de căldură

- tipul pompei de căldură (aer-apa, apa-apa, saramura-apa)
- tipul utilităților deservite (încălzire, apă caldă de consum, stocare apă, toate)
- combustibilul utilizat de pompa de căldură (electricitate, gaz, biomasa etc)
- combustibilul utilizat de sistemul de back-up al pompei de căldură (electricitate, gaz, biomasa etc)
- 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 ale sistemului

- temperatura de proiect, temperatura bivalentă, temperatura maximă de funcționare, temperatura maximă/minimă pentru sistemul de back-up
- locul de amplasare al pompei de căldură
- prioritatea subsistemelor (încălzire, apă caldă de consum, stocare)

A.3 Condiții de funcționare

- energia termică necesară pentru încălzire
- temperatura necesară pentru încălzire
- energia necesară pentru prepararea apei calde de consum
- temperatura necesară 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 calcul
- temperatura interioară
- temperatura exterioară în intervalul de calcul
- numărul de ore din lună (metoda lunară) sau an (metoda anuală) în care temperatura exterioară este inferioară celei de la pasul următor de timp

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

Conform Anexa B din FprCEN/TR 15316-6-5:2016.

4.1.1.3.3. Calculul fluxurilor de energie la sarcină parțială

Conform Anexa B din FprCEN/TR 15316-6-5:2016.

4.1.1.3.4. Încălzitorul de rezervă

Conform Anexa B din FprCEN/TR 15316-6-5:2016.

4.1.1.3.5. Rezultate

- 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 ($Q_{W,gen,dis,out}$)

4.1.1.4. Mod de calcul (metoda lunară/anuală)

În principiu metoda lunară/anuală urmează aceleași etape ca metoda orară, doar pasul de timp se modifică corespunzător

Suplimentar față de datele specificate la metoda orară mai este de nevoie de:

- numărul de ore (pe luna/pe an) în care întâlnim fiecare valoare a temperaturii exterioare
- factor pentru aporturile datorate sistemului de reglaj
- factor pentru alte aporturi (de la activitate, solare...)

Schema logică mod de calcul (pompa de căldură pentru încălzire și preparare apă caldă de consum) sunt prezentate în figura 4.2.

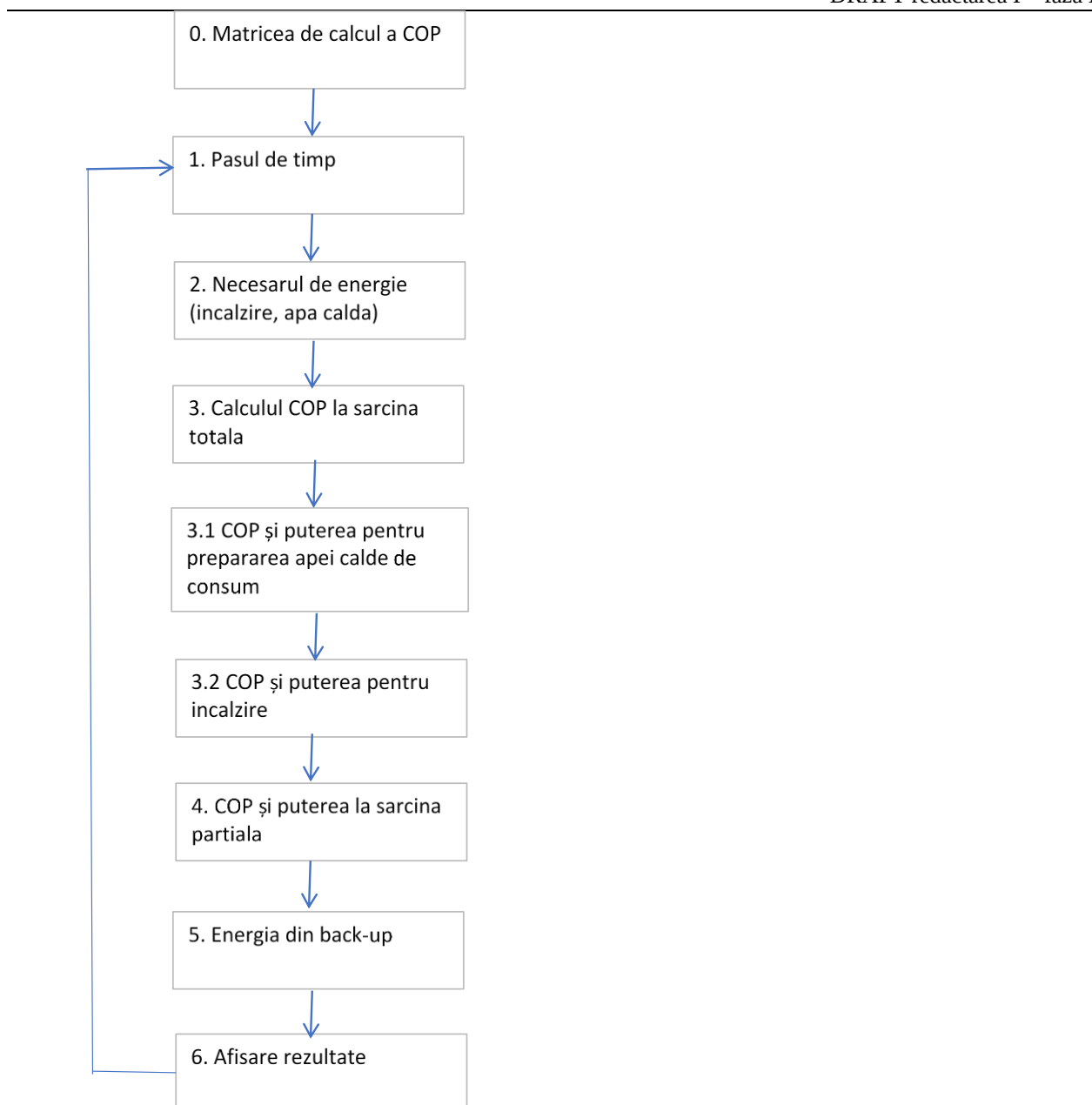


Figura 4. 2. Evaluarea consumului de energie pentru instalații de încălzire, climatizare, ventilare mecanică, apă caldă de consum și iluminat în situația utilizării surselor regenerabile de energie

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

4.2.1. Pompe de căldură

În situația utilizării surselor regenerabile de energie, consumul de energie pentru încălzire și/sau prepararea apei calde de consum, calculat conform ISO13786, se diminuează cu valorile determinate pentru $Q_{H,gen,dis,out}$ și $Q_{W,gen,dis,out}$.

4.3. Performanța energetică a clădirilor – Metoda de calcul a cerințelor energetice și randamentelor sistemelor. Partea : Sisteme solare termice

4.3.1. 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 diurn de către bucla solară.

4.3.2. Termeni 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 – modului 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;
- E_S – modului 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} – modului 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;

- H – transmitanța anvelopei clădirii – este un parametru care reflectă atât transferul termic prin anvelopa clădirii cât și transferul termic prin infiltrații sau prin ventilare, raportat la 1 grad diferență de temperatura între spațiul interior și mediul exterior;
- 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, m³/s;
- 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 și orientat spre direcția cardinală sud, W/m^2 - partea I, anexa A.9.6, W/m^2 ;
 a – debitul specific de agent termic în bucla solară, $m^3/s.m^2$;
 F_C – factorul caracteristic aporturi-pierderi al captatorului solar, $m^2.K/W$;
 E_C – modulul termic al suprafeței de captare, -;
 E_S - modulul termic al schimbătorului de căldură al buclei solare, -;
 E_{CS} – modulul termic al buclei de captare solară, -;
 F_R^B – factor de corecție a fluxului termic captat de bucla solară, -;
 H – transmitanța clădirii, W/K ;
 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, $m^2.K/W$;
 η_{CC} – 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, -;
 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, $m^2.K/W$;
 F_{INC} – factor adimensional de corecție, -;

4.3.3. 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.

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/m².K – pentru instalațiile solare noi cu schimbătoare de căldură imersate în rezervorul de acumulare
- 400 W/m².K – pentru instalațiile solare vechi cu schimbătoare de căldură imersate în rezervorul de acumulare;
- 2000 W/m².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 m².K/W - Instalație cu corpuri statice de încălzire;
- 0,48 m².K/W – încălzire de joasă temperatură prin pardoseală;

4.3.4. Metoda lunară

Etapizarea calculelor este prezentat în figura următoare:

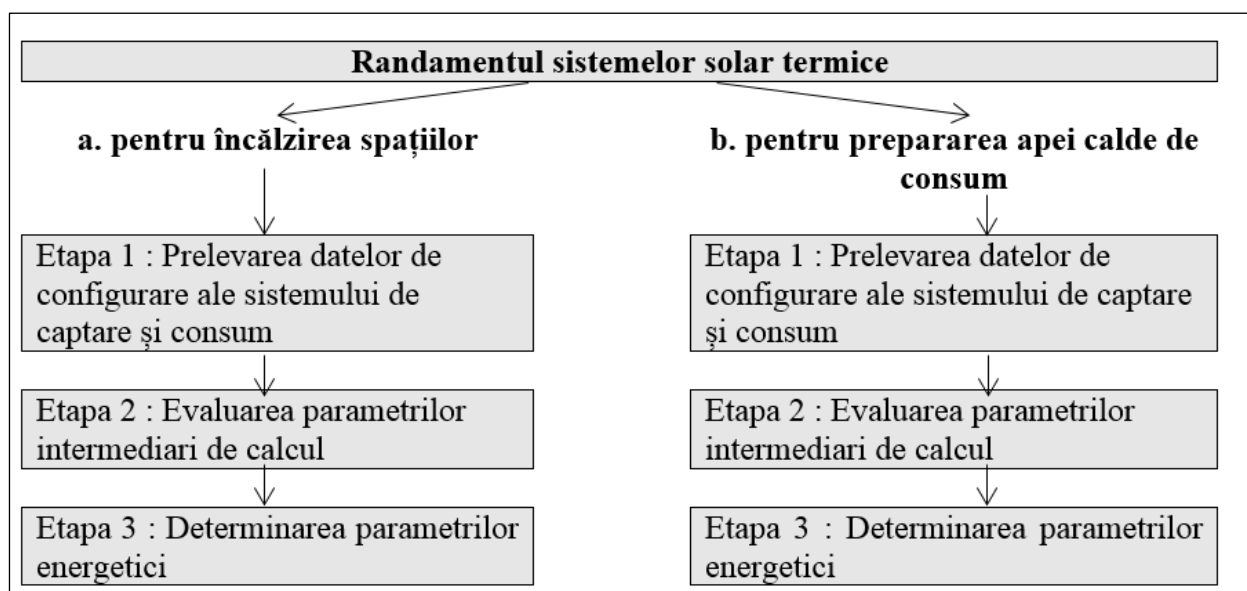


Figura 4. 3. Schema etape metoda lunara

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 transparență al elementului vitrat al captatoarelor, τ ;
- f. Unghiul înclinare față de planul orizontal, al captatoarelor, φ ;
- 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, conform SR-1907 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 metodologiei Mc001 din 2007;
- 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 :

$$E_c = \exp\left(-\frac{F' \cdot k_c \cdot S_c}{1.163 \cdot G_c}\right) \quad (4.1)$$

- b. Se stabilește modulul termic al schimbătorului de căldură al buclei solare :

$$E_s = \exp\left(-\frac{k_s \cdot S_s}{1.163 \cdot G_c}\right) \quad (4.2)$$

- c. Se stabilește modulul termic al buclei de captare :

$$E_{CS} = \frac{E_c \cdot (1 - E_s) + E_s \cdot (1 - E_c)}{1 - E_c \cdot E_s} \quad (4.3)$$

- d. Se stabilește transmitanța clădirii :

- i. Dacă se cunosc temperaturile nominale ale agentului termic :

$$R_{t1} = \frac{t_{m0} - t_{i0}}{t_{i0} - t_{e0}} \quad (4.4)$$

$$R_{t2} = \frac{t_{m0} - t_{i0}}{t_{T0} - t_{R0}} \quad (4.5)$$

$$H = \frac{S_{inc}}{R_{INC}} \cdot R_{t1} \quad (4.6)$$

$$G_{INC} = \frac{S_{inc}}{R_{INC}} \cdot \frac{R_{t2}}{1.163} \quad (4.7)$$

unde :

$$t_{m0} = \frac{t_{T0} + t_{R0}}{2} \quad (4.8)$$

ii. Dacă nu se cunosc temperaturile nominale ale agentului termic :

$$H = \frac{\Phi_{NEC0}}{t_{i0} - t_{e0}} \quad (4.9)$$

$$t_{m0} = \left(1 + \frac{H}{S_{INC}/R_{INC}} \right) \cdot t_{i0} - \frac{H}{S_{INC}/R_{INC}} \cdot t_{e0} \quad (4.10)$$

$$\delta_{t0} = \frac{H \cdot (t_{i0} - t_{e0})}{1.163 \cdot G_{INC}} \quad (4.11)$$

$$t_{T0} = t_{m0} + \frac{\delta_{t0}}{2} \quad (4.12)$$

$$t_{R0} = t_{m0} - \frac{\delta_{t0}}{2} \quad (4.13)$$

e. Se stabilește factorul de corecție aferent buclei solare, F_R^B :

$$F_R^B = \frac{1.163 \cdot G_C}{k_C \cdot S_C} \cdot (1 - E_{CS}) \quad (4.14)$$

f. Se stabilește factorul de corecție al ansamblului buclă captare – consumator :

$$F_R^{BC} = \left(\frac{1}{F_R^B} + \frac{0.43 \cdot k_C \cdot S_C}{G_{INC}} \right)^{-1} \quad (4.15)$$

g. Se stabilește factorul adimensional F_{INC} :

$$F_{INC} = \frac{t_{R0} - t_{e0}}{t_{i0} - t_{e0}}$$

sau cu :

$$F_{INC} = 1 + \frac{H}{S_{INC}/R_{INC}} - \frac{0.43 \cdot H}{G_{INC}}$$

- h. Se stabilește factorul de utilizare al energiei captate în funcție de valoarea raportului $V_a/(75 \cdot S_C)$:

$$f_u = 0.35 + 0.71836 \cdot \exp \left[-0.1 \cdot \left(\frac{V_a}{75 \cdot S_C} \right) \right]$$

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 :

$$I = f_{cap} \cdot I_0$$

- c. Se stabilește valoarea parametrului β_{REF} pentru fiecare lună din sezonul rece :

$$\beta_{REF} = \frac{t_{i0} - t_e}{I}$$

- d. Se stabilește randamentul buclei solare pentru fiecare lună din sezonul rece:

$$\eta_{CC} = F_R^{BC} \cdot [(\alpha \cdot \tau) - k_C \cdot F_{INC} \cdot \beta_{REF}]$$

- e. Se stabilește puterea termică necesară pentru încălzirea spațiilor în fiecare lună :

$$P_{CONS} = H \cdot (t_{i0} - t_e)$$

- f. Se stabilesc puterile termice medii lunare captate :

$$P_{CP} = S_C \cdot I \cdot \eta_{CC} \cdot f_u$$

Daca $P_{CP} < 0$ atunci se va considera $P_{CP} = 0$

Daca $P_{CP} > P_{CONS}$ atunci se va considera $P_{CP} = P_{CONS}$.

- g. Se stabilesc gradele de acoperire energetică termică medii lunare :

$$G_{AET} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS}} \quad (4.23)$$

- h. Se stabilesc energiile captate și livrate consumatorului de bucla solara in fiecare din lunile sezonului rece :

$$E_{CP} = P_{CP} \cdot 24 \cdot N_{zl} \quad (4.24)$$

- i. Se evalueaza puterea medie zilnica a pompei din cadrul buclei solare :

$$P_{EL} = 0.25 \cdot P_P \quad (4.25)$$

- j. Se stabilesc gradele de acoperire energetica medii lunare totale :

$$G_{AE} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS} + P_{EL}} \quad (4.26)$$

Pentru prepararea apei calde de consum

Etapă 1 : Prelevarea datelor de configurare ale sistemului de captare și consum

- a. Suprafata de captare solara S_C ;
- b. Factorul geometric de corectie a fluxului termic captat, F' ;
- c. Coeficientul global de transfer termic al captatoarelor solare, k_C ;
- d. Coeficientul de absorbtie al placii captatoare, α ;
- e. Coeficientul de transparenta al elementului vitrat al captatoarelor, τ ;
- f. Unghiul de inclinare fata de planul orizontal, al captatoarelor, φ_I ;
- g. Unghiul de deviere al orientarii suprafetei de captare fata de SUD, φ_A ;
- h. Suprafata schimbatorului de caldura din cadrul buclei solare, S_S ;
- i. Volumul rezervorului de acumulare, V_a ;
- j. Coeficientul global de transfer termic al schimbatorului de caldura din cadrul buclei solare, k_S ;
- k. Debitul de agent termic vehiculat in bucla solara, G_C ;
- l. Debitul orar mediu zilnic de apa calda de consum, G_{cons} ;
- m. Temperatura apei reci și a apei calde, t_r , t_c ;
- n. Intensitățile radiației solare, medii lunare, pentru o suprafata de captare situata in plan orizontal pentru toate lunile anului, I_o , conform metodologiei Mc001 din 2007;
- o. Temperaturile exterioare medii lunare pentru toate lunile anului, t_e ;

Etapă 2 : Evaluarea parametrilor intermediari de calcul :

- p. Se stabileste modulul termic al suprafetei de captare :

$$E_C = \exp\left(-\frac{F' \cdot k_C \cdot S_C}{1.163 \cdot G_C}\right) \quad (4.27)$$

- q. Se stabileste modulul termic al schimbatorului de caldura al buclei solare :

$$E_s = \exp\left(-\frac{k_s \cdot S_s}{1.163 \cdot G_C}\right) \quad (4.28)$$

r. Se stabilește modulul termic al buclei de captare :

$$E_{CS} = \frac{E_C \cdot (1 - E_s) + E_s \cdot (1 - E_C)}{1 - E_C \cdot E_s} \quad (4.29)$$

s. Se stabilește factorul de corecție aferent buclei solare, F_R^B :

$$F_R^B = \frac{1.163 \cdot G_C}{k_C \cdot S_C} \cdot (1 - E_{CS}) \quad (4.30)$$

t. Se stabilește factorul de corecție al ansamblului buclă captare – consumator :

$$F_R^{BC} = \left(\frac{1}{F_R^B} + \frac{0.43 \cdot k_C \cdot S_C}{G_{CONS}} \right)^{-1} \quad (4.31)$$

u. Se stabilește factorul de utilizare al energiei captate în funcție de valoarea raportului $V_a / (75 \cdot S_C)$:

$$f_u = 0.35 + 0.71836 \cdot \exp\left[-0.1 / \left(\frac{V_a}{75 \cdot S_C}\right)\right] \quad (4.32)$$

Etapa 3-a : Determinarea parametrilor energetici

- v. 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;
- w. Se stabilesc valorile intensității radiației medii lunare pentru lunile anului :

$$I = f_{cap} \cdot I_0 \quad (4.33)$$

x. Se stabilește valoarea parametrului β_{REF} pentru fiecare lună din sezonul rece :

$$\beta_{REF} = \frac{t_r - t_e}{I} \quad (4.34)$$

y. Se stabilește randamentul buclei solare pentru fiecare lună din sezonul rece:

$$\eta_{CC} = F_R^{BC} \cdot [(\alpha \cdot \tau) - k_C \cdot \beta_{REF}] \quad (4.35)$$

z. Se stabilește puterea termică necesară pentru prepararea apei calde de consum în fiecare lună :

$$P_{CONS} = 1.163 \cdot G_{CONS} \cdot (t_c - t_r) \quad (4.36)$$

aa. Se stabilesc puterile termice medii lunare captate :

$$P_{CP} = S_C \cdot I \cdot \eta_{CC} \cdot f_u \quad (4.37)$$

Dacă $P_{CP} < 0$ atunci se va considera $P_{CP} = 0$

Dacă $P_{CP} > P_{CONS}$ atunci se va considera $P_{CP} = P_{CONS}$.

bb. Se stabilesc gradele de acoperire energetică termică medii lunare :

$$G_{AET} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS}} \quad (4.38)$$

cc. Se stabilesc energiile captate și livrate consumatorului de buclă solară în fiecare din lunile sezonului rece :

$$E_{CP} = P_{CP} \cdot 24 \cdot N_{zl} \quad (4.39)$$

dd. Se evaluează puterea medie zilnică a pompei din cadrul buclei solare :

$$P_{EL} = 0.28 \cdot P_p \quad (4.40)$$

ee. Se stabilesc gradele de acoperire energetică medii lunare totale :

$$G_{AE} = \frac{P_{CP}}{P_{CONS} + P_{EL}} \quad (4.41)$$

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

4.4.1. Obiective și domenii de aplicare

Metodologia de calcul are la bază pachetul de standarde europene privind performanța energetică a clădirilor elaborat ca suport pentru aplicarea Directivei 2010/31/CE privind performanța energetică a clădirilor și răspunde cerințelor din Legea 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor actualizată în 20 iulie 2013 cf. Legii 159/2013.

În acest capitol se definește o metodă de evaluare a performanțelor unităților de cogenerare integrate în clădiri, bazată pe calculul producției de energie electrică, a producției de căldură utilă și a pierderilor de căldură recuperabile. Aceste unități sunt, în general, cunoscute sub numele de unități de microcogenerare sau unități de cogenerare de mică putere.

