

ANALIZA STANDARDELOR EUROPENE DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR PRIVIND SISTEMELE DE VENTILARE ȘI CONDIȚIONAREA AERULUI

*prof. dr. ing. Iolanda COLDA¹
conf. univ. dr. Vera G. GUȚUL²
lect. univ. Vera I. GUȚUL²*

¹Universitatea Tehnică de Construcții din București

²Universitatea Tehnică a Moldovei

ABSTRACT: *In this paper were analyzed a series of new European regulations dedicated to determining the main aspects of building ventilation in terms of energy performance*

Eficiența energetică a clădirilor este una dintre cele mai relevante modalități de economisire a energiei, pentru o dezvoltare durabilă: potrivit Comisiei Europene (CE), clădirile sunt responsabile pentru aproximativ 36% din emisiile de CO₂ în UE. Prin urmare, renovarea clădirilor existente și construcția a celor noi pot duce la economii semnificative de energie. În plus, clădirile cu performanțe mai bune au o mulțime de alte avantaje, oferind condiții de mediu sănătos, performant și mai ieftin.

O bună parte a activității de standardizare în domeniu s-a concentrat pe punerea în aplicare a Directivei 2010/31/UE privind performanța energetică a clădirilor. Seria de standarde PEC (Performanță Enegetică a Clădirilor) are ca scop armonizarea internațională a metodologiei de evaluare a