O unitate de cogenerare integrată în clădire este o unitate de cogenerare instalată cu scopul de a furniza servicii (încalzire, apă caldă menajeră și eventual, răcire într-o clădire, ceea ce conduce la conceptul de trigenerare). Unitatea de cogenerare poate funcționa individual, ca sursă de energie termică a clădirii, sau poate fi asociată 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, unde căldura și energia electrică sunt produse la nivelul instalațiilor centrale și transmise printr-un ansamblu de rețele la diferite clădiri situate la distanță, o unitate de cogenerare integrată clădirii produce căldură utilă care va fi utilizată local, chiar în interiorul clădirii.

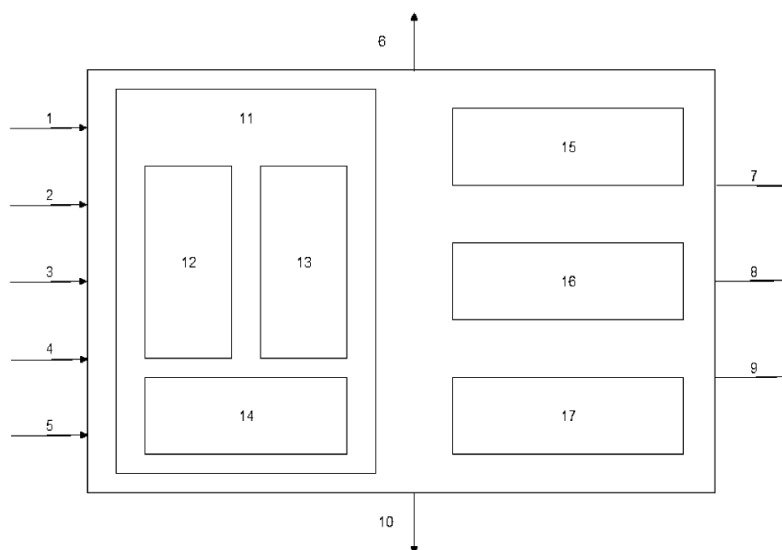
Energia electrica produsa de unitatea de cogenerare integrata poate fi utilizata in cladire sau poate fi exportata in rețeaua de distributie a energiei electrice (in SEN- sistemele nationale de distributie a energiei electrice).

Calculul se bazeaza pe caracteristicile de performanta ale unitatilor de cogenerare, definite in normele de produse EN 50465 (produse care trebuie sa respecte cerinte europene de agrementare), si in conditiile de functionare bazate pe cererea de caldura a consumatorilor.

4.4.2. Configurarea limitelor sistemului

Unitatea de cogenerare poate fi de orice tip, posibil incluzând o sursa de varf suplimentara și un rezervor de acumulare a energiei termice, cu condiția ca acesta să fi fost testat în ansamblul său pentru a furniza informațiile necesare privind performanța energetică.

In Figura 4.4.1 este ilustrata configurarea unui sistem - ansamblu de instalatii utilizand un motor termic.



Legenda

- 1 Agent termic pentru incalzire
- 2 Energie electrica aferenta echipamentelor auxiliare
- 3 Aer
- 4 Gaz
- 5 Apa rece de consum
- 6 Produse de ardere
- 7 Agent termic de incalzire
- 8 Energie electrica
- 9 Apa calda de consum
- 10 Condensat
- 11 Unitate de cogenerare
- 12 Motor cu ardere interna
- 13 Generator de energie electrica
- 14 Sistem de control al productiei de energie termica si electrica
- 15 Sursa de varf pentru căldură

16 Management termic

17 Suportul de control/reglare a funcționării

Figura 4. 4. Schema bloc tipică pentru o unitate de mCHP cu motor cu ardere internă**4.4.3. Principiul metodei de calcul**

Metoda vizează calculul consumului de combustibil, al energiei necesare funcționării echipamentelor auxiliare și calcul al pierderilor recuperabile din unitățile de cogenerare ce furnizează energie termică necesară pentru încălzire și/sau preparare a apei calde de consum cât și energie electrică (numite servicii).

Pasul de timp al metodei poate fi:

- lunar ;
- orar ;
- bin (pas de timp mai mic decât cel orar) ;

4.4.3.1. Descrierea generală a metodei

Performanța unei unități de microcogenerare (randament termic, randamentul electric) variază funcție de sarcină și condițiile de funcționare. Informațiile contextuale sunt furnizate în Raportul tehnic prCEN/TR 15316-6-7. Tot în acest raport sunt furnizate și setările tipice pentru aceste unități de cogenerare.

Caldura produsă poate fi utilizată pentru diverse servicii (încălzire, producere de apă caldă menajeră și eventual pentru răcire, prin intermediul unei mașini frigorifice cu absorbție - MFA). Componentele conexiunilor electrice nu sunt luate în considerare decât dacă fac parte din unitate și dacă sunt supuse la încercări/teste împreună cu ea.

4.4.3.2. Descrierea calculului pentru sistemul de cogenerare**4.4.3.2.1. Date de ieșire**

Datele de ieșire relevante pentru performanța energetică sunt redată în tabelul următor:

Tabel 4. 1 Date relevante pentru performanța energetică

Descriere	Simbol	Unitatea de măsură din catalog	Unitatea de măsură din calcul
Consumul pentru generare	$E_{\text{gen;in,cr}}$	kWh	kWh
Producția de caldura utilă	$Q_{\text{CHW;gen;out}}$	kWh	kWh
Energie electrică la ieșire	$E_{\text{el;gen;out}}$	kWh	kWh
Pierderi recuperabile	$Q_{\text{gen;ls;rbt}}$	kWh	kWh
Energia electrică a aparatelor auxiliare	$W_{\text{gen;aux}}$	kWh	kWh
Tipul de combustibil	CGN_FUEL		
Randament electric la $P_{\text{th;gen;out}}$	$\eta_{\text{el;cg}}$	-	
Randament termic la $P_{\text{th;gen;out}}$	$\eta_{\text{th;cg}}$	-	
Timp echivalent de funcționare la sarcină	t_{cg}	h	

nominala			
Factor de consum energetic	ε_{cgn}	-	
Raport între energie electrica si termica	σ_{cgn}	-	

Pas de timp de calcul

Pasul de timp de calcul al metodei poate fi :

— lunar

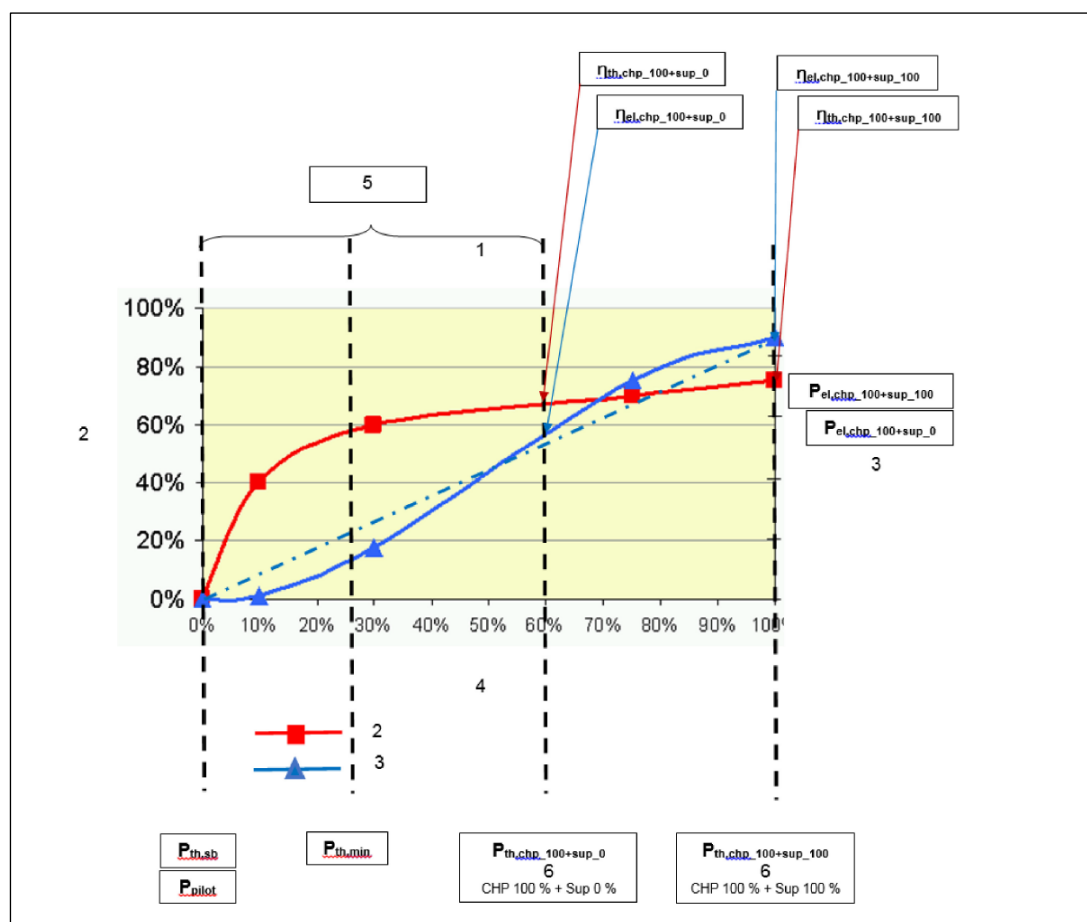
— orar

Aceasta metoda de calcul este independenta de pasul de timp.

4.4.3.2.2. Date de intrare

Datele furnizate de producatori trebuie sa fie declarate conform EN 50465 sau a ISO 3046-1.

Datele de baza cu valori implicite sunt furnizate in Anexa A aferenta EN15316-4-4. In figura urmatoare este redat un exemplu de date de produs conform EN 50465 .



Legendă

- 1 rezultate obținute din procedura de încercare de laborator
- 2 randament termic
- 3 putere electrică (kW)
- 4 proporție din sarcina maximă (sarcina partiala)

5 numai generatorul de căldură și de energie electrică principal
(funcționare numai a sursei de baza, de cogenerare)

6 putere termică nominală

Figura 4. 5. Exemplu de curbe sarcină-performanță pentru rezultatul randamentului termic și celui electric și pentru datele produsului conform EN 50465

Date caracteristice echipamentelor

Descrierea produselor (calitativa)

Date descriptive ale produselor necesare pentru aceasta metoda de calcul sunt prezentate în prEN/TR 15316-4-4 Tabelul 7.

Date tehnice ale echipamentelor (cantitativ)

Evaluarea performanței energetice a unitatii de mCHP este bazata pe incercarile de (echipamente) in conformitate cu EN 50465. Trebuie acordata atentie unitatilor care includ pile de combustie care pot conduce la conditii de functionare si constrangeri speciale. Datele tehnice ale produselor necesare pentru aceasta metoda de calcul sunt prezentate in Tabelul 4.2.

Tabel 4. 2 Date tehnice de intrare necesare pentru aplicarea metodei

Caracteristici	Simbol	Unitate de masura din catalog	Unitate de masura de calcul	Interval de validitate	Variabil
Productie de caldura utila la functionarea la sarcina maxima a sursei de cogenerare (CHP) si sursei de varf (Sup) CHP 100 % + Sup 100 %	$P_{th;chp_100+sup_100}$	kW	kW	[0:70]	Nu
Putere electrica la iesire la CHP 100 % + Sup 100 %	$P_{el;out;chp_100+sup_100}$	kW	kW	[0:50]	Nu
Puterea aparatelor auxiliare la CHP 100 % + Sup 100 %	$P_{aux;chp_100+sup_100}$	kW	kW	[0:20]	Nu
Randament global la CHP 100 % + Sup 100 %	$\eta_{chp_100+sup_100}$	-	-	[0:1,2]	Nu
Randament termic la CHP 100 % + Sup 100 %	$\eta_{th;chp_100+sup_100}$	-	-	[0:1]	Nu
Randament electric la CHP 100 % + Sup 100 %	$\eta_{el;chp_100+sup_100}$	-	-	[0:0,5]	Nu
Productie de caldura utila la CHP 100 % + Sup 0 %	$P_{th;chp_100+sup_0}$	kW	kW	[0:70]	Nu
Putere electrica nominala la iesire la CHP 100 % + Sup 0 %	$P_{el;out;chp_100+sup_0}$	kW	kW	[0:50]	Nu
Puterea aparatelor auxiliare la CHP 100 % + Sup 0 %	$P_{aux;chp_100+sup_0}$	kW	kW	[0:20]	Nu
Randamentul global la CHP 100 % + Sup 0 %	$\eta_{chp_100+sup_0}$	-	-	[0:1,2]	Nu
Randament termic la CHP 100 % + Sup 0 %	$\eta_{th;chp_100+sup_0}$	-	-	[0:1]	Nu
Randament electric la CHP 100 % + Sup 0 %	$\eta_{el;chp_100+sup_0}$	-	-	[0:0,5]	Nu

Putere termica minima reglata constant	$P_{th,min}$	kW	kW	[0:50]	Nu
Pierderi termice in regim stabilizat	$P_{ls, sb}$	kW	kW	[0:20]	Nu
Putere termica la iesire in mod "in asteptare" (stand-by)	$P_{el, out, sb}$	kW	kW	[0:20]	Nu
Puterea aparatelor auxiliare in mod "in asteptare" (stand-by)	$P_{aux, sb}$	kW	kW	[0:20]	Nu
Puterea permanenta a arzatorului de aprindere	P_{pilot}	kW	kW	[0:20]	Nu

Se pot utiliza valori implicite care sunt furnizate in Anexa A din EN15316-4-4.

Datele de configurare a sistemului si proceselor

Datele necesare pentru configurarea proceselor pentru aceasta metoda de calcul sunt prezentate in tabelul urmator.

Reglarea

Tipul de date de reglare necesare pentru aceasta metoda de calcul sunt prezentate in EN15316-4-4 Tabelul 10.

Nici o data de reglare specifica nu este luata in considerare.

Nota : Aparatele de mCHP functioneaza la puteri cuprinse intre puterile reglabile maxime si minime.

Conditii de functionare

Datele conditiilor de functionare necesare pentru aceasta metoda de calcul sunt prezentate in urmator.

Tabel 4. 3 Conditii de functionare

<i>Nume</i>	<i>Simbol</i>	<i>Unitate de masura</i>	<i>Plaja</i>	<i>Variabil</i>
Caldura de iesire spre subsistemul sau subsistemele de distributie de caldura	$Q_{CHW;dis,in}$	kWh	0...∞	Da
Pasul de timp	t	h, m	1...8 760	Da
Durata modului "in asteptare" (stand-by)	t_{sb}	h	1...8 760	Da

Pentru acest calcul se utilizeaza datele produselor bazate pe teste, în conformitate cu EN 50465 și ISO 3046 1. EN 50465 oferă date:

- la incarcare de 0% (regim „in aşteptare” - standby);
- la CHP 100% și Sup 0% (energia termica si electrica produse de catre sursa de baza in cogenerare);
- la CHP 100% și Sup 100% (energia termica si electrica produse de catre sursa de baza in cogenerare dar si energia termica produsa de catre sursele de varf).

Între aceste puncte se propune interpolarea liniară pentru a estima puterea electrică, puterea auxiliară, pierderile de căldură pentru fiecare punct între sarcinile de la 0% la 100%.

Metoda de calcul – metoda profilului de incarcare

Puterea termica reala

Puterea termica reala este calculata dupa cum urmeaza :

$$P_{th,gen,out} = \min (P_{th;chp_100+sup_100} ; (Q_{CHW;gen,out}/t)) \quad [kW] \quad (4.42)$$

Puterea electrica

La fiecare pas de timp de calcul se determina productia de energia termica din unitatea de cogenerare. Pentru fiecare putere termica, puterea electrica este calculata prin interpolare liniara intre valori de date ale produselor in conformitate cu EN 50465 (figura urmatoare) :

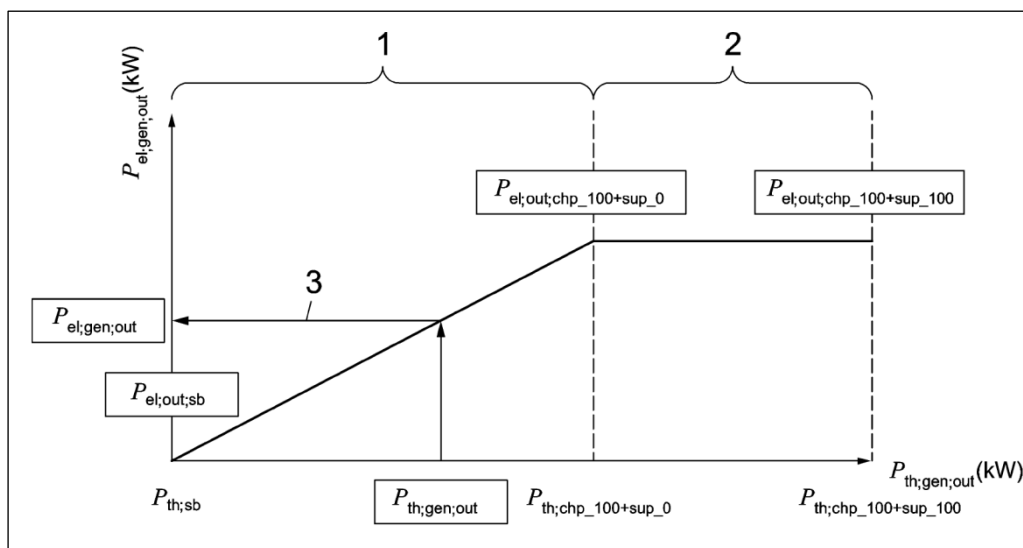


Figura 4.6. Calculul puterii electrice

Legenda

- 1 Sursa de cogenerare de baza
- 2 Sursa de varf
- 3 Exemplu de determinare a puterii electrice

Nota : $P_{th;sb}$ corespunde punctului si conditiei de functionare in modul “in asteptare” (stand-by). Puterea electrica in aceasta conditie de functionare, $P_{el,out;sb}$, este egala cu 0 daca puterea echipamentelor auxiliare $P_{aux;sb}$ este luata in considerare.

— Pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_0}$

$$P_{el;gen,out} = P_{el,out;sb} + (P_{el,out;chp_100+sup_0} - P_{el,out;sb}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb})) \quad (4.43)$$

— Pentru $P_{th;chp_100+sup_0} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_100}$

$$P_{el;gen,out} = P_{el,out;chp_100+sup_0} + (P_{el,out;chp_100+sup_100} - P_{el,out;chp_100+sup_0}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})) \quad (4.44)$$

Energia electrica la iesire pentru pasul de timp este calculata cu relatia :

$$E_{el;gen,out} = P_{el;gen,out} \cdot t \quad (4.45)$$

Puterea electrica aferenta echipamentelor auxiliare

Puterea echipamentelor auxiliare este calculata de maniera explicita pentru a putea fi luata in considerare la fiecare pas de timp, chiar si la functionarea in mod ”in asteptare ” (stand-by).

La fiecare pas de timp se determina puterea termica care rezulta din unitatea de cogenerare.

Pentru fiecare putere termica, puterea echipamentelor auxiliare este calculata prin interpolare liniara intre valorile datelor de produse in conformitate cu SREN 50465 (figura urmatoare)

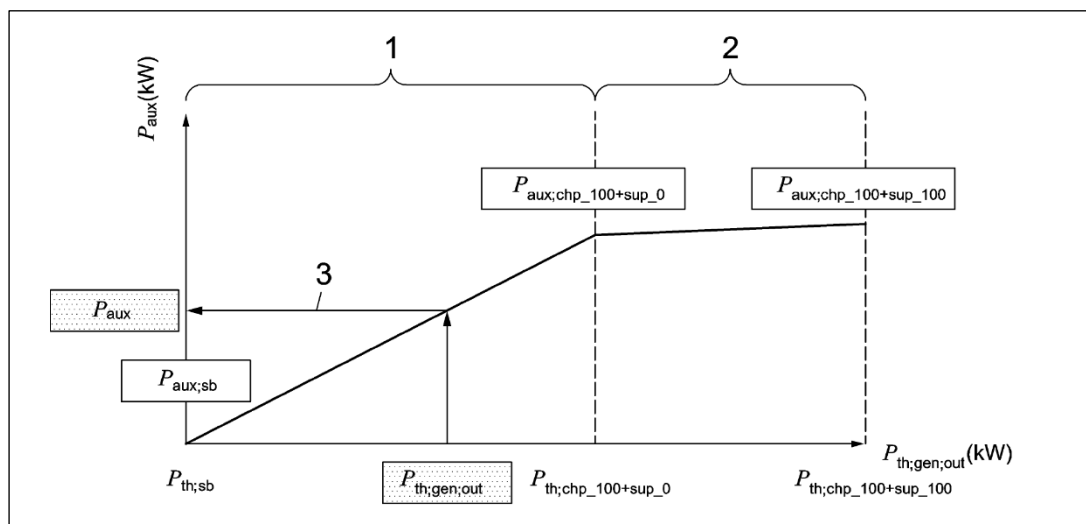


Figura 4. 7. Calculul puterii electrice aferente echipamentelor auxiliare

Legenda

1 Sursa de cogenerare de baza

2 Sursa de varf

3 Exemplu

— Pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_0}$

$$P_{aux} = P_{aux;sb} + (P_{aux;chp_100+sup_0} - P_{aux;sb}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb})) \quad (4.46)$$

— Pentru $P_{th;chp_100+sup_0} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_100}$

$$P_{aux} = P_{aux;chp_100+sup_0} + (P_{aux;chp_100+sup_100} - P_{aux;chp_100+sup_0}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})) \quad (4.47)$$

Energia echipamentelor auxiliare pentru pasul de timp este calculata cu relatia :

$$W_{gen;aux} = P_{aux} * t \quad (4.48)$$

P_{aux} nu poate fi determinata la fiecare pas de timp daca este masurata si cunoscuta doar productia de energie electrica neta (adica productia de energie electrica totala minus consumul de energie al echipamentelor auxiliare). Energia aparatelor auxiliare care trebuie luata in considerare corespunde celei din modul ”in asteptare” (standby) si se limiteaza la durata acestui mod: t_{sb}

$$W_{gen;aux} = P_{aux;sb} * t_{sb} \quad (4.49)$$

Aceasta valoare este prevazuta in SR EN 15316-1.

Pierderile de caldura

Pentru interpolarea lineara sunt utilizate valorile absolute ale pierderilor de caldura.

Puterea pierderilor termice la sursa, $P_{gen;ls;sb}$, la $P_{th;sb}$, este suma pierderilor termice in regim stabilizat (permanent) si in modul “in asteptare (stand-by).

$$P_{gen;ls;sb} = P_{ls;sb} + P_{pilot} \quad (4.50)$$

Pierderile sunt determinate dupa cum urmeaza:

Pierderile la sursa sunt evidentiata mai intai prin randamentele termice :

$$P_{gen;in;chp_100+sup_0} = P_{th;chp_100+sup_0} / \eta_{th;chp_100+sup_0} \quad (4.51)$$

$$P_{gen;in;chp_100+sup_100} = P_{th;chp_100+sup_100} / \eta_{th;chp_100+sup_100} \quad (4.52)$$

Pierderile termice la CHP_100 % + Sup_0 % si CHP_100 % + Sup_100 % sunt calculate pe baza randamentului termic corespondente acestor puncte de incercare/testare.

$$P_{gen;ls;chp_100+sup_0} = (1 - \eta_{th;chp_100+sup_0} - \eta_{el;chp_100+sup_0}) * P_{gen;in;chp_100+sup_0} \quad (4.53)$$

$$P_{gen;ls;chp_100+sup_100} = (1 - \eta_{th;chp_100+sup_100} - \eta_{el;chp_100+sup_100}) * P_{gen;in;chp_100+sup_100} \quad (4.54)$$

La fiecare pas de timp, se determina energia termica produsa de unitatea de cogenerare.

Pentru fiecare putere termica, pierderile de caldura sunt determinate prin interpolare lineara intre valorile datelor produselor (figura urmatoare):

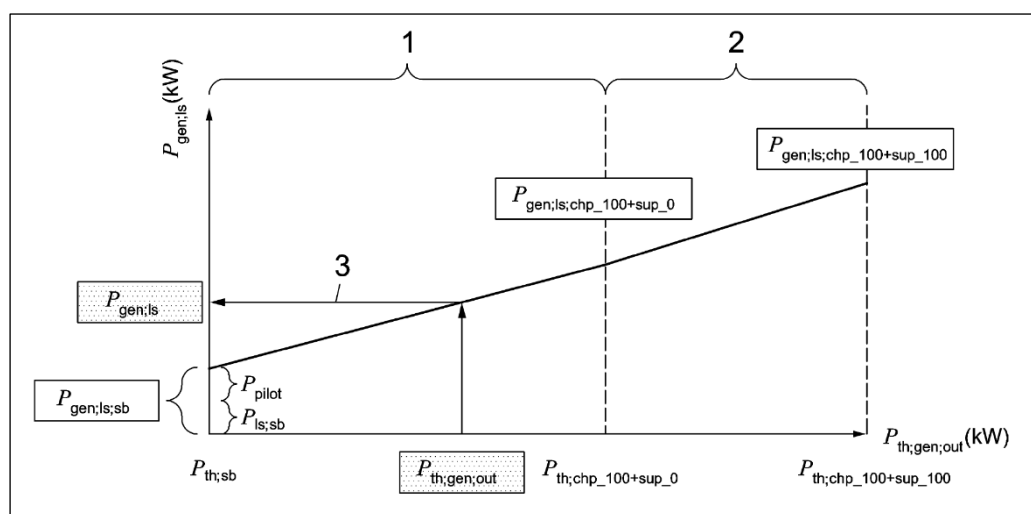


Figura 4. 8. Calculul pierderilor de caldura

Legenda

- 1 Sursa de cogenerare de baza
- 2 Sursa de varf
- 3 Exemplu

- Pentru $P_{th;sb} < P_{th;gen,out} < P_{th;chp_100+sup_0}$

$$P_{gen;ls} = P_{gen;ls;sb} + (P_{gen;ls;chp_100+sup_0} - P_{gen;ls;sb}) * ((P_{th;gen,out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb})) \quad (4.55)$$

- Pentru $P_{th;chp_100+sup_0} < P_{th;gen;out} < P_{th;chp_100+sup_100}$

$$P_{gen;ls} = P_{gen;ls;chp_100+sup_0} + (P_{gen;ls;chp_100+sup_100} - P_{gen;ls;chp_100+sup_0}) * [(P_{th;gen;out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0})] \quad (4.56)$$

Pierderile de caldura pentru pasul de timp considerat sunt calculate cu relatia :

$$Q_{gen;ls} = P_{gen;ls} * t \quad (4.57)$$

Pierderile de caldura recuperabile

Din toate pierderile de caldura, doar pierderile in regim stabilizat pot fi recuperate in functie de amplasarea unitatii de mCHP.

Daca aparatul se gaseste in spatiul incalzit : $CGN_LOC = INT$, atunci :

$$Q_{gen;ls;rb;CHW} = P_{ls;sb} * t \quad (4.58)$$

Daca aparatul nu este amplasat in spatiu incalzit : $CGN_LOC < > INT$, atunci :

$$Q_{gen;ls;rb;CHW} = 0 \quad (4.59)$$

Nota: Pierderile recuperabile sunt calculate dupa metodologia relativa la a subsistemului specific si nu dupa metodologia relativa a necesarului de caldura al cladirii. Aceasta valoare este prevazuta in prEN 15316-1.

Functionarea in cogenerare pentru unitatea de mCHP

Puterea termica de intrare in unitatea de mCHP este calculata astfel :

$$P_{gen;in} = P_{th;gen;out} + P_{el;gen;out} + P_{gen;ls} \quad (4.60)$$

Energia la intrare in unitatea de mCHP este calculata astfel:

$$E_{gen;in} = P_{gen;in} * t \quad (4.61)$$

Aceasta valoare este prevazuta in prEN 15316-1 si trebuie sa fie insotita de tipurile de combustibil aferente unitatii de mCHP :

$$\begin{aligned} \text{Daca se utilizeaza biocombustibil lichid} \quad E_{gen;in,bf} &= E_{gen;in} \\ CGN_FUEL &= BF, \end{aligned} \quad (4.62)$$

$$\begin{aligned} \text{Daca se utilizeaza biogaz} \quad E_{gen;in,bg} &= E_{gen;in} \\ CGN_FUEL &= BG, \end{aligned} \quad (4.63)$$

$$\begin{aligned} \text{Daca se utilizeaza biomasa} \quad E_{gen;in,bm} &= E_{gen;in} \\ CGN_FUEL &= BM, \end{aligned} \quad (4.64)$$

$$\begin{aligned} \text{Daca se utilizeaza gaz natural} \quad E_{gen;in,ng} &= E_{gen;in} \end{aligned} \quad (4.65)$$

CGN_FUEL = NG,

Daca se utilizeaza ulei $E_{\text{gen;in,oi}} = E_{\text{gen;in}}$ (4. 66)

CGN_FUEL = OI,

Influenta reglarii

Unitatea de microcogenerare mCHP functioneaza in general in functie de cererea de caldura. Modulul din standarde aferente modurilor de reglare M10-8 indica puterea termica prevazuta pentru unitatea de mCHP. Alte criterii de reglare inasa, pot influenta performanta aparatului de mCHP (de exemplu daca reglarea cererii de putere este permisa cu conditia sa existe un necesar termic in realitate sau in cazul reglarii specifice pentru pilele de combustie).

Influenta configuratiei sistemului

Prezenta sau absenta unui rezervor de acumulare nu este luata in considerare in configuratia de incercare a unitatii de cogenerare, si prin urmare, nici in rezultatele incercarii (randament).

SR EN 50465 si ISO 3046-1 nu furnizeaza informatii suplimentare. De aceea, in cazul unui rezervor de acumulare, pierderile de stocare trebuie sa fie calculate separat.

Influenta temperaturii apei

Influenta unei temperaturi ale apei diferita de cea a conditiilor de incercare nu este mentionata de EN 50465. Corectia pentru o temperatura ambianta sau pentru o temperatura de apa diferita de cea din conditiile de incercare este neglijabila.

Randamentele proceselor

La finalul calculelor trebuie sa fie furnizate urmatoarele valori:

— Randament electric : $\eta_{\text{el;cgn}}$ à $P_{\text{th;gen;out}}$

$$\eta_{\text{el;cgn}} = (P_{\text{el;gen;out}}) * t / E_{\text{gen;in}} \quad (4. 67)$$

— Randament termic : $\eta_{\text{th;cgn}}$ à $P_{\text{th;gen;out}}$

$$\eta_{\text{th;cgn}} = P_{\text{th;gen;out}} * t / E_{\text{gen;in}} \quad (4. 68)$$

— Timp echivalent de functionare la sarcina nominala : t_{cgn}

$$t_{\text{cgn}} = \min (1; (Q_{\text{CHW;gen;out}} / (P_{\text{th;chp}_{100+\text{sup}_{100}} * t))) * t \quad (4. 69)$$

— Factor de consum energetic : ε_{cgn}

$$\varepsilon_{\text{cgn}} = E_{\text{gen;in}} / (Q_{\text{CHW;gen;out}} + E_{\text{el;gen;out}}) \quad (4. 70)$$

— Raportul intre energia electrica si cea termica : σ_{cgn}

$$\sigma_{\text{cgn}} = (E_{\text{el;gen;out}} - W_{\text{gen;aux}}) / Q_{\text{CHW;gen;out}} \quad (4. 71)$$

4.5. Sisteme urbane pentru încălzire/răcire

In acest capitol se determina indicatorii energetici ai sistemelor energetice centralizate. Sistemele energetice centralizate pot fi încălzirea centralizată, răcirea centralizată sau alți agenți termici produși si distribuiți centralizat.

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".

Definiii si termeni

Pentru utilizarea acestei norme sunt valabile definițiile cuprinse în EN ISO 52000-1 EN15603-2015 respectiv :

factor de alocare a căldurii

indicator care reprezintă ponderea energiei primare introduse într-o unitate de cogenerare care este alocată producției de căldură în cogenerare

unitate de generare cu mai multe intrări

unitate de conversie a energiei care este alimentată cu două sau mai multe surse de combustibil primar în același timp (exemplu: incinerator de deșeurii care include arzător cu gaz, cazan pe cărbune cu co-ardere pe pelete de lemn sau nămol de epurare, turbină cu abur conectată la mai multe cazane printr-un distribuitor comun de abur).

sistem cu mai multe ieșiri

sistem care oferă două sau mai multe servicii, produse sau agenți termici prin limita sistemului (de exemplu energie electrică, energie termică pentru încălzire și pentru preparare apă caldă de consum etc.)

sistem cu o singură ieșire

sistem care oferă un singur serviciu prin limita sistemului (de exemplu producere numai de energie termică)

căldura „deșeu”

căldura care ar fi pierdută dacă nu ar fi utilizată într-un sistem de încălzire centralizat

Simboluri, unități de măsură și abrevieri

În acest document sunt utilizate următoarele simboluri, indici și abrevieri (tabelele următoare) conform prEN ISO 52000 1: 2015 și prEN 15316-4-5: 2016:

Tabel 4. 4 Simboluri și unități de măsură

Simbol	Denumirea mării	Unitate
α	factor de alocare	-
σ	Indice de cogenerare (raportul dintre putere și căldura produse în regim de cogenerare)	-
CHR	Căldura produsă în regim de cogenerare	-
WHR	Procent de căldură pierdută	-

Tabel 4. 5 Abrevieri

Abreviere	Termen	Abreviere	Termen
-----------	--------	-----------	--------

chp	Cogenerare	mos	Sistem cu iesiri multiple
cm	Mod cogenerare	ncm	Mod fara cogenerare
des	Sistem centralizat	ref	Referinta
mig	Dispozitiv de generare cu intrari multiple	sos	Sistem cu o singura iesire
GCV	Puterea calorifica superioara	NCV	Putere calorifica inferioara
MIG	Unitate de generare cu mai multe intrari	WTE	Pierderi de energie

Tabel 4. 6 Indici specifici

Indici	Termeni	Indici	Termeni
abs	Chiller cu absorbtie	ac	Racire ambianta
carnot	Carnot	cch	Chiller cu compresie
coal	Carbune	gf	Combustibil gazos
hn	Rețea de încălzire	infra	Infrastructura incorporata
lf	Combustibil lichid	ncv	Valoare calorica neta
return	Retur	sewage	Namol de epurare
supply	Tur	upstr	In amonte
wte	Pierderi de energie		

Configurarea si stabilirea limitelor sistemului

Sistemul energetic centralizat este considerat ca o „cutie neagră” (Figurile 4.8 și 4.9). Indicatorii de performanță energetică sunt determinați și exprimați prin raportarea ponderizată a energiei introduse în sistem și respectiv energia furnizată de acesta.

Dacă nu este posibilă sau nu se considera utilă calcularea surselor și a rețelelor de distribuție integrate într-un singur sistem, ele pot fi împartite în subsisteme (Figura 4.10). Aceasta situație poate să apară de exemplu când părți ale rețelei de transport al energiei sunt operate de diferite companii de utilități sau 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 prEN 15316 4-5: 2016-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, particularizate (de exemplu diferite soluții contractuale diferite), acestea trebuie prezentate printr-un tabel urmând formatul impus de prEN 15316 4 5: 2016-Tabelul A.7.

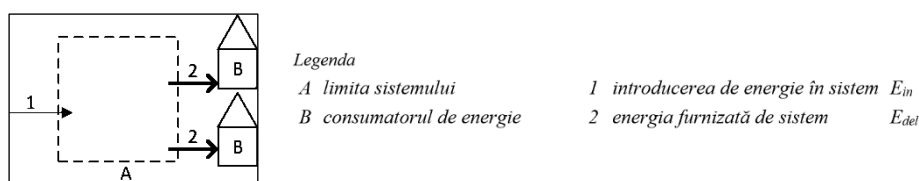


Figura 4. 9. Schema bloc tipică pentru un sistem centralizat cu o singura iesire

$$f_{we;des} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \cdot f_{we;cr}}{\sum E_{del}} \quad (4.72)$$

unde

$f_{we;des}$ coeficientul de pondere a sistemului energetic centralizat;

$E_{in;cr}$ conținutul energetic la intrare în sistemul de transport al energiei cr ;

$f_{we;cr}$ coeficientul de pondere a sistemul de transport al energiei cr ;

E_{del} energia furnizată de sistem;

$f_{we;cr}$ se calculează separat.

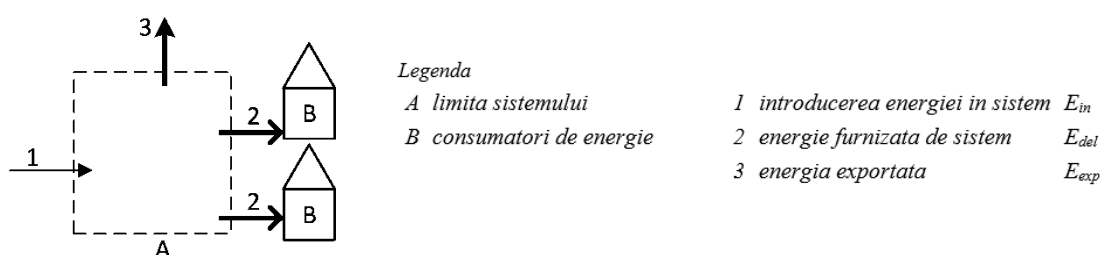


Figura 4. 10.Schema bloc tipică pentru un sistem energetic centralizat

cu mai multe iesiri, cu energie exportata

$$f_{we;des} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \cdot f_{we;cr} - E_{exp} \cdot f_{we;exp}}{\sum E_{del}} \quad (4.73)$$

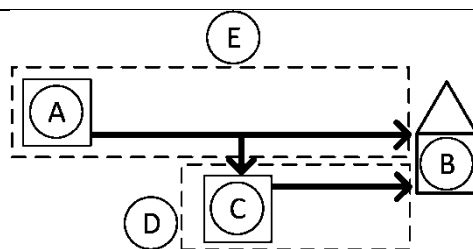
unde

E_{exp} energia exportată către un sistem extern sau o zonă externă;

$f_{we;exp}$ coeficientul de pondere a energiei exportate;

$f_{we;exp}$ se calculează separat.

Dacă nu se pot calcula indicatorii energetici ai sistemului de furnizare, dar sunt cunoscute cel puțin energia primara și tipul de echipament de conversie a energiei, atunci pot fi utilizate valorile implicite din anexa B.3 din FprEN 15316 4-5: 2016.

**Legenda**

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

Figura 4. 11. Schema bloc tipică pentru un sistem de energie centralizat divizat în subsisteme – exemplu

Principiul metodei de calcul, indicatori energetici

Rezultatele procedurilor de calcul sunt indicatori care caracterizează un sistem energetic centralizat (Tabelul 4.5.4). Indicatorii sunt împărțiți în două categorii. Indicatorii de performanță energetică reflectă aspectele legate de randament dar includ și 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. 7 Date de iesire

Descriere	Simbol	Unitate	
Indicatori de performanta energetica			
factor al energiei primare	$f_{P;des}$	-	
factor de emisii	$f_{CO2;des}$	-	
Indicatori referitori la sursa de energie			
Parte din energie regenerabila	RER_{des}	-	
Parte din caldura “deseu”	WHR_{des}	-	
Parte de caldura cogenerata	CHR_{des}	-	

Date de intrare si pasul de timp

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. Astfel, 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 deservesc sute sau chiar mii de clienți, de regula 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 masină frigorifică cu absorbție și care este alimentat de o unitate de cogenerare. Datele de intrare sezoniere sau lunare facilitează determinarea unui indicator de performanță pentru răcire și a unui indicator de performanță pentru încălzire.

Un alt exemplu este un sistem nou, în care chiar și energia livrată este calculată lunar.

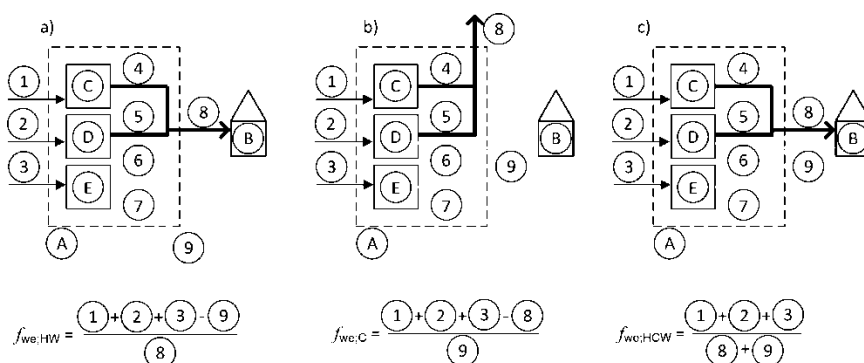
La determinarea condițiilor de funcționare finală se va ține seama de condițiile de proiectare, de datele tehnice de fabricație ale echipamentelor dar și de evoluțiile previzionate în privința eventualelor modificări ale cererii de căldură, modificări ale numărului de consumatori, orientarea către alte surse și / sau agenți termici.

Metode de calcul pentru indicatorii de performanță energetica

Metoda simplificata

Fiecare sistem energetic centralizat este unic, astfel ca nu este posibil să se indice o regulă de calcul specifică pentru fiecare caz, fluid caloportor (agent termic) sau fluid tehnologic. Regulile de calcul trebuie să fie generale. Principiul de bază descris în FprEN 15316 4-5: 2016 art. 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).

Luând 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 următoare), pentru abordarea simplificată sunt necesare numai fluxurile de energie care trec limita sistemului (cantitățile 1, 2, 3, 8 și 9).



Legenda

A limita sistemului

B consumatorul de energie

1 consumul de energie pentru producerea de căldură

2 energia electrică necesară pentru pompa de căldură

C	unitatea de cogenerare	3	energia electrica necesara pentru chiller
D	pompa de caldura	4	caldura produsa in cogenerare
E	chiller	5	caldura produsa de pompa de caldura
		6	frig produs de pompa de caldura
		7	frig produs de chiller
		8	căldura livrată de sistem
		9	răcirea livrată de sistem

Figura 4. 12. Configurare - exemplu pentru un sistem de incalzire si racire centralizata

Abordarea prin metoda simplificată poate fi aplicată în trei moduri diferite astfel:

- caldura este considerată ca fiind produsul principal al sistemului iar factorul său de ponderare este necesar pentru evaluarea clădirilor alimentate. In 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 calculate.
- răcirea este considerată ca fiind produsul principal al sistemului și factorul său de pondere este necesar pentru evaluarea clădirilor conectate. In 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 calculate.
- încălzirea și răcirea sunt livrate acelorași clienți și sunt evaluate împreună cu aceiași factori de ponderare. Acest caz este un exemplu pentru combinarea sistemelor în conformitate cu prEN 15316 4-5: 2016 6.2.3 și Tabelul B.6. Dacă sunt necesare atât un factor de pondere specific pentru încălzire, cât și un factor de pondere specific pentru răcire, trebuie aplicată regula detaliată de calcul conform prEN 15316 4-5: 2016 art. 6.2.2.4. Pentru acest calcul sunt necesare cantitățile 5 și 6:

$$f_{we;HW} = \frac{(1) + (2) \cdot \frac{(5)}{(5) + (6)}}{(8)}$$

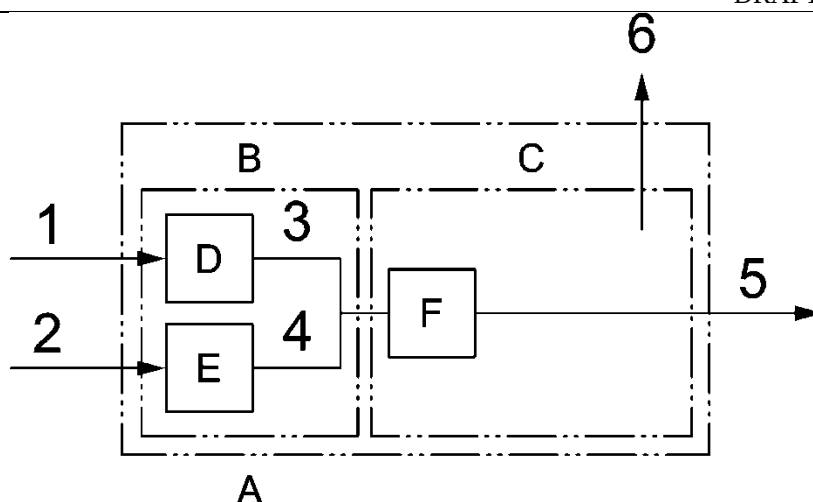
$$f_{we;C} = \frac{(2) \cdot \frac{(6)}{(5) + (6)} + (3)}{(9)}$$

Figura 4. 13. Schema calcul

Exemplele de calcul pentru încălzirea centralizată, pentru răcire și electricitate centralizata se găsesc în anexa B a FprCEN/TR 15316-6-8:2016 .

Calcul detaliat

In calculele detaliate, sistemele nu mai sunt privite ca niște „cutii negre” ci sunt necesare mai multe informații. Calculele sunt distincte si specifice pentru sistemul sursa si respectiv pentru sistemul de distribuție (Figura 5). Acest tip de calcule este aplicabil mai ales atunci când sursa respectiv sistemul de distribuție sunt exploatate de către operatori diferiți.



Legenda

A limita sistemului energetic centralizat

B limita sistemului sursei

C limita sistemului de distribuție

D echipamentul de cogenerare 1

E echipamentul de cogenerare 2

F pompa de rețea (sau compresorul)

1 energia de intrare în sursa 1 $E_{in;gen1}$

2 energia de intrare în sursa 2 $E_{in;gen2}$

3 energia de ieșire din sursa 1 $E_{out;gen1}$

4 energia de ieșire din sursa 2 $E_{out;gen2}$

5 energie livrată E_{del}

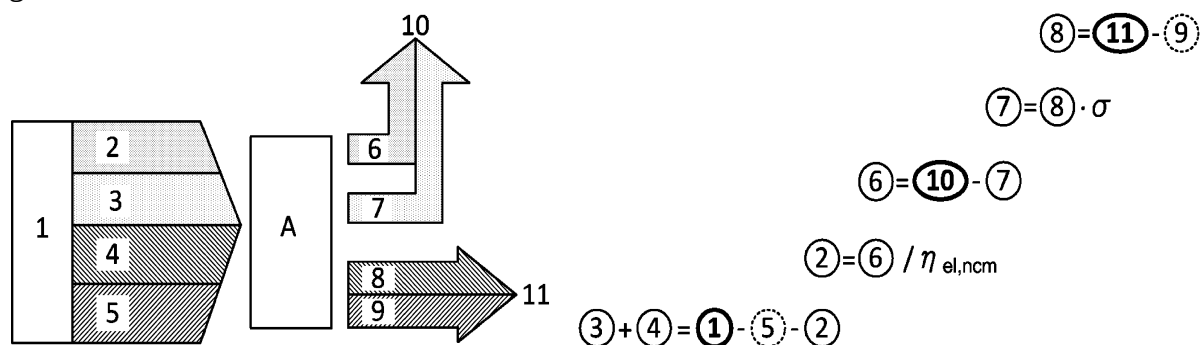
6 pierderi aferente distribuției $E_{dis;ls}$

Figura 4. 14. Componentele principale ale unui sistem energetic centralizat

Sursa

1. Sursa de cogenerare

Sursele de cogenerare pot funcționa în cogenerare la capacitate maximă, în regim de necogenerare sau în modul hibrid. Schema de configurare a unei astfel de surse este prezentată în Figura 4.5.6.



Legenda

A unitate de cogenerare		6 energie electrica din modul ne-cogenerare	$E_{el;ncm}$
1 intrare combustibil	E_{in}	7 energie electrica din modul de cogenerare	$E_{el;cm}$
2 combustibil legat de energia electrica pentru modul de ne-cogenerare	$E_{in;el;ncm}$	8 caldura din modul de cogenerare	Q_{cm}
3 combustibil legat de energia electrica pentru modul cogenerare	$E_{in;el;cm}$	9 caldura din modul ne-cogenerare	Q_{ncm}
4 combustibil legat de caldura pentru modul cogenerare	$E_{in;T;cm}$	10 energie electrica totala produsa de unitatea de cogenerare	$E_{el;pr}$
5 combustibil legat de caldura pentru modul ne-cogenerare	$E_{in;T;ncm}$	11 caldura totala produsa de unitatea de cogenerare	Q_{pr}

Figura 4. 15. Fluxurile energetice ale unei unitati de cogenerare

Nota: Doar cantitățile 1, 10 și 11 pot fi măsurate în timpul modului de functionare mixt/hibrid.

Cantitățile 5 și 9 din Figura 4.5.6 (cu linie punctata) sunt cunoscute din etapa anterioara;

Raportul dintre energia electrica si căldură σ și eficiența electrică în modul ne-cogenerare $\eta_{el, ncm}$ sunt necesare ca date suplimentare de intrare.

Cantitățile 3 și 4 reprezinta energia primara în modul de cogenerare.

Cantitățile 7 și 8 reprezinta energia produsă în modul de cogenerare.

Cantitățile 2 și 6 sunt excluse din calcul.

Caldura produsa in regim de ne-cogenerare Q_{ncm}

$$Q_{ncm} = Q_{pr} - Q_{cm} \quad (4.74)$$

$$E_{in;T;ncm} = \frac{Q_{ncm}}{\eta_{T;ncm}} \quad (4.75)$$

unde

$\eta_{T;ncm}$ randamentul termic in modul de functionare de ne-cogenerare

Identificarea modului de functionare pentru producerea de energie electrică

Daca $\eta_{chp;tot} < \eta_{ref;tot}$ se consideră că unitatea de cogenerare funcționează uneori în mod non-cogenerare sau în modul mixt / hibrid, iar partea de cogenerare se determină în conformitate cu cele redate in paragraful urmator.

Daca $\eta_{chp;tot} \geq \eta_{ref;tot}$ unitatea de cogenerare funcționează în modul de cogenerare si nu se poate aplica paragraful urmator.

$$\eta_{chp;tot} = \frac{E_{el;pr} + Q_{cm}}{E_{in} - E_{in;T;ncm}} \quad (4.76)$$

unde

$\eta_{\text{chp;tot}}$	randamentul total (global) al unității de cogenerare;
$\eta_{\text{ref;tot}}$	randamentul total de referință (Tabelul A.9 prEN 15316 4 5: 2016). Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.9.

O unitate de cogenerare care nu utilizează toată căldura, dar o evacuează în mediul înconjurător prin turnul de răcire sau ocolind schimbătorul de căldură al coșului de fum are un randament total general mai scăzut. Acest lucru se poate realiza atunci când unitatea de cogenerare nu urmărește numai cererea de căldură, ci uneori și cererea de energie electrică. Rezultatul calculului performanței energetice a căldurii cu metoda bonusului de putere, a metodei alternative de producție și a metodei de încălzire reziduală poate fi distorsionată dacă partea de non-cogenerare a energiei electrice și consumul respectiv de combustibil nu sunt excluse din calcul. Acest lucru depinde de:

- diferența dintre eficiența electrică a unității de cogenerare și eficiența electrică reflectată 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 încălzirii 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 a ne asigura că partea de non-cogenerare este neglijabilă în calculul performanței energetice la producerea căldurii.

Energia electrica aferenta modului de productie in cogenerare

În modul hibrid nu pot fi măsurate direct $E_{\text{el;cm}}$ și $E_{\text{in;cm}}$. Acestea se calculează ca fiind:

$$E_{\text{el;cm}} = Q_{\text{cm}} \cdot \sigma \quad (4. 77)$$

unde

σ Indicele de cogenerare (raportul dintre energia electrică și căldură produse în regim de cogenerare)

$$E_{\text{el;ncm}} = E_{\text{el;pr}} - E_{\text{el;cm}} \quad (4. 78)$$

$$E_{\text{in;cm}} = E_{\text{in}} - \frac{E_{\text{el;ncm}}}{\eta_{\text{el;ncm}}} - E_{\text{in;T;ncm}} \quad (4. 79)$$

unde

$\eta_{\text{el;ncm}}$ randamentul producerii energiei electrice a unității de cogenerare în mod ne-cogenerare.

Factori de pondere pentru căldură

Există mai multe metode pentru a determina factorii de pondere ai unui sistem de încălzire centralizată care include o sursa de cogenerare. Combustibilul utilizat de sursa de cogenerare asociat numai căldurii produse $E_{\text{in; T}}$ nu poate fi măsurat direct. Criteriile de selectia a metodei

aplicabile se găsesc în Tabelul A.11 și B11 din prEN 15316-4-5:2016. 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.

$$f_{we,dh} = \frac{(1 + \sigma) \cdot CHR \cdot f_{we,cr;chp}}{\eta_{chp,tot} \cdot \eta_{hn}} + \frac{(1 - CHR) \cdot f_{we,cr;gen}}{\eta_{gen,T} \cdot \eta_{hn}} - \frac{(\sigma \cdot CHR - \beta_{hn}) \cdot f_{we,el;exp}}{\eta_{hn}} \quad (4.80)$$

unde

η_{hn}	este randamentul rețelei de încălzire
$\eta_{gen,T}$	este randamentul sursei de varf
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 varf, al treilea termen reprezintă producția de energie electrică a unității de cogenerare. Dacă sistemul include mai multe unități de cogenerare, formula trebuie adaptată corespunzător.

b) Metoda simplificată a pierderii de putere

Metoda poate fi aplicată numai în cazul extracției căldurii dintr-o turbină în condensatie. Este singura metodă de calcul al indicatorilor de performanță pentru căldură provenită din centralele nucleare, deoarece metoda nu necesită energia primară E_{in} ca date de intrare. Deoarece se extrage abur prin priza turbinei pentru producerea căldurii, se produce o cantitate mai mică de energie electrică cu:

$$\Delta E_{el} = E_{in} \cdot \eta_{el;ncm} - E_{el;pr} \quad (4.81)$$

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 metode aplicate în multe țări de zeci de ani. Ambele necesită valori de referință din sisteme externe pentru energia electrică și de aceea nu pot fi calculați factorii 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 permit determinarea factorilor de pondere atât pentru căldura cât și pentru energia electrică. Energia intrată în unitatea de cogenerare va fi împartită într-o parte, care este 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).

$$E_{in,T} = \alpha_T \cdot E_{in} \quad (4.82)$$

unde

$E_{in,T}$ partea din energia introdusa in unitatea de cogenerare aferentă căldurii;

α_T factorul de alocare;

$$E_{in,el} = (1 - \alpha_T) \cdot E_{in} \quad (4.83)$$

unde

$E_{in,el}$ partea din energia introdusa in unitatea de cogenerare aferentă energiei electrice;

a) Metoda pierderii de putere

Metoda de pierdere a puterii este aplicabilă dacă căldura este extrasă dintr-o turbină cu condensatie. Este singura metodă care facilitează 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 astfel eficiențele componentelor sale tehnice. Este bine cunoscut și acceptat în rândul operatorilor și oamenilor de știință ca fiind corect din punct de vedere termodinamic. 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 a puterii nu necesită excluderea părții legate de electricitate a modului de ne-cogenerare.

$$\alpha_T = \frac{\Delta E_{el}}{E_{el,pr} + \Delta E_{el}} \quad (4.84)$$

b) Metoda Carnot

Metoda Carnot este o versiune simplificată a metodei exergetice. Este nevoie de temperaturi ca date suplimentare de intrare. Acestea sunt ușor de măsurat. Se recomandă utilizarea temperaturii aerului exterior la locul instalației. 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 CHP poate fi calculată ușor pornind de la temperaturile de alimentare și de retur la limita sursei sau la ieșirea la nivelul unității CHP, 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 puterii, 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.

$$\alpha_T = \frac{Q_{cm} \cdot \left(1 - \frac{T_{a,e;avg}}{T_{chp;mn}}\right)}{E_{el;pr} + Q_{cm} \cdot \left(1 - \frac{T_{a,e;avg}}{T_{chp;mn}}\right)} \quad (4.85)$$

unde

$T_{a,e;avg}$ temperatura medie a aerului exterior pentru intervalul de calcul [K];

$T_{chp;mn}$ 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 4.5.5) ;

Dacă unitatea de cogenerare furnizează mai mult de un sistem de distribuție cu diferite niveluri de temperatură, $T_{chp;mn}$ și α_T vor fi determinate separat pentru fiecare sistem de distribuție.

c) Metoda alternativa de producere a energiei termice si electrice

Pentru metoda alternativă de producere se definesc date suplimentare de intrare privind două sisteme de referință externe și excluderea partilor de energie termică și electrică aferente modului de ne-cogenerare. Aceasta metodă 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 6) sunt excluse din calcul.

$$\alpha_T = \frac{\frac{Q_{cm}}{\eta_{T;ref}}}{\frac{E_{el;cm}}{\eta_{el;ref}} + \frac{Q_{cm}}{\eta_{T;ref}}} \quad (4.86)$$

unde

$\eta_{T;ref}$ randamentul de referință a producerii căldurii

$\eta_{el;ref}$ randamentul de referință a producerii energiei electrice;

Aceste randamente se specifică în conformitate cu modelul prezentat în tabelul A.10 din prEN 15316 4 5: 2016. Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.10. prEN 15316 4 5: 2016.

d) Metoda căldurii reziduale ("deșeu")

În această metodă trebuie introduse date suplimentare despre sisteme externe de referință. Fluxurile energetice 2 și 6 din Figura 4.5.6 care se referă la modul de ne-cogenerare se vor exclude din calcul. Această metodă urmează aceeași idee ca și metoda bonusului de putere, dar facilitează determinarea factorilor de energie 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.

$$\alpha_T = 1 - \frac{E_{el;cm}}{\eta_{el;ref} \cdot (E_{in} - E_{in;el;ncm})} \quad (4.87)$$

În cazul unei singure unități CHP care produce energie electrică numai în modul de cogenerare, se aplica:

$$f_{P,dh} = \frac{E_{in;cr} \cdot f_{P;cr} - E_{el;cm} \cdot \frac{f_{P;cr}}{\eta_{el;ref}}}{\sum Q_{del}} \quad (4.88)$$

în timp ce devine metoda bonusului de putere sub forma formulei :

$$f_{P,dh} = \frac{E_{in;cr} \cdot f_{P;cr} - E_{el;cm} \cdot f_{P;el;exp}}{\sum Q_{del}} \quad (4.89)$$

astfel încât, dacă unitatea CHP utilizează același combustibil ca și sistemul de referință, rezultatele celor două metode sunt aceleași.

e) Metoda pierderii de putere de referință

Această metodă urmează aceeași idee ca metoda simplificată de pierdere a puterii, dar facilitează determinarea factorilor de energie electrică. Singura diferență față de metoda simplificată a pierderilor de putere este că sistemul de referință extern este reprezentat de eficiența producției de energie electrică în locul factorului de energie primară.

$$\alpha_T = \frac{\Delta E_{el}}{\eta_{el;ref} \cdot (E_{in} - E_{in;T;ncm})} \quad (4.90)$$

În cazul unei singure unități CHP care produce căldură numai în modul de cogenerare complet:

$$f_{P,dh} = \frac{\Delta E_{el} \cdot \frac{f_{P;cr}}{\eta_{el;ref}}}{\sum Q_{del}} \quad (4.91)$$

în timp ce metoda simplă de pierdere a puterii integrată devine

$$f_{P,dh} = \frac{\Delta E_{el} \cdot f_{P;el;exp}}{\sum Q_{del}} \quad (4.92)$$

astfel încât, dacă unitatea CHP utilizează același combustibil ca și sistemul de referință, rezultatele celor două metode sunt aceleași.

E.

2. Caldura provenita din procese industriale

Acest tip de energie termică provine de regula din procese în care scopul principal este cel tehnologic. De regula cuprinde o componență legată de procesul tehnologic și alta de sistemul de distribuție a căldurii în sistem centralizat. În Tabelele A.2 și B2 din EN 15316-4-5 sunt redată date privind acest tip de calcule.

3. Căldura provenita din instalațiile de obținere a energiei din căldura reziduală

Performanța energetică a unei instalații de obținere a energiei din căldura reziduală se calculează în conformitate cu formulele (4.5.1) sau (4.5.2). Energia introdusă pentru procese precum arderea, arderea auxiliară și tratarea gazelor arse vor fi integrate în numărătorul formulelor.

4. Incalzirea si racirea provenind din pompe de caldura

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 distributie

Pierderea de căldură 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 sursa sau a energiei furnizate conform formulei de mai jos, în funcție de datele disponibile.

$$E_{out;gen} = E_{del} + E_{dis;ls} \quad (4.93)$$

unde

$E_{out,gen}$ Energia produsă la ieșirea din sistem;

E_{del} Energia livrată;

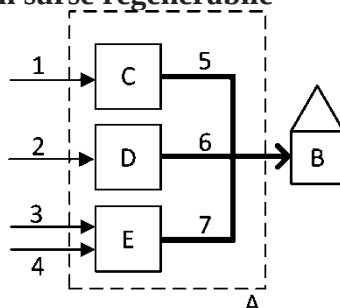
$E_{dis,ls}$ Pierderi aferente sistemului de distribuție

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. prEN 15316 4-5: 2016.

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. prEN 15316 4 5: 2016.

Calculul indicatorilor sursei de energie

Partea de energie provenind din surse regenerabile



Legenda

A limitele sistemului energetic centralizat	1 energia introdusă într-un sistem cu o singura iesire	$E_{in;sos}$
B consumatorul de energie	2 energia introdusă într-un sistem cu mai multe iesiri	$E_{in;mos}$
C unitate de producere a energiei pentru un agent termic dintr-un sistem cu o singura iesire	3 energia introdusă într-o sursa cu mai multe intrari de la un sistem cu o singura iesire	$E_{in;mig;sos}$
D Sursa de agent termic dintr-un sistem cu mai multe iesiri	4 energia introdusă în sursa cu mai multe intrări de la un sistem cu mai multe iesiri	$E_{in;mig;mos}$
E unitate de generare cu mai multe intrări	5 energia iesita din sursa pentru agentul termic dintr-un sistem cu o singura iesire	$E_{out;gen;sos}$
	6 energia iesita din sursa pentru agentul termic de la un sistem cu mai multe iesiri	$E_{out;gen;mos}$
	7 energia iesita dintr-o sursa cu mai multe intrari	$E_{out;mig}$

Figura 4. 16 Sistem centralizat, care include o sursa cu mai multe intrari

$$RER_{des} = \frac{E_{out;gen;sos} \cdot \frac{f_{Pren;sos}}{f_{Ptot;sos}} + E_{out;gen;mos} \cdot RER_{mos} + E_{out;mig} \cdot RER_{mig}}{E_{out;gen;sos} + E_{out;gen;mos} + E_{out;mig}} \quad (4.94)$$

unde

RER_{des}	Partea provenind din energie regenerabila aferenta sistemului energetic centralizat;
$f_{Pren;sos}$	Factorul energiei primare regenerabile aferent fluidului caloportor (agentului termic) din sistemul cu o singura iesire;
$f_{Ptot;sos}$	Factorul energiei primare totale aferent fluidului caloportor din sistemul cu o singura iesire;
RER_{mos}	Procentul aferent energiei regenerabile aferent agentului termic din sistemul cu mai multe iesiri. Se calculează separat. Un model pentru valorile implicite poate fi găsit în Tabelul A.5. Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.5 EN 15316 4-5:2016;
RER_{mig}	Partea provenind din energie regenerabila aferenta energiei produse de sursa cu mai multe intrări;
$f_{Pren;sos} \quad f_{Ptot;sos}$	se calculează separat.

$$RER_{mig} = \frac{E_{in;mig;sos} \cdot \frac{f_{Pren;sos}}{f_{Ptot;sos}} + E_{in;mig;mos} \cdot RER_{mos}}{E_{in;mig;sos} + E_{in;mig;mos}} \quad (4.95)$$

Partea provenită din caldura „deseu”

$$WHR_{des} = \frac{E_{out;gen;mos} \cdot WHR_{mos} + E_{out;gen;mig} \cdot WHR_{mig}}{E_{out;gen;sos} + E_{out;gen;mos} + E_{out;mig}} \quad (4.96)$$

unde

- WHR_{des} Partea de caldura „deseu” din sistemul energetic centralizat;
- WHR_{mos} Partea de caldura „deseu” aferenta sistemului de transport dintr-un sistem cu mai multe iesiri. Valorile implicite informative pot fi găsite în Tabelul B.5 EN 15316 4-5;
- WHR_{mig} Partea de caldura „deseu” corespunzatoare energiei produse de sursa cu mai multe intrări;

$$WHR_{mig} = \frac{E_{in;mig} \cdot WHR_{mos}}{E_{in;mig;sos} + E_{in;mig;mos}} \quad (4.97)$$

Partea de caldura obtinuta in cogenerare (Grad de cogenerare)

$$CHR = \frac{Q_{cm}}{Q_{tot}} \quad (4.98)$$

unde

- CHR Partea de caldura obtinuta in cogenerare (grad de cogenerare);
- Q_{cm} căldura produsă în modul cogenerare;
- Q_{tot} căldura totală produsă.

In FprCEN/TR 15316-6-8:2016 Anexele A-C sunt redate exemple de calcul. In aceste Anexe se regasesc si valori implicite ale unor date necesare in calculul prin metodele menționate anterior.

CAPITOLUL 5. CERTIFICATUL DE PERFORMANȚA ENERGETICA

- 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, inclusiv pentru clădiri tip nZEB**
- 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.)**

5.1. Conținutul certificatului de performanță energetică, inclusiv anexa tehnică

Certificarea energetică a clădirilor presupune clasificarea energetică prin încadrarea în clase de performanță energetică, de evaluare a performanței energetice și de mediu a clădirii, de notare din punct de vedere energetic și elaborarea certificatului de performanță energetică.

Elaborarea certificatului de performanță energetică al unei clădiri presupune parcurgerea următoarelor etape:

- Evaluarea performanței energetice a clădirii în condiții normale de utilizare, pe baza caracteristicilor reale ale sistemului construcție–instalații aferente (încălzire, preparare / furnizare a apei calde de consum, ventilare și climatizare, iluminat artificial);
- Consum anual specific de energie finală (la nivelul sursei de energie a clădirii sau la nivelul racordului la sistemul centralizat cu alimentare cu energie – după caz), [kWh/m²an]
- Consum anual specific de energie primară [kWh/m²an]
- Indicator de emisii echivalent CO₂ [kgCO₂/m²an]
- Consum anual specific de energie din surse regenerabile [kWh/m²an]
- Definirea clădirii de referință atașată clădirii reale și evaluarea performanțelor energetice a acesteia
- Încadrarea în clase de performanță energetică a clădirii
- Notarea din punct de vedere energetic a clădirii
- Întocmirea certificatului de performanță energetică al clădirii.

Motivele elaborării certificatului energetic pot fi:

a: vanzare/cumparare

b: inchiriere

c: receptie cladire noua

d: diagnostic in vederea modernizarii energetice

e: certificarea performantei dupa modernizare energetica

f: informativ

Clasificarea performanței energetice a clădirii se efectuează în funcție de consumul anual specific de energie primară al clădirii, în condiții normale de utilizare, pe baza caracteristicilor sistemului construcție – instalații aferente (încălzire, preparare / furnizare a apei calde de consum, climatizare, ventilare mecanică, iluminat artificial).

Consumul specific anual de energie primară se determină în funcție de consumul specific anual de energie finală pentru încălzirea spațiilor, ventilare / climatizare, prepararea apei calde de consum și iluminat (determinat la nivelul sursei de energie a clădirii / racordului la sistemul centralizat de alimentare cu energie, conform capitolelor anterioare) și în funcție de factorii de conversie în energie primară pentru fiecare tip de utilitate energetică (încălzire, răcire, apă caldă de consum, iluminat etc) și pentru fiecare tip de combustibil sau sursa energetică.

Factorii de conversie în energie primară pentru utilitățile relevante din clădirea certificată vor fi preluați din Ordinul 2641/2017 cu modificările ulterioare, în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică.

Certificatul de performanță energetică se compune din următoarele informații:

1. Date privind clădirea certificată:

Adresa clădirii: ...stradă, număr, oraș și județ / sector, cod poștal...

Subcategoria clădirii (destinație principală):,

Destinația secundară a clădirii:,

Regim de înălțime:

Anul construirii:

Aria utilă:m²

Aria construită desfășurată: m²

Volumul interior:m³

Factor de formă al clădirii:m²/m³

Coordonate geografice:

Latitudine:,

Longitudine:

2. Motivul elaborării certificatului de performanță energetică

3. Clasificarea performanței energetice

4. Consum anual specific de energie finală, [kWh/m²an] - Conform capitolelor anterioare.

5. Consum anual specific de energie primară, [kWh/m²an] - Conform capitolelor anterioare.

6. Indicator de emisii echivalent CO₂, [kgCO₂/m²an] - Conform capitolelor anterioare.

7. Consum anual specific de energie din surse regenerabile, [kWh/m²an]:

- Solar termic (pentru utilizare termică a energiei solare, de exemplu încălzire, preparare apă caldă de consum menajer),
- Solar electric (sistem cu panouri fotovoltaice),
- Pompă caldura,
- Biomasă,
- Alt tip,
- TOTAL surse regenerabile,
- Contribuție față de consumul anual specific de energie finală [%].

8. Programul de calcul utilizat

9. Date privind auditorul energetic pentru clădiri:

Specialitatea (c, i, ci)

Numele și prenumele

Nr. certificat de atestare

Nr. de înregistrare în registrul propriu

Data înregistrării

Semnătura și ștampila

Date privind evaluarea performanței energetice a clădirii (certificat – pag. 2):

10. Grilele de clasificare energetică pe tipuri de consum

10.1 Grile și consum de energie primară pentru încălzire

10.2 Grile și consum de energie primară pentru apă caldă de consum

10.3 Grile și consum de energie primară pentru climatizare

10.4 Grile și consum de energie primară pentru ventilare mecanică

10.5 Grile și consum de energie primară pentru iluminat artificial

Valorile prezentate sunt în kWh/m²an și corespund clădirii certificate (C), clădirii de referință (R) și intervalelor de scalare energetică (S).

11. Detalierea consumului anual specific de energie finală [kWh/m²an]

11.1 Consum specific anual de energie finală pentru încălzire

11.2 Consum specific anual de energie finală pentru apă caldă de consum

11.3 Consum specific anual de energie finală pentru climatizare

11.4 Consum specific anual de energie finală pentru ventilare mecanică

11.5 Consum specific anual de energie finală pentru iluminat artificial

Valorile prezentate sunt în kWh/m²an și corespund clădirii certificate (C) și clădirii de referință (R).

12. Penalizările acordate clădirii certificate și motivarea acestora

13. Recomandări pentru reducerea costurilor prin îmbunătățirea performanței energetice a clădirii - Conform Anexa

14. Anexa 1 – Recomandări - conform model

15. Anexa 2 – Date tehnice privind clădirea și instalațiile aferente acesteia - conform model

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. O clasificare a clădirilor se realizează după tipul de categorie de clădire în conformitate cu SR EN ISO 52000-1:2017, astfel:

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);
- Casă mobilă
- Casă de vacanță

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);
- Clădire administrativă (autorități locale, sedii institutii etc.)
- Cămine, internate;
- Alte tipuri de clădiri consumatoare de energie (de exemplu: clădiri industriale cu regim normal de exploatare fara luarea in calcul a consumurilor tehnologice de energie).

Clădiri NZEB (clădire cu consum de energie aproape de zero)

În continuare, referirea la *Ordinul nr. 2641/2017 privind modificarea și completarea reglementării tehnice "Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor", aprobată prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 157/2007*, se va realiza prin denumirea prescurtată *Ordinul nr. 2641/2017*.

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 fata de aria utila, in functie de destinatia cladirii);
- 3-** Aceeași orientare fata de punctele cardinale ca și clădirea reala precum și aceeași amplasare geografica;

-
- 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 *Ordinul nr. 2641/2017* cu modificările și completările ulterioare, în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică;
 - 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 atribuit energiei primare, corespunzător fiecărui tip de combustibil sau sursă energetică, precum și pentru cel atribuit fiecărui agent frigorific (refrigerent), aferent scăpărilor (pierderilor) de agenți frigorifici (refrigerenți) din instalațiile frigorifice și de aer condiționat, se consideră cei prevăzuți în *Ordinul nr. 2641/2017*, cu modificările și completările ulterioare, în vigoare la momentul elaborării certificatului de performanță energetică;
 - 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 ventilare este prevăzut cu recuperator de caldura;
- 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;

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, inclusiv pentru clădiri tip nZEB

Definirea claselor energetice pe utilități (i) și pe categorii de clădiri (j):

- Clasa energetică A+ : $q_{EPi}(j) \leq \dots ciA(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică A : $ciA(j) < q_{EPi}(j) \leq ciB(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică B : $ciB(j) < q_{EPi}(j) \leq ciC(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică C : $ciC(j) < q_{EPi}(j) \leq ciD(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică D : $ciD(j) < q_{EPi}(j) \leq ciE(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică E : $ciE(j) < q_{EPi}(j) \leq ciF(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică F : $ciF(j) < q_{EPi}(j) \leq ciG(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică G : $ciG(j) < q_{EPi}(j)$ [kWh/m²an]

Definirea scalei energetice totale pe categorii de clădiri (j):

- Clasa energetică A+ : $q_{EPT}(j) \leq cTA(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică A : $cTA(j) < q_{EPT}(j) \leq cTB(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică B : $cTB(j) < q_{EPT}(j) \leq cTC(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică C : $cTC(j) < q_{EPT}(j) \leq cTD(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică D : $cTD(j) < q_{EPT}(j) \leq cTE(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică E : $cTE(j) < q_{EPT}(j) \leq cTF(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică F : $cTF(j) < q_{EPT}(j) \leq cTG(j)$ [kWh/m²an]
- Clasa energetică G : $cTG(j) < q_{EPT}(j)$ [kWh/m²an]

Coeficienții de consum specific anual de energie primară pentru definirea scalei energetice totale pentru certificarea performanței energetice a clădirii se determină prin însumarea valorilor din scalele energetice proprii utilităților existente / aplicabile în clădirea certificată, astfel:

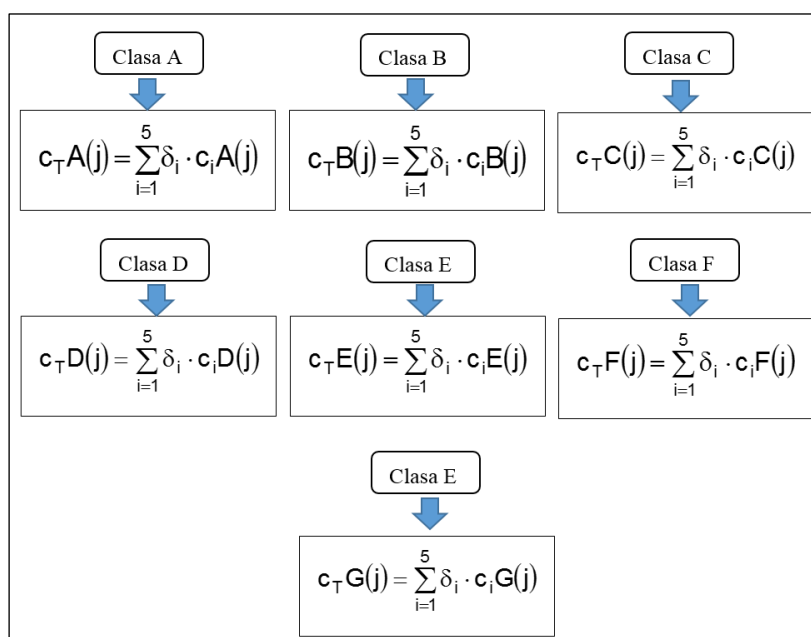


Figura 5. 1. Coeficienți de consum specific anual de energie primara

unde

j - categoria clădirii:

- 1-Clădire de locuit,
- 2-Clădire de birouri,
- 3-Spătiu comercial mic (< 120 m²),
- 4-Spătiu comercial mare (≥ 120 m²),
- 5-Clădire de învățământ,
- 6-Clădire pentru sănătate,
- 7-Clădire pentru turism

i-utilitatea energetică:

- 1-încălzirea spațiilor,
- 2-apa caldă de consum menajer,
- 3-climatizare,
- 4-ventilare mecanică
- 5-iluminat artificial

δ_i -coeficient numeric pentru luarea în considerare a utilității i în clădire, în funcție de existența sistemului / instalației respective, calculat cu relația următoare:

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{dacă există sistem/instalație pentru furnizarea utilității } i \text{ în clădire,} \\ 0, & \text{dacă în clădire nu există sistem/instalație pentru furnizarea utilității } i. \end{cases}$$

Tabel 5. 1. 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	$\delta_1 = 1$	$\delta_2 = 1$	$\delta_3 = 1$	$\delta_4 = 1$	$\delta_5 = 1$

Tabel 5. 2. Definirea claselor energetice în funcție de consumul anual specific de energie primară al clădirii pe categorii de clădiri (j)

j	Încălzire						
1	c1A = 35	c1B = 70	c1C = 117	c1D = 173	c1E = 245	c1F = 343	c1G = 500
2	c1A = 23	c1B = 47	c1C = 60	c1D = 76	c1E = 97	c1F = 125	c1G = 170
3	c1A = 14	c1B = 28	c1C = 73	c1D = 128	c1E = 198	c1F = 293	c1G = 446
4	c1A = 34	c1B = 68	c1C = 101	c1D = 140	c1E = 190	c1F = 258	c1G = 367
5	c1A = 39	c1B = 79	c1C = 123	c1D = 176	c1E = 244	c1F = 336	c1G = 484
6	c1A = 44	c1B = 89	c1C = 149	c1D = 222	c1E = 314	c1F = 440	c1G = 642
7	c1A = 21	c1B = 42	c1C = 81	c1D = 129	c1E = 190	c1F = 273	c1G = 407
j	Apa caldă de consum						
1	c2A = 22	c2B = 44	c2C = 69,8	c2D = 101,1	c2E = 140,9	c2F = 195,3	c2G = 282,4
2	c2A = 1	c2B = 3,7	c2C = 5,8	c2D = 8,4	c2E = 11,7	c2F = 16,3	c2G = 23,5
3	c2A = 1	c2B = 2,7	c2C = 3,5	c2D = 4,4	c2E = 5,6	c2F = 7,3	c2G = 9,9
4	c2A = 2	c2B = 4,5	c2C = 5,8	c2D = 7,4	c2E = 9,4	c2F = 12,1	c2G = 16,5
5	c2A = 2	c2B = 4,5	c2C = 5,8	c2D = 7,4	c2E = 9,4	c2F = 12,1	c2G = 16,5

6	c2A = 52	c2B = 104	c2C = 133,8	c2D = 170	c2E = 216	c2F = 279	c2G = 379,7
7	c2A = 33	c2B = 67,8	c2C = 87,3	c2D = 110,9	c2E = 140,9	c2F = 182	c2G = 247,6
j	Climatizare						
1	c3A = 0,5	c3B = 0,8	c3C = 3,3	c3D = 6	c3E = 9,5	c3F = 14,5	c3G = 22,3
2	c3A = 2,5	c3B = 5,8	c3C = 11,3	c3D = 18	c3E = 26,8	c3F = 38,5	c3G = 57,3
3	c3A = 2,5	c3B = 8	c3C = 12	c3D = 16,5	c3E = 17,5	c3F = 30,5	c3G = 43,3
4	c3A = 2,5	c3B = 5,8	c3C = 6,8	c3D = 8,3	c3E = 10	c3F = 12,3	c3G = 16,3
5	c3A = 2,5	c3B = 5,5	c3C = 10,8	c3D = 17,3	c3E = 25,3	c3F = 36,5	c3G = 54,3
6	c3A = 12,5	c3B = 26,8	c3C = 34,5	c3D = 44	c3E = 56	c3F = 72,5	c3G = 99
7	c3A = 2,5	c3B = 5,3	c3C = 10,3	c3D = 16,3	c3E = 24	c3F = 34,5	c3G = 51,3
j	Ventilare mecanica						
1	c4A = 7,5	c4B = 15,3	c4C = 18,8	c4D = 22,8	c4E = 28	c4F = 35	c4G = 46,5
2	c4A = 7,5	c4B = 19,3	c4C = 23,5	c4D = 28,5	c4E = 35	c4F = 44	c4G = 58,5
3	c4A = 7,5	c4B = 15,8	c4C = 19,3	c4D = 23,3	c4E = 28,8	c4F = 36	c4G = 47,8
4	c4A = 10	c4B = 23,5	c4C = 38,5	c4D = 56,8	c4E = 80	c4F = 111,8	c4G = 162,8
5	c4A = 5	c4B = 11,8	c4C = 24,5	c4D = 39,8	c4E = 59	c4F = 85,8	c4G = 128
6	c4A = 15	c4B = 32,3	c4C = 39,3	c4D = 48	c4E = 59	c4F = 74	c4G = 98
7	c4A = 10	c4B = 20,3	c4C = 24,8	c4D = 30,3	c4E = 37,3	c4F = 46,8	c4G = 61,8
j	Iluminat						
1	c5A = 5	c5B = 13,3	c5C = 17,8	c5D = 23,3	c5E = 30	c5F = 39,5	c5G = 54,5
2	c5A = 20	c5B = 44,8	c5C = 57,5	c5D = 73	c5E = 92,5	c5F = 119,3	c5G = 162,3
3	c5A = 17,5	c5B = 36,3	c5C = 50	c5D = 66,5	c5E = 87,5	c5F = 116,3	c5G = 162,3
4	c5A = 20	c5B = 40,3	c5C = 57,5	c5D = 78,5	c5E = 105	c5F = 141,5	c5G = 199,8
5	c5A = 15	c5B = 31,3	c5C = 37,5	c5D = 45,3	c5E = 55	c5F = 68,5	c5G = 89,8
6	c5A = 22,5	c5B = 45,5	c5C = 70	c5D = 99,8	c5E = 137,5	c5F = 189,3	c5G = 272
7	c5A = 25	c5B = 51,5	c5C = 72,5	c5D = 97,8	c5E = 130	c5F = 174	c5G = 244,5

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

Factorii de conversie din energie finala in energie primara depind de sursa de energie dar si de combustibilul utilizat pentru producerea utilizata conform legislatiei in vigoare (Ordin 2641/2017 cu modificarile si completarile ulterioare) conform tabelului urmator:

Tabel 5. 3.Factori conversie energie primara (Ordin 2641/2017)

Combustibil/Sursa de energie	Factor		
	neregenerabilă	regenerabilă	total
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
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 determinarea emisiilor de CO₂ atribuite energiei primare necesară/consumată, factorul de emisie CO₂ atribuit acesteia este prevăzut în **tabelul 5.4.**

Tabel 5.4. Factori conversie CO₂ (Ordin 2641/2017)

Combustibil/Sursa de energie	Factor de emisie [Kg CO ₂ /kWh]
Lignit*)	0,334
Huila*)	0,341
Păcură*	0,279
Gaz natural*)	0,205
LPG = GLP	0,230
Biomasă - lemne de foc*)	0,019
Biomasă - brichete/peleți*)	0,016
Biomasă – deșeuri agricole	0,039
Biogaz	0,010
Energie electrică din SEN	0,145
Termoficare (cogenerare)	0,299
Energia solară	0,220
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.

În ceea ce privește pierderile de agenți frigorifici din instalațiile frigorifice și aer condiționat, factorii de emisie sunt prezentați în tabelele următoare.

Tabel 5.5. Pierderi anuale de agent frigorific (Ordin 2641/2017)

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 5.6. Factorul de emisie asociat agenților frigorifici (Ordin 2641/2017)

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

5.5. Tipuri de certificat de performanță energetică (clădire, unități de clădire etc.)

Certificatele de performanță energetică se vor întocmi conform paragrafului 5.3 în funcție de obiectivul certificat. Acesta poate fi:

- Apartament
- Clădire
- Corp de clădire

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)

6.2.1. Investigarea preliminară a clădirilor

6.2.1.1. Analiza cărții tehnice a clădirii, respectiv a documentației care a stat la baza execuției clădirii și instalațiilor aferente

6.2.1.2. Analiza elementelor caracteristice privind amplasarea clădirii în mediul construit

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

6.2.1.3.1. Evaluarea stării actuale a construcției prin comparație cu soluția de proiect

6.2.1.3.2. Evaluarea stării actuale a instalațiilor prin comparație cu soluția de proiect

6.2.1.4. Prelevarea de probe fizice

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

6.2.3. Concluziile asupra evaluării

6.3. Indicatori de eficiență economică utilizați în auditul energetic și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse

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

6.3.1.1. Intervențiile asupra clădirii

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

6.3.1.2.1 La nivelul producerii căldurii (în cazul clădirilor dotate cu sursă proprie de căldură)

6.3.1.2.2 La nivelul distribuției căldurii

6.3.1.2.3 La nivelul utilizatorului (spațiile încălzite și punctele de consum a.c.m.)

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

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

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

6.4. Realizarea auditului energetic și raportul de audit energetic

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

ANEXA 6.1. FIȘA 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**

CAPITOLUL 6. AUDITUL ENERGETIC

6.1. Aspecte generale, tipuri de audit, etapele auditului energetic

Auditul energetic al unei clădiri urmărește identificarea principalelor caracteristici termice și energetice ale construcției și ale instalațiilor aferente acestora și stabilirea, din punct de vedere tehnic și economic a soluțiilor de reabilitare sau modernizare termică și energetică a construcției și a instalațiilor aferente acestora, 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 acestora, 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.

Domeniu de aplicare

Clădirile sunt grupate în trei 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);
- Casă mobilă
- Casă de vacanță

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);
- Clădire administrativă (autorități locale, sedii instituții etc.)
- Cămine, internate;
- Alte tipuri de clădiri consumatoare de energie (de exemplu: clădiri industriale cu regim normal de exploatare fără luarea în calcul a consumurilor tehnologice de energie).

C. Clădiri NZEB (clădire cu consum de energie aproape de zero)

Prevederile metodologiei se aplică pentru categoriile menționate de clădire/unitate de clădire/element al clădirii, inclusiv pentru clădirile NZEB.

Prevederile metodologiei **nu se aplică** la 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 nerezidențiale 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. 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. Respectarea cerințelor minime de performanță energetică pentru clădiri și elementele de anvelopă ale acestora, prevăzute în Capitolul 2 al prezentei metodologii;
3. Identificarea măsurilor de reabilitare/modernizare energetică și analiza eficienței economice a acestora;
4. Întocmirea raportului de audit energetic.

6.2.Soluții de creștere a performanței energetice (anvelopă, respectiv 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 următoarele aspecte:

6.2.1.1. Analiza cărții tehnice a clădirii, respectiv a documentației care a stat la baza execuției clădirii și instalațiilor aferente

Această analiză trebuie să cuprindă cel puțin:

- * partiurile de arhitectură ale fiecărui nivel, secțiuni;
- * dimensiunile geometrice ale elementelor de construcții (pereți, stâlpi, grinzi, buiandrugi, 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, mucegai etc.), precum și cu un relevu al instalațiilor și/sau arhitectura în scopul evidențierii modificărilor efectuate asupra acestora.

6.2.1.2. 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.

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

Evaluarea stării actuale a clădirii, inclusiv instalațiile aferente, se face în principal prin analiză vizuală și urmărește în special:

6.2.1.3.1. 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 defecțiunilor sau a deteriorărilor:
 - fisuri, degradări ale tencuielii și ale structurii de rezistență, igrasie, infiltrații de apă de la instalații sau din alte surse (neetanșeitățile 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, planșeele, 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.)

6.2.1.3.2. Evaluarea stării actuale a instalațiilor prin comparație cu soluția de proiect:

Pentru instalațiile de încălzire:

Identificarea tipului sistemului de încălzire a spațiilor locuite/ocupate și comune,

- sistem clasic tradițional sau sisteme hibride (surse clasice cuplate cu surse regenerabile),
- pentru sisteme locale (sobe cu gaze) – arzătoare cu sau fara electrovalvă,
- verificare tiraj coș de fum pentru orice tip de sobă,
- verificare uniformitate încălzire sobă (termoviziune în infraroșu – sezonul rece, după caz).

Pentru încălzirea centrală clasică:

- identificarea tipurilor corpurilor de încălzire și a caracteristicilor funcționale ale acestora:
 - numărul corpurilor/elementelor încălzitoare, putere termică instalată,
 - corpurile de încălzire lipsa sau blocate,
 - vechimea corpurilor de încălzire,
 - anul ultimei spălări a corpurilor de încălzire,
 - tipul robinetelor de reglaj și gradul de funcționare al acestora,
- dotarea cu repartitoare de cost și robinete de reglaj cu cap termostatic,
- existența robinetelor de separare a corpurilor de încălzire,
- verificarea câmpului de temperaturi pe suprafața corpurilor de încălzire, după caz;
- starea conductelor de alimentare cu agent termic, starea termoizolației conductelor care se afla atât în spațiile locuite/ocupate cât și în spațiile comune:
 - conducte de aerisire secționate,
 - robinete de aerisire blocate/nefuncționale,
 - înlocuiri frecvente ale unor tronsoane,
 - lipsa vanelor de reglare și a vanelor de separare și golire,
- dotarea cu vane pentru menținerea diferenței de presiune atât la baza coloanelor cât și pe racordul la rețeaua de distribuție (după caz),
- dotarea cu contor de căldură pe scară / clădire / unitate locuită (ocupată).

Pentru încălzirea cu surse hibride:

- starea echipamentelor utilizând surse regenerabile (starea captatoarelor solare, a pompelor de căldură etc. după caz)
- identificarea contribuției prin energie regenerabilă la procesul de încălzire

Pentru instalațiile de ventilare și climatizare:

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 pierderi 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 (corelat cu Metodologie partea a II-a),

Pentru instalația de preparare și furnizare a apei calde de consum:

La sistemele locale de preparare a apei calde de consum:

- evaluarea stării izolației termice a unitatilor de acumulare (dupa caz),
- evaluarea calității arderii combustibilului și a eficienței tirajului,
- evaluarea pierderilor de apă caldă de consum din instalație;

La instalații centrale de preparare a apei calde de consum :

- starea armaturilor obiectelor sanitare, defecțiuni, pierderi de apă,
- starea conductelor de apă caldă de consum și a izolației termice a acestora (tasată și uscată, tasată și umedă, parțial deteriorată (peste 30%), fără izolație termică),
- conducta de recirculare funcțională (condominii)
- debitmetre de scară / clădire / consumatori independenți (societăți comerciale etc.) – certificat de control metrologic,
- debitmetre la racordurile individuale de consum,
- evaluarea pierderilor de apă caldă de consum din instalație,
- identificarea contribuției prin energie regenerabilă la procesul de preparare apă caldă de consum;

Pentru instalațiile de iluminat artificial:

- 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).

6.2.1.4. 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 investigării 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.

6.2.2. Determinarea performanțelor energetice și a consumului anual de energie al clădirii pentru încălzirea spațiilor, apa 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 și relevarea termografică a clădirii.

6.2.3. Concluziile asupra evaluării

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.

6.3. Indicatori de eficiență economică utilizați în auditul energetic și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse

Scopul principal al măsurilor de reabilitare / modernizare energetică a clădirilor existente îl constituie reducerea consumurilor de căldură pentru conditionarea spațiilor – încălzire/racire și pentru prepararea apei calde de consum 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 repartitie 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 locuință 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 clădirile cu consum scăzut de energie, de tip Nzeb, soluțiile tehnice recomandate vor face obiectul unei reglementări tehnice ulterioare.

6.3.1. 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 clădirii
- și
- intervenții asupra instalațiilor aferente clădirii.

6.3.1.1. Intervențiile asupra clădirii

Intervențiile asupra clădirii vizează reducerea necesarului propriu de căldură al clădirii, independent de comportamentul instalațiilor și al consumatorilor. În principiu, acestea sunt următoarele:

6.3.1.1.1. 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 perimetrale

6.3.1.1.2. Îmbunătățirea etanșeității la aer

Aceasta trebuie să privească atât reducerea sau chiar eliminarea infiltrațiilor parazite (roșturile 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 volumului 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

6.3.1.2. Intervențiile 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

6.3.1.2.1 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),
- adaptarea puterilor surselor de căldură în centrala termică,
- substituirea parțială sau totală a forme de energie,
- utilizarea de tehnici specifice (pompe de căldură cu compresie mecanică, cu absorbție, cazane cu condensare, instalație solară);

6.3.1.2.2 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 apă caldă (din punct de vedere termic - prin schimbarea aparatului sau ameliorarea locală a izolației, iar din punct de vedere hidraulic - prin ameliorarea distribuției debitelor).

6.3.1.2.3 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.

Dacă reabilitarea / modernizarea unei instalații de reglare nu a fost încă menționată este din cauză că ea poate interveni la toate nivelele (termostate de cameră, de preferință electronice, mai ales dacă echipază 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 5 sunt prezentate sintetic măsurile de reabilitare și modernizare energetică a blocurilor racordate la sisteme centralizate de furnizare a utilităților termice.

6.3.2. 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;
- ☑ 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 ventilare 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 ventilare, în limitele nivelelor de contaminare a aerului) și utilizarea acestuia 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 raționale, 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 instituții publice**

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:

- ☒ Reglajul local al energiei termice prin dotarea corpurilor de încălzire cu robinete termostactice;
- ☒ 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:

- ☑ Reglajul local al energiei termice prin dotarea corpurilor de încălzire cu robinete termostactice;
- ☑ 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.

6.3.3. 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;
- 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;
- dotarea coloanelor de încălzire cu vane de echilibrare automate (presiune diferențială constantă)
- 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 corectei echilibrări 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.

6.3.4. 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 periodică a coșurilor de fum, în special în cazul producerii căldurii prin utilizarea combustibililor solizi sau lichizi;
- 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 perimetrale și a unor trotuare cu pietris, coaja de copac, iedera;

6.4. Realizarea auditului energetic și raportul de audit energetic

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

Proiectarea pasiv solara 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);

tehnicele 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 gurilor 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 eficiența economică utilizați în auditul energetic și analiza eficienței economice a soluțiilor propuse

Obiective și domenii de aplicare

Acest capitol are la baza prevederile standardului FprEN 15459-1:2016 și oferă o metodă de calcul economic privind măsurile de reabilitare/modernizare implicate în performanța energetică a clădirilor și instalațiilor. Se aplică tuturor tipurilor de clădiri noi sau existente.

Principiile de bază și terminologia sunt explicate în standardul FprEN 15459-1:2016. Acest standard constituie revizuirea standardului EN 15459: 2007. Această revizuire a fost elaborată în conformitate cu reglementările UE privind nivelurile optime ale costurilor. Astfel, în conformitate cu respectarea normelor în acest capitol 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.

Normative și standarde conexe

PrEN ISO 52000 1: 2015, Performanța energetică a clădirilor - Evaluarea cadru PEB - Partea 1: Cadru general și procedurile de operare (ISO / DIS 52000-1: 2015).

EN ISO 7345: 1995, Izolarea termică - Marimi fizice și definiții (ISO 7345: 1987).

Definiții și Termeni

Definiții

Pentru utilizarea prezentului document se aplică termenii și definițiile din EN ISO 7345: 1995 și prEN ISO 52000-1: 2015 respectiv următoarele definiții:

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, dacă există.

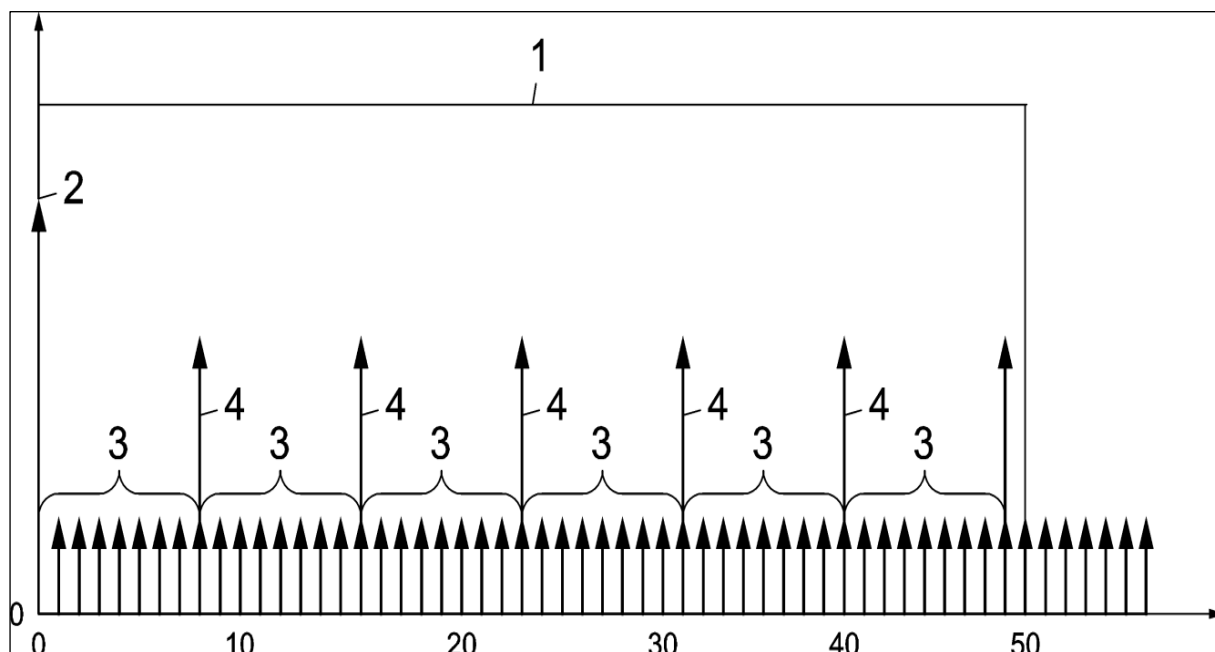
Figura 1 ilustrează modul în care se efectuează alegerea costurilor în perioada de calcul.

Pentru calculul la nivel macro-economic, este adăugată o categorie de costuri suplimentară respectiv costuri de emisii a gazelor cu efect de seră.

CO_{inv} Costul inițial al investiției

Cheltuielile efectuate până la livrarea 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.



Legenda

- 1 t_{TC} perioada calcul (de exemplu 50 de ani)
- 2 CO_{inv} cost de investiție
- 3 CO_{run} cost de exploatare
- 4 CO_{repl} cost de înlocuire

Figura 6. 1. Prezentarea componentelor costului global actualizat

CO_{run} Cost de operare, exploatare

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, ajustări, reparații ca parte a întreținerii preventive, 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.

 CO_{en} Costuri de energie

Costul energiei, inclusiv costurile fixe și taxele aplicabile.

În general, contractele pentru energia livrată sunt incluse în costurile energiei. Se consideră bună practică includerea costurilor externe, precum și calcularea costurilor în calculele economice și specificarea acestora.

 $CO_{per(i)}$ Costuri periodice pentru anul i

Investiții de înlocuire necesare ca urmare a îmbătrânirii (depășirii perioadei de viață); 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_{CO_2} 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 (EN 15978).

 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 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 reducere

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

Multipliatorul utilizat pentru a converti un flux de numerar angajat la un moment dat (în anul i) la valoarea sa echivalentă cu punctul de plecare. Se obține din rata de actualizare.

$LS_{(j)}$ durata de viață

Durata de viață economică preconizată a unei componente (sau a unui sistem), în general, indicată în ani

$LS_{e(j)}$ Ciclu de viață economică

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 bază pentru orice calcul și din care se determină perioada de calcul

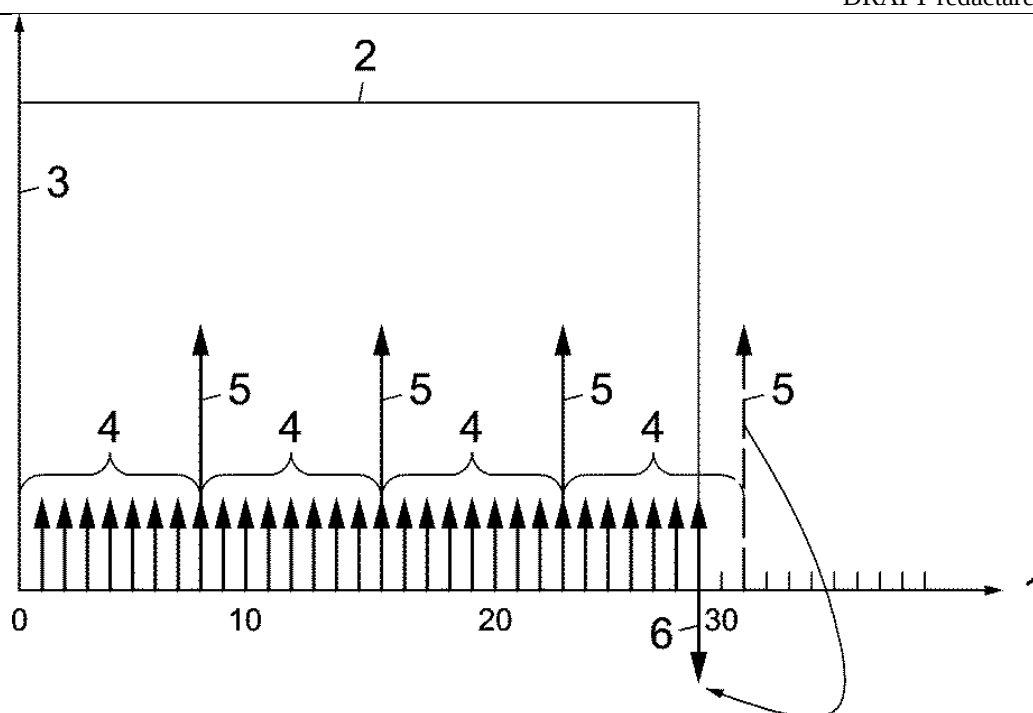
TC perioada de calcul

Perioada luată în considerare pentru calcul, exprimată în general în ani

VAL_{fin} valoare reziduală (finală)

Suma valorilor reziduale ale clădirii și ale componentelor clădirii la sfârșitul perioadei de calcul

Nota: Valoarea reziduală corespunde valorii componentei j la sfârșitul perioadei de calcul. Valoarea reziduală este comparată cu investiția inițială la momentul instalării (exemplu în figura 6.5.2).



Legenda

- 1 Temps (a)
- 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

Figura 6. 2. Prezenta valorii finale (reziduale)

PVAL_f factor de actualizare

Multiplicatorul utilizat pentru a ajusta costul în anul i până în primul an al calculului

GC_x cost global actualizat unitar

Costul obținut prin împărțirea costului total actualizat pe perioada de calcul și pe suprafața clădirii

Definiția zonei 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.

Simboluri și unități de măsură

În sensul prezentului document, se aplică simbolurile din prEN 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	€

<i>INT</i>	Rată a dobânzii	%
<i>LS</i>	Durată de viață, ciclu de viață sau durată de proiectare	An - a
<i>PB</i>	Perioadă de recuperare a banilor	An - a
<i>PVAL</i>	Valoare actuală	€
<i>t</i>	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 FprEN ISO 52000 1 și indicii specifici enumerați în Tabelul 6.2.

Tabel 6. 2. Indici

NIVEL 1		NIVEL 2	
Categororia 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
		nEPus	Servicii care nu tin de certificarea energetica
INIT	Initial(a)	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 caldă de consum
Run	Functionare	HU	Umidificare
Disp	Eliminare	EN	Energie
		W	Apa
En	Energie	WS	Deseuri
LC	Ciclu de viață		

Principiul metodei de calcul

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).

Descrierea generală a metodei

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 furnizate cu valoarea costului total actualizat sau cu alte unități adaptate, care reflectă efortul mediu anual pentru construirea și funcționarea clădirii pe parcursul perioadei de calcul (de exemplu, valoarea costului global este împărțit la suprafața în m^2 a clădirii și an).

Pasul de timp de calcul

Pasul de timp de calcul al metodei poate fi :

- lunar
- orar

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.

În general, valorile datelor de intrare care apar în timpul perioadei de timp de calcul sunt reportate la începutul pasului de timp de calcul fără nici o ajustare.

Datele de intrare

Scenarii si limite

Înainte de a introduce datele de intrare, trebuie descrise scenariile utilizate pentru gestionarea întreținerii, curățării, reparării, colectării deșeurilor și 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. Aceste limite sunt exprimate în termeni de timp (durată) și spațiu (bazându-se pe locația sa). Metoda de calcul se realizează în funcție de un punct de vedere 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 pentru sistemele de încălzire pot fi efectuate luând în considerare doar costurile pentru sistemul de încălzire 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 EN15459-1 :2016, 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 EN15459-1 :2016 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 (EN15459-1 :2016 Tabelul 7) sau ca procent din costurile de investiție (EN15459-1 :2016 Tabelul 8).

Pentru energie și apă, costurile consumului de energie în timpul fazei de construcție și în timpul construcției sunt separate (EN15459-1 :2016 Tabelul 9).

Organizarea diferitelor tipuri de costuri asociate exclusiv clădirii este prezentată în EN15459-1 :2016 Tabelul 10).

Mod de aplicare pe etape

Tipurile și valorile de date implicate sunt prezentate în EN15459-1 :2016 Anexele A și B.

ETAPA 1 - Date financiare

În aceasta etapă, sunt identificate datele financiare necesare pentru calcule.

Durata calculului:

- durata ipotecii subscrise;
- ciclul de viață economic;
- sau durata indicată de contractanți.

Rata inflației:

- estimat din datele economice disponibile ;
- doar pentru informare, deoarece toate ratele sunt rate reale minus rata inflației.

Factorul de reducere: este indicat 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);

- pot fi luate în considerare și alte surse, cum ar fi apa.

ETAPA 2 - Date de proiect

În această etapă, se identifică sistemele care trebuie luate în calcul în calculele economice și sunt furnizate datele de proiect necesare pentru calcul. Informațiile sunt obținute din proiectele tehnice sau de la contractori.

Aceste date sunt necesare pentru a identifica constrângerile care pot determina sau influența consumul de energie și alegerile unor soluții 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 ;
- zgomet

Totodată, mai sunt necesare date pentru a identifica constrângerile / oportunitățile privind sistemele de încălzire, ventilație și aer condiționat legate de energie (de exemplu, dar fără a se limita la acestea):

- orice combustibil interzis;
- orientarea clădirii;
- evacuarea produselor de ardere (posibile sau imposibile);
- alimentare cu apă caldă de consum (existente sau inexistente);
- orice dificultate în accesarea energiei pentru distribuția de combustibili;
- proximitatea la rețeaua de gaz;
- oportunități pentru sursele regenerabile de energie (de exemplu, colectoare solare, pile de combustie, ventilație naturală, pompă de căldură etc.);
- satisfacerea doleanțelor clientului.

ETAPA 3 - Componente și costuri de sistem (investiție, înlocuire)

Se colectează datele componentelor și ale sistemului (Anexa A din EN15459-1 :2016), precum și informațiile privind durata de viață, întreținerea și funcționarea.

Informativ, în Anexa D din EN15459-1 :2016 se redau durate de viață pentru diverse echipamente precum și costurile de mentenanță sau de eliminare (scoatere din uz).

EN15459-1 :2016 Anexa B furnizează valori implicite pentru componentele majore.

În această etapă se colectează datele privind :

- Costurile de investiții pentru achiziția, pregătirea, autorizarea pentru terenuri, racordare la utilități și lucrări de proiectare
- Costurile de investiții pentru sistemele asociate cu energia
- Costurile periodice de înlocuire
- Alte costuri anuale (exceptând pe cele cu energia)
- Asigurări, impozite

ETAPA 4 - Costul energiei (ca parte a costurilor anuale)

Contractele energetice au în general două părți:

- 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 condițiile de subscriere specifice rețelelor de încălzire.

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. Calculul valorii reziduale și calculul costului global actualizat.

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 convertite în costul global actualizat (adică, Anul 0) prin aplicarea factorului de discount corespunzător (sau a ratei de actualizare).

Factorul de discount (sau rata de actualizare) poate varia pentru diferite tipuri de costuri, datorită diferențelor în ratele de schimbare a prețurilor la energie, forță de muncă, componente etc.

Costul global actualizat este determinat prin însumarea costurilor globale actualizate ale costurilor inițiale de capital, 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 și valoarea reziduală pentru fiecare componentă j :

$$CG = CO_{INIT} + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{TC} (CO_{a(i)}(j) * (1 + RAT_{xx(i)}(j)) + CO_{CO2(i)}(j)) * D_{-f}(i) + CO_{fin(TLS)}(j) - VAL_{ft_{TC}}(j) \right] (\text{€}) \quad (6.)$$

1)

unde :

CG	Este costul total actualizat (comparativ cu primul an T_0);
CO_{INIT}	Costul inițial al investiției;
$CO_{a(i)}(j)$	Este costul anual al componentei sau serviciului j pentru anul i ;
$RAT_{xx}(j)$	Este schimbarea prețurilor pentru anul i al componentei sau serviciului j ;
$CO_{CO2(i)}(j)$	Este costul emisiilor de CO_2 pentru măsura j în anul i ;
$CO_{disp(TLS)}(j)$	Este costul final (dezafectare), dezafectare și eliminare (final) în ultimul an al ciclului de viață TLS al componentei j sau al clădirii (în raport cu primul an

	T0);
$VAL_{fin}(t_{TC})(j)$	Valoarea reziduală a componentei j în anul CT la sfârșitul perioadei de calcul (în raport cu primul an T0);
$D_f(i)$	Este factorul de reducere al anului 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 (ele) aleasă (ele) este comparată cu o referință.

Recuperarea se presupune a fi achiziționată atunci când costul total estimat al opțiunii este mai mic decât costul total actualizat al referinței pentru o perioadă de calcul identică. Pentru clădirile existente, referința poate fi starea actuală (nu se ia nicio masură). 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 cu reducere pentru fiecare an:

$$\sum_{t=1}^{TPB} CF_t \cdot \left(\frac{1}{1 + RAT_{disc}} \right)^t - CO_{INIT} + CO_{INITref} = 0 \quad (6.2)$$

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 suma este oprită atunci când expresia devine negativă sau egală cu 0);
RAT_{disc}	Factorul de reducere;
CO_{INIT}	Costul inițial al investiției;
$CO_{INIT,ref}$	Este costul inițial al investiției pentru cazul de referință (0 pentru opțiunea de a nu face nimic).

În cazul unui flux de numerar constant fără influență semnificativă a costurilor de înlocuire, perioada de recuperare a investiției cu discount poate fi calculată folosind formula :

$$PB = \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{(CO_{INIT} - CO_{INIT,ref}) \cdot RAT_{disc}}{CF}} \right) \cdot \frac{1}{\ln(1 + RAT_{disc})} \quad [ani] \quad (6.3)$$

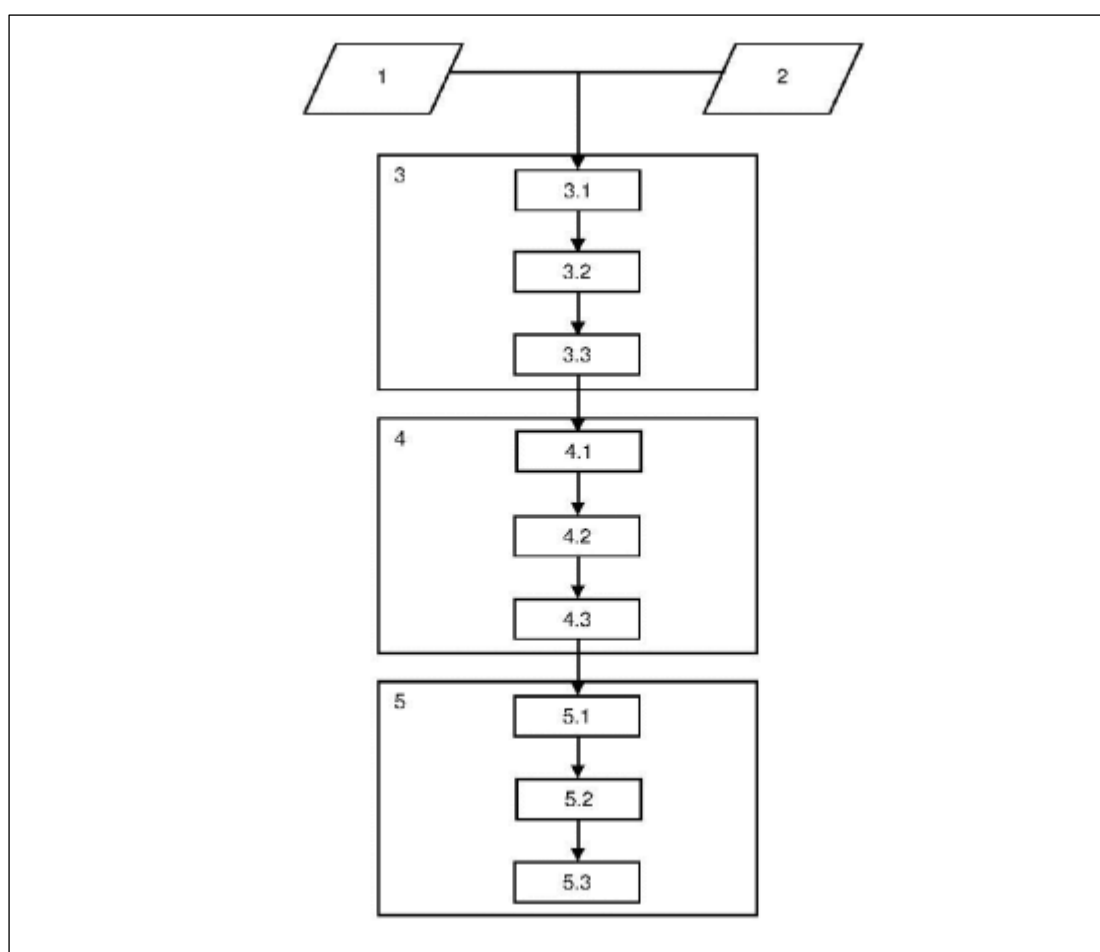
unde : CF este valoarea constantă a diferenței de costuri de operare între opțiune și cazul de referință pentru toți anii.

Cu pasul de timp de calcul de un an, perioada de recuperare a investiției cu discount ținând cont de valoarea în timp a monedei și costurile de înlocuire se poate obține din formula de calcul a perioadei de recuperare din investiția pentru anul în care Formula (4) dă o valoare pozitivă

$$PB = MIN \left(T / \sum_{t=1}^T CF_t \cdot \left(\frac{1}{1 + RAT_{disc}} \right)^t - CO_{INIT} + CO_{INITref} \geq 0 \right) \quad (6.5.4)$$

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.



Legenda

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 inglobate; 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

Figura 6. 3. Schema logica a etapelor pentru calculul costului global actualizat

6.6. Elaborarea Raportului 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 reprezintă 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 de audit energetic al unei clădiri trebuie să cuprindă următoarele elemente:

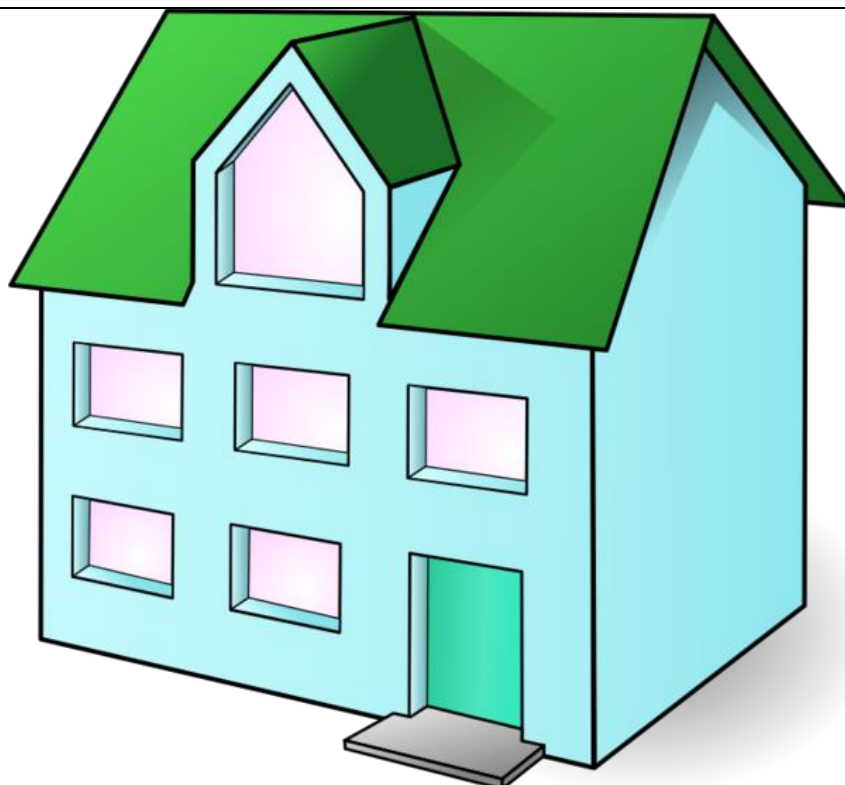
- Date de identificare a clădirii supuse auditului energetic și a proprietarului / administratorului acesteia.
 - Numele și prenumele proprietarului (în cazul unui singur proprietar) sau denumirea asociației de proprietari (în cazul mai multor proprietari) și numele administratorului clădirii;
 - Adresa clădirii: stradă, număr, oraș și județ / sector, cod poștal;
 - Numărul de telefon al proprietarului sau al administratorului clădirii (responsabil).
- Date de identificare a auditorului energetic pentru clădiri sau a biroului de consultanță energetică care a efectuat analiza termică și energetică și auditul energetic al clădirii.
 - Numele auditorului energetic pentru clădiri, adresă, nr. telefon, nr. certificat de atestare,
 - Data efectuării analizei termice și energetice,
 - Nr. dosarului de audit energetic,
 - Data efectuării raportului de audit energetic,
- Prezentarea 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.
- Prezentarea detaliată a pachetelor de măsuri tehnice propuse pentru modernizarea energetică a clădirii – sub forma unui dosar tehnic de audit energetic al clădirii.
 - Sinteza raportului de analiză termică și 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 (completată în forma data în Anexa 6.1) ;
 - 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.

ANEXA 6.1.

FIȘA DE ANALIZĂ TERMICĂ ȘI 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, detalieri, descrieri succinte
☐ locuința unifamilială	☐	
☐ clădire de locuit cu mai multe apartamente	☐	
☐ clădire de birouri	☐	
☐ clădire de învățământ (creșe, grădinițe, școli, licee, universități,)	☐	
☐ clădire pentru sănătate (spital, policlinica etc.)	☐	
☐ clădire pentru sport (sala de sport, bazine înot etc.)	☐	
☐ clădire pentru servicii de comerț (magazine, spații comerciale, sedii de bănci, sedii de firme etc.)	☐	
☐ clădire social-culturale (teatre, cinema, muzeu etc.)	☐	
☐ clădire de turism (hotel, restaurant, pensiune etc.)	☐	

☐ clădire administrativă (autorități locale, sedii instituții etc.)	☐	
☐ cămine, internate	☐	
☐ clădire industrială cu regim normal de exploatare	☐	
☐ alte destinații	☐	
☐ clădire NZEB	☐	
Tipul clădirii		
☐ individuală	☐	
☐ duplex	☐	
☐ bloc	☐	
☐ înșiruită	☐	
☐ tronson de bloc	☐	
☐ alt tip	☐	
Zona climatică în care este amplasată clădirea:	I	II
	☐	☐
Gradul de expunere la vânt:	III	IV
	☐	☐
☐ adăpostită	☐	
☐ moderat adăpostită	☐	
☐ liber expusă (neadăpostită)	☐	
Regimul de înălțime al clădirii (Demisol, Subsol, Parter, Etaj, Mansarda:	D	S
<i>(se completează numărul acestora)</i>	☐	☐
Anul construcției <i>(se menționează eventual anul unei reabilitări anterioare analizei):</i>	P	E
	☐	☐
Structura constructivă:	M	
☐ pereți structurali din zidărie	☐	
☐ pereți structurali din beton armat	☐	
☐ cadre din beton armat	☐	
☐ stâlpi și grinzi	☐	
☐ structura de lemn	☐	
☐ structura metalică	☐	
Existența documentației construcției și instalației aferente acesteia:		
☐ partiu de arhitectură pentru fiecare tip de nivel reprezentativ	☐	
☐ secțiuni reprezentative ale construcției ,	☐	
☐ detalii de construcție,	☐	
☐ planuri pentru instalația de încălzire interioară, schema coloanelor	☐	
☐ planuri pentru instalațiile sanitare (preparare apă caldă, recirculare etc.)	☐	
☐ planuri pentru instalația de ventilare/climatizare/condiționare	☐	
☐ planuri pentru instalațiile de iluminat	☐	
☐ planuri pentru instalațiile din surse regenerabile	☐	

Starea subsolului tehnic al clădirii:		
☐ Uscat și cu posibilitate de acces la instalația comună	☐	
☐ Uscat, dar fără posibilitate de acces la instalația comună,	☐	
☐ Subsol inundat / inundabil (posibilitatea de refulare a apei din canalizarea exterioară)	☐	

B. CARACTERISTICI ALE SPAȚIULUI LOCUIT / ÎNCĂLZIT:

Caracteristici ale spațiului locuit / încălzit	Valoare numerica	Observatii
☐ Aria construita [m ²]:		
☐ Aria construita desfășurata[m ²]:		
☐ Aria utilă a pardoselii spațiului încălzit [m ²]:		
☐ Volumul spațiului încălzit [m ³]:		
☐ Aria utilă a pardoselii spațiului răcit [m ²]-dupa caz:		
☐ Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]:		
☐ Gradul de ocupare al spațiului încălzit [nr. de ore de funcționare a instalației de încălzire]:		
☐ Raportul dintre aria fațadei cu balcoane închise și aria totală a fațadei prevăzută cu balcoane / logii:		
☐ Adâncimea medie a pânzei freatice [m]:		
☐ Înălțimea medie a subsolului față de cota terenului sistematizat [m]:		
☐ 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
☐ bună	☐	
☐ pete condens	☐	
☐ igrasie	☐	
Starea finisajelor		
☐ bună	☐	
☐ tencuială căzută parțial	☐	
☐ tencuială căzută total	☐	
Tipul și culoarea materialelor de finisaj:		
☐ tip		
☐ culoare		

Rosturi despărțitoare pentru tronsoane ale clădirii:		
☐ deschise	☐	
☐ închise	☐	
☐ nu este cazul	☐	

☒ **Pereți către spații anexe (casa scărilor, ghene etc.):**

P	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
☐	Arie totală a pereților către casa scărilor		-	-
☐	Arie totală către ghene		-	-
Calcul volum		Volum [m³]		
☐	Volumul de aer din casa scărilor		-	-

☒ **Planșeu peste subsol:**

PSb	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
☐	Aria totală a planșeului peste subsol		-	-
Calcul volum		Volum [m³]		
☐	Volumul de aer din subsol		-	-

☒ **Terasă / acoperiș:**

Tip terasa/acoperiș:		Observatii
☐ circulabilă	☐	
☐ necirculabilă	☐	
☐ acoperiș tip șarpanta	☐	
Starea terasei/acoperișului		
☐ bună	☐	
☐ uscată	☐	
☐ deteriorată	☐	
☐ umeda	☐	
☐ acoperiș spart, neetans la ploaie, zapada	☐	
Ultima reparație a terasei/acoperișului		
☐ în urma cu mai puțin de un an	☐	
☐ 1-2 ani	☐	
☐ 2-5 ani	☐	
☐ mai mult de 5 ani	☐	

Materiale finisaj:		
Alte mentiuni importante:		

TE	Descriere	Arie [m²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
☐ Aria totală a terasei			-	-

☒ **Planșeu sub pod:**

PP	Descriere	Arie [m²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
☐ Aria totală a planșeului sub pod			-	-

☒ **Ferestre / uși exterioare:**

Starea tamplăriei		Observatii
☐ bună	☐	
☐ evident neetansa	☐	
☐ fără măsuri de etanșare	☐	
☐ măsuri speciale de etanșare	☐	
☐ alte masuri speciale	☐	
Tip de elemente de umbrire a partii vitrate		
☐ la interior	☐	
☐ la exterior	☐	
☐ între geamuri	☐	
☐ alt sistem	☐	

FE / UE	Descriere	Arie [m²]	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 [m²]	Straturi componente (i → e)	
			Material	Grosime [m]
P CS-Sb				

☒ **Elementele de construcție mobile din spațiile comune:**

Ușa de intrare în clădire:		Observatii
☐ Ușa este prevăzută cu sistem automat de închidere și sistem de siguranță (interfon, cheie)	☐	
☐ Ușa nu este prevăzută cu sistem automat de închidere, dar stă închisă în perioada de neutilizare	☐	
☐ Ușa nu este prevăzută cu sistem automat de închidere și este lăsată frecvent deschisă în perioada de neutilizare	☐	
☐ Alte situatii	☐	
Ferestre de pe casa scărilor-starea geamurilor, a tâmplăriei și gradul de etanșare:		Observatii
☐ Ferestre / uși în stare bună și prevăzute cu garnituri de etanșare	☐	
☐ Ferestre / uși în stare bună, dar neetanșe	☐	
☐ Ferestre / uși în stare proastă, lipsă sau sparte	☐	
☐ Alte situatii	☐	

A. INSTALAȚIA DE ÎNCĂLZIRE INTERIOARĂ:

Necesarul de căldură de calcul [W]:		
Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor		Observatii
☐ Sursă proprie	☐	
○ Utilizand combustibil gazos	☐	
○ Utilizand combustibil lichid usor	☐	
○ Utilizand combustibil solid	☐	
○ Încălzire electrica	☐	
☐ Sursă mixta	☐	
☐ Centrala termică de cartier	☐	
☐ Centralizat – punct termic central	☐	
☐ Centralizat – punct termic local (modul)	☐	
○ Exista apartamente debranșate in condominiu	☐	
○ Nu sunt apartamente debranșate in condominiu	☐	
☐ Alt tip de sursa (ex. instalație hibrida cuplata cu sursa regenerabila)	☐	
Tipul sursei de incalzire		
☐ Încălzire locală cu sobe	☐	
☐ Încălzire cu corpuri statice	☐	
☐ Încălzire centrală cu aer cald	☐	
☐ Încălzire centrală cu planșee încălzitoare	☐	
☐ Încălzire electrica	☐	
☐ Alt sistem de încălzire:	☐	
☐ 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:		Observatii
---	--	------------

☐ Coșurile au fost curățate cel puțin o dată în ultimii doi ani	☐	
☐ Coșurile nu au mai fost curățate de cel puțin doi ani,	☐	
☐ Alte situații	☐	

Nr. crt.	Tipul sobei	Combustibil	Data instalării	Element reglaj ardere	Element închidere tiraj	Data ultimei curățări/intervenții

☒ Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip distribuție a agentului termic de încălzire:		Observatii
☐ inferioară	☐	
☐ superioară	☐	
☐ mixtă	☐	
Racord la sursa centralizată cu căldură:		
☐ racord unic	☐	
☐ multiplu	☐	
☐ cate puncte de racord [nr.]		
☐ diametru nominal [mm]:		
☐ disponibil de presiune (nominal) [mmCA]:		
Contor de energie termica		
☐ exista, dar nu are viza metrologica	☐	
☐ exista, dar are viza metrologica	☐	
☐ nu exista	☐	
☐ este defect	☐	
☐ anul instalării		
Elemente de reglaj termic și hidraulic		
☐ pe racordul instalatiei	☐	
☐ pe rețeaua de distribuție	☐	
☐ pe coloane	☐	
☐ la nivelul corpurilor statice	☐	
○ Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj și acestea sunt funcționale	☐	
○ Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj, dar cel puțin un sfert dintre acestea nu sunt funcționale	☐	
○ Corpurile statice nu sunt dotate cu armături de reglaj sau cel puțin jumătate dintre armăturile de reglaj existente nu sunt funcționale	☐	
Rețeaua de distribuție amplasată în spații neîncălzite:		
☐ Lungime [m]:		

☐ Diametru nominal [mm, țoli]:		
☐ Termoizolație:		
☐ Exista izolatia si este in stare buna	☐	
☐ Exista izolatia si este uscata dar tasata	☐	
☐ Exista izolatia dar este umeda	☐	
☐ Izolatia este deteriorata	☐	
☐ Nu exista termoizolatia	☐	
Starea instalației de încălzire interioară din punct de vedere al depunerilor		
☐ Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate după ultimul sezon de încălzire	☐	
☐ Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate înainte de ultimul sezon de încălzire, dar nu mai devreme de trei ani	☐	
☐ Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate cu mai mult de trei ani în urmă	☐	
Armăturile de separare și golire a coloanelor de încălzire:		
☐ Coloanele de încălzire sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora, funcționale	☐	
☐ Coloanele de încălzire nu sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora sau nu sunt funcționale	☐	
Vasele/armăturile de aerisire a instalației de încălzire:		
☐ Exista vase de aerisire	☐	
☐ Exista robinete manuale de aerisire	☐	
☐ Exista robinete automate de aerisire si sunt functionale	☐	
☐ Exista robinete automate de aerisire dar nu sunt functionale	☐	
☐ Alte mentiuni		
Exista repartitoare montate pe corpurile de incalzire		
☐ Da	☐	
☐ Nu	☐	

	6.5.3.1.			6.5.3.2.		
	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		
☐ Putere termică nominală [W]:		
☐ Randament de catalog:		
☐ Anul instalării:		
☐ Are documente ISCIR : DA/NU		
☐ Sistemul de reglare / automatizare și echipamente de reglare:		
☐ Stare (arzător, conducte / armături, manta):		
☐ Exista facturi pentru încălzire pe ultimii 5 ani care pot fi consultate	DA ☐	NU ☐
☐ Alte mentiuni		

B. DATE PRIVIND INSTALAȚIA DE APĂ CALDĂ DE CONSUM:

Sursa de energie pentru prepararea apei calde spațiilor		Observatii
☐ Sursă proprie	☐	
o Utilizand combustibil gazos	☐	
o Utilizand combustibil lichid usor	☐	
o Utilizand combustibil solid	☐	
o Utilizand energie regenerabila (solar etc.)	☐	
o Încălzire electrica a apei calde de consum	☐	
☐ Sursă mixta	☐	
☐ Centrala termică de cartier	☐	
☐ Centralizat – punct termic central	☐	
☐ Centralizat – punct termic local (modul)	☐	
☐ Alt tip de sursa	☐	
Tipul sistemului de preparare a apei calde		
☐ Din sursă centralizată,	☐	
☐ Centrală termică proprie,	☐	
☐ Boiler cu acumulare,	☐	
☐ Preparare locală cu aparate de tip instant	☐	
☐ Încălzire electrica, boiler electric	☐	
☐ Alt sistem de preparare a apei calde de consum: ..	☐	
Puncte de consum apa rece / apa calda:		
☐ 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.]		
Starea armaturilor		
☐ Buna	☐	
☐ Exista pierderi mici de fluid	☐	
☐ Precara, cu pierderi mari	☐	
Racord la sursa centralizată cu căldură:		
☐ racord unic	☐	
☐ multiplu: [nr.]	☐	
☐ diametru nominal [mm]:		
☐ presiune necesară (nominal) [mmCA]:		
Conducta de recirculare		
☐ funcțională	☐	
☐ nu funcționează	☐	
☐ nu exista	☐	
Debitmetre la nivelul punctelor de consum		
☐ exista	☐	
☐ nu exista	☐	
☐ partial	☐	
Contor general de energie termica		
☐ exista, dar nu are viza metrologica	☐	
☐ exista, si are viza metrologica	☐	
☐ nu exista	☐	
☐ este defect	☐	
☐ anul instalării		
☐ tipul de contor		

INFORMATII SUPLIMENTARE		
☐ accesibilitate la racordul de apă caldă din subsolul tehnic	DA ☐	NU ☐
☐ programul de livrare a apei calde de consum: [nr. h/24 h]		
☐ Exista facturi pentru apa caldă de consum pe ultimii 5 ani care pot fi consultate	DA ☐	NU ☐
☐ 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:		
☐ Lungime [m]:		
☐ Termoizolație:		
☐ Exista izolatie si este in stare buna	☐	
☐ Exista izolatie dar este umeda	☐	
☐ Izolatie este deteriorata	☐	

o Nu exista termoizolatie	☐	
☐ numărul de persoane mediu pe durata unui an (pentru perioada pentru care se cunosc consumurile facturate):		
☐ Alte mentiuni (de ex. daca s-a intevenit de-a lungul timpului asupra instalatiilor – se descriu succint interventiile si modificarile)		

C. DATE PRIVIND INSTALAȚIA DE VENTILARE/CLIMATIZARE

☒ Date privind instalația de climatizare

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 [m ² /pers]		
Volumul clădirii/zonă climatizate [m ³]		
Tip spații anexe vecine neclimatizate		
☐ Subsoluri	☐	
☐ Poduri	☐	
☐ Casa scării	☐	
☐ Grupuri sanitare	☐	
☐ Altele	☐	
Spații climatizate cu destinații speciale		
☐ Camere curate	☐	
☐ Bucătărie mare	☐	
☐ Piscină	☐	
☐ Sala servere	☐	
☐ Altele	☐	
Tipul sistemului		
☐ Numai aer	☐	
☐ Aer-apă	☐	
☐ Detentă directă	☐	
☐ Instalație de răcire prin radiație (plafon, pardoseală, pereți)	☐	
☐ Alt sistem – se descrie succint in rubrica observatii	☐	
Dispozitive terminale		
☐ Guri de introducere a aerului în încăperi	☐	
☐ Ventiloconvectoare	☐	
☐ Ejectoconvectoare	☐	
☐ Grinzi de răcire	☐	
☐ Unități interioare de tip Split	☐	
Tip distribuție agent termic		
☐ Conducte de aer	☐	
☐ Conducte de apă caldă	☐	
☐ Conducte de apă răcită	☐	

☐ Conducte de agent frigorific	☐	
☐ Alte tipuri	☐	
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	☐	
☐ Pompă de căldură sol-aer	☐	
☐ Instalație frigorifică cu absorbție	☐	
☐ Instalație frigorifică cu compresie mecanică	☐	
☐ Instalație monobloc	☐	
☐ Instalație SPLIT	☐	
☐ Altele (Ex. Dessicant cooling)	☐	
☐ Alte tipuri	☐	
Tip de agent frigorific		
☐ ecologic	☐	
☐ neecologic	☐	
☐ alte mentiuni		
Tip de recuperare a căldurii		
☐ Recircularea aerului	☐	
☐ Recuperator de căldură sensibilă	☐	
☐ Recuperator de căldură latentă	☐	
☐ Recuperarea căldurii din agentul frigorific	☐	
Tip alimentare cu energie		
☐ Alimentare cu energie electrică	☐	
☐ Alimentare cu gaze naturale	☐	
☐ Alimentare cu energie termică	☐	
☐ Alimentare cu energie solară	☐	
☐ Altele	☐	
Starea canalelor de aer din punct de vedere al rezistenței la coroziune		
☐ Buna	☐	
☐ Satisfacatoare	☐	
☐ Precara	☐	
Starea canalelor de aer din punct de vedere al etanșității		
☐ Etanse	☐	
☐ Neetanșe	☐	
Starea termoizolației conductelor de aer		
☐ Buna	☐	
☐ Satisfacatoare	☐	
☐ Precara	☐	

Pierderi de agent frigorific		
☐ Exista pierderi de agent frigorific	☐	
☐ Nu exista pierderi de agent frigorific	☐	
ALTE INFORMATII SUPLIMENTARE		
☐		

☑Date privind instalația de ventilare

Tip ventilare		
☐ naturala	☐	
☐ mecanica	☐	
☐ hibrida (naturala +mecanica)	☐	
☐ Alte mentiuni		
☐ Ventilatoarele au turatie variabila?	DA ☐	NU ☐

D. DATE PRIVIND INSTALAȚIA DE ILUMINAT

Puterea instalației de iluminat [kW]		
Sistem de iluminat		
☐ General uniform distribuit	☐	
☐ Localizat sau zonat	☐	
☐ Combinat	☐	
Tipul corpurilor de iluminat		
☐ Cu incandescenta	☐	
☐ Fluorescente	☐	
☐ Combinat	☐	
☐ Alte tipuri (LED etc.)		
Controlul sistemului de iluminat		
☐ Fara detectare automata a prezentei utilizatorilor	☐	
☐ Cu detectare automata a prezentei utilizatorilor	☐	
☐ Actionare sectorizata a corpurilor de iluminat	☐	
☐ Reglare automata a fluxului luminos		
☐ Alte mentiuni	☐	
Starea corpurilor de iluminat		
☐ Foarte buna	☐	
☐ Buna	☐	
☐ Precara	☐	
Starea conductoarelor de energie electrica		
☐ Foarte buna	☐	
☐ Buna	☐	
☐ Precara	☐	

**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 scărilor	Reducerea n_a între spațiul casei scărilor și mediul exterior, respectiv creșterea temperaturii casei scărilor
Asigurarea etanșării ușilor de la ghelele de gunoi din cadrul casei scărilor	
Asigurarea închiderii etanșe a ușilor de intrare în bloc, inclusiv a sasului protector	
Etanșarea ușilor apartamentelor corespondente cu spațiul casei scărilor	Reducerea infiltrațiilor parazite între casa scărilor 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 corectei ventilări a bucătărilor 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 scărilor	Creșterea temperaturii casei scărilor
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 instalației cu contor de căldură general	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 ²⁾

Tabel 6. 7. 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)
Montarea debitmetrului pe bransamentul de alimentare cu apă caldă din subsolul tehnic	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 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

²⁾ **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.

soluții considerat și nu individual (efectele fiecărei măsuri în parte asupra reducerii consumului de căldură al clădirii nu se însumează).

**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 corecteii 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	

Dotarea sobelor cu element de obturare a coșului de fum pe durata nefuncționării sobei	producere a căldurii	
--	----------------------	--

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 ³⁾	
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
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).

³⁾ **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.

ANEXE

A. Procedura de validare a programelor de calculator utilizabile pentru calculul performanței energetice

ANEXA A – SCHEMA DE CALCUL

$P_{th;gen;out} = \min (P_{th;chp_100+sup_100} ; (Q_{CHW;gen;out} / t))$	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
$\eta_{el;cg} = (P_{el;gen;out} - P_{aux}) * t / E_{gen;in}$	25
$\eta_{th;cg} = P_{th;gen;out} * t / E_{gen;in}$	26
$t_{cg} = \min (1; (Q_{CHW;gen;out} / (P_{th;chp_100+sup_100} * t)))$	27
$\varepsilon_{cg} = E_{gen;in} / (Q_{CHW;gen;out} + E_{el;gen;out} - W_{gen;aux})$	28
$\phi_{cg} = (E_{el;gen;out} - W_{gen;aux}) / E_{gen;in}$	29

B. Breviar de calcul pentru certificare energetică (exemple)

ANEXA B Tabelul B.1 — Date de intrare

	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	-
$P_{ls;sb}$	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

ANEXA B 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> $P_{th;chp_100+sup_0} \leq P_{th;gen;out} \leq P_{th;chp_100+sup_100}$ $P_{el;gen;out} = P_{el;out;chp_100+sup_0} + (P_{el;out;chp_100+sup_100} - P_{el;out;chp_100+sup_0}) * ((P_{th;gen;out} - P_{th;chp_100+sup_0}) / (P_{th;chp_100+sup_100} - P_{th;chp_100+sup_0}))$	3	$P_{el;gen;out}$	10,000	kW
$E_{el;gen;out} = P_{el;gen;out} * t$	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

$((P_{th;gen;out} - P_{th;sb}) / (P_{th;chp_100+sup_0} - P_{th;sb}))$				
<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 $Q_{gen;ls;rb;CHW} = P_{ls;sb} * t$	16	$Q_{gen;ls;rb;CHW}$	0,700	kWh
Dacă CGN_LOC < > INT $Q_{gen;ls;rb;CHW} = 0$	17	$Q_{gen;ls;rb;CHW}$		
$P_{gen;in} = P_{th;gen;out} + P_{el;gen;out} + P_{gen;ls}$	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
$\eta_{el;cg} = (P_{el;gen;out}) * t / E_{gen;in}$	25	$\eta_{el;cg}$	0,114	-
$\eta_{th;cg} = P_{th;gen;out} * t / E_{gen;in}$	26	$\eta_{th;cg}$	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	-

C. Breviar de calcul pentru certificare energetică (exemple)

ANEXA C Exemplu de catalog de date

Randamentele orientative și datele aferente pentru instalațiile de cogenerare integrate în clădiri sunt prezentate în tabelul C.1 — Randamentul orientativ pentru diferite tehnologii ale instalațiilor de cogenerare integrate în clădiri (bazate pe valoarea calorică inferioară a combustibilului)⁴

	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)	-					
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 _{th,sb} pierderi termice în modul în așteptare	kW					
P _{pilot} puterea permanentă a arzătorului de aprindere	kW [Hs]					

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 stadiu de dezvoltare sau demonstrație.

ANEXA C

Date de intrare

Clădire / Zona ventilată	Tip Sistem ventilare	Spații încălzite	Temperatura interioară de referință	Rota minimă de aer proaspăt	Temperatura exterioară medie anuală	Temperatura exterioară convențională de calcul	Adâncimea panzei de apă freatică	Temperatura minimă din spațiile neocupate	Produsul densității așezării aer	Sistem de încălzire suplimentar	Transmitanța					
BE/z	-	I	$\theta_{int,i}$	$n_{min,i}$	θ_{ext}	θ_{ext}	z	$\theta_{ext,min}$	$\rho \cdot c \cdot w$	-	Pereti exteriori	Pereti interiori	Planșeu la parter inferioară	Acoperiș/terasa	Tamplarie	Purti termice
-	-	-	°C	1/h	-	°C	m	°C	Wh/m³K	-	W/m²K	-	U	-	-	ΔU_{TB}
BE1	Ventilare naturală, clădire etanșă	BE1 Camera 1 BE1 Camera 2	18 20	0,5 0,5	10	-12	> 1	10	0,34	none	0,3	1,2	0,7	0,4	1,3	0,05
BE2	Ventilare naturală, clădire etanșă	BE2 Camera 1 BE2 Camera 2	20 18	0,5 0,5												

Rezultate

Transmisie																														
Cădire	Spații încălzite	Temperatura interioară de referință	Element de înveliș	Spații adiacente	Index	Alte	Transmisia	Purti termice	Temperatura spațiilor adiacente	Expozare periphery (faça)	Adâncime sub cota CTS	Geometria parametru înclinat	Influența panzei de apă freatică și a temperaturii anuale	Unidirecțional: planșeu, pereți, acoperiș	Factor de corecție al temperaturii	Coefficient de transfer termic direct sau indirect între clădire și mediul exterior	H_{ue}	$H_{ue} \cdot \theta_{ext}$	H_{ju}	$H_{ju} \cdot \theta_{ext}$	θ_{ext}	$H_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	Pierdere de căldură - flux		
BE/z	I	$\theta_{int,i}$	k	-	-	A _k	U _k	ΔU_{TB}	θ_{ext}	P	z	B ¹	L _{GW,k} * T _{l,8mm}	U _{equiv,k}	T _{l,8mm}	H _{ue}	H _{ue} * θ_{ext}	H _{ju}	H _{ju} * θ_{ext}	θ_{ext}	H _{T,ix}	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$	$\Phi_{T,ix}$		
BE1	BE1 Camera 1	18	Planșeu	Sol	ig	28	0,7	0,05	10,0	-	-	-	5,09	1,45	0,32	0,27	4,02	-	-	-	-	4,02	120,73	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 1	18	Terasă/acoperiș	Spațiu neîncălzit	iae	28	0,4	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,70	8,82	-	-	-	-	8,82	254,60	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 1	18	Pereți ext N	Exterior	ie	19,6	0,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	6,86	-	-	-	-	6,86	205,80	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 1	18	Pereți int S 1	BE1 Camera 2	iae	14	1,2	0,05	20,0	-	-	-	-	-	-	-0,07	-	-	-	-	-	-1,17	-35,00	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 1	18	Pereți int 2	Neîncălzit	iae	5,6	0,7	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,40	1,68	-	-	-	-	1,68	50,40	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 1	18	Pereți int E	BE2 Camera 1	iae	11,2	0,7	0,05	10,0	-	-	-	-	-	-	0,27	-	-	-	-	-	2,24	67,20	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 1	18	Pereți ext V	Exterior	ie	8,8	0,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	3,08	-	-	-	-	3,08	92,40	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 1	18	Pereți ext V	Exterior	ie	2,4	1,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	3,24	-	-	-	-	3,24	97,20	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 2	20	Planșeu	Sol	ig	25	0,7	0,05	10,0	-	-	-	5,00	1,45	0,32	0,31	4,23	64,19	-770,28	-	6,40	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE1	BE1 Camera 2	20	Terasă/acoperiș	Spațiu neîncălzit	iae	25	0,4	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,70	7,88	-	-	-	-	7,88	252,00	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 2	20	Pereți int N	BE1 Camera 1	iae	14	1,2	0,05	18,0	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	1,09	35,00	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 2	20	Pereți ext S	Exterior	ie	6,02	0,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	2,11	-	-	-	-	2,11	67,42	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 2	20	Tamplarie ext S	Exterior	ie	7,98	1,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	10,77	-	-	-	-	10,77	344,74	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 2	20	Pereți int E	Neîncălzit	iae	14	0,7	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,40	4,20	-	-	-	-	4,20	134,40	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 2	20	Pereți ext W	Exterior	ie	11,6	0,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	4,06	-	-	-	-	4,06	129,92	-	-	-	-	-	-	-
BE1	BE1 Camera 2	20	Tamplarie ext V	Exterior	ie	2,4	1,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	3,24	-	-	-	-	3,24	103,68	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 1	20	Planșeu	Sol	ig	24	0,7	0,05	10,0	-	-	-	4,80	1,45	0,33	0,31	4,10	-	-	-	-	4,10	131,32	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 1	20	Terasă/acoperiș	Spațiu neîncălzit	iae	24	0,4	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,70	7,56	-	-	-	-	7,56	241,92	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 1	20	Pereți int N	Exterior	ie	14	0,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	4,90	-	-	-	-	4,90	156,80	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 1	20	Pereți int S	BE2 Camera 2	iae	14	1,2	0,05	18,0	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	1,09	35,00	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 1	20	Pereți ext E	Exterior	ie	8,8	0,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	3,08	-	-	-	-	3,08	98,88	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 1	20	Tamplarie ext E	Exterior	ie	2,4	1,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	3,24	-	-	-	-	3,24	103,68	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 1	20	Pereți int V	BE1 Camera 1	iae	11,2	0,7	0,05	10,0	-	-	-	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	2,63	84,00	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Planșeu	Sol	ig	21	0,7	0,05	10,0	-	-	-	12,00	1,45	0,23	0,27	2,29	44,54	-534,42	-	8,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Terasă/acoperiș	Spațiu neîncălzit	iae	21	0,4	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,70	6,62	-	-	-	-	6,62	198,45	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Pereți int N	BE2 Camera 1	iae	18,8	1,2	0,05	20,0	-	-	-	-	-	-	-0,07	-	-	-	-	-	-1,40	-42,00	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Pereți int S	Neîncălzit	iae	11,25	0,7	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,40	3,38	-	-	-	-	3,38	101,25	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Tamplarie int S 1	Spațiu neîncălzit	iae	3,15	1,3	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,40	1,70	-	-	-	-	1,70	51,03	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Tamplarie int S 2	Spațiu neîncălzit	iae	2,4	1,3	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,40	1,30	-	-	-	-	1,30	38,88	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Pereți ext E	Exterior	ie	9,8	0,3	0,05	-12,0	-	-	-	-	-	-	1,00	3,43	-	-	-	-	3,43	102,90	-	-	-	-	-	-	-
BE2	BE2 Camera 2	18	Pereți int V	Spațiu neîncălzit	iae	9,8	0,7	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,40	2,94	-	-	-	-	2,94	88,20	-	-	-	-	-	-	-

Ventilare										Total				
Zona ventilata	Tip Sistem ventilare	Spatiu incalzit	Temperatura interioara de referinta	Rata minima de aer proaspat	Volum interior al zonei i i	Debit orar minim de aer proaspat al zonei i i	Pierderi de caldura aferente debitului de aer proaspat al zonei i - flux			Zona ventilata	Spatiu incalzit	Pierderi de caldura - flux		
z	-	i	$\theta_{int,i}$	$n_{min,i}$	V_i	$q_{v,min,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_{v,z}$	$\Phi_{v,build}$	z	i	$\Phi_{HL,i}$	$\Phi_{HL,BE}$	$\Phi_{HL,build}$
-	-	-	°C	1/h	m ³	m ³ /h	W	W	W	-	-	W		
BE1	Ventilare naturala, cladire etansa	BE1 camera1	18	0,5	60,5	30,2	308	301	552	BE1	BE1 camera1	1172	2366	3933
		BE1 camera2	20	0,5	53,8	26,9	293				BE1 Camera2	1495		
BE2	Ventilare naturala, cladire etansa	BE2 camera1	20	0,5	51,2	25,6	279	252		BE2	BE2 camera1	1130	1717	
		BE2 camera2	18	0,5	44,0	22,0	224				BE2 Camera2	832		

D. Breviar de calcul pentru auditare energetică (exemple)

E. Anexa recapitulativă

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.

F. Parametrii climatici pentru România

Preluat integral conform Mc001/6 din 2013.

G. Bibliografie

Include: reglementările tehnice naționale în vigoare privind clădirile și instalațiile din clădiri, între care C 107-20005 cu modificările și completările ulterioare, SC 007-2013, GP 123-2013, GEx 009-2013, GEx 010-2013, GEx 011-2015, GEx 012-2015 și Gex 013-2015; noua generație de standarde europene elaborate în aplicarea Directivei 2010/31/UE privind creșterea performanței energetice a clădirilor], inclusiv a sistemelor tehnice ale acestora; standardele române privind instalațiile din clădiri, între care standardul SR 4839 și cele din seriile SR 1907 și 6648; standardele europene armonizate pentru produse de construcții, dacă este cazul; documente normative internaționale, europene și naționale în domeniu. Se va realiza actualizarea listelor de reglementări tehnice naționale și a altor documente normative/acte legislative de referință (se va menționa titlul complet, indicativul/numărul fiecărui document, publicația); Se va face recomandarea de modificare/completare a legislației/ reglementărilor tehnice în vigoare privind creșterea performanței energetice a clădirilor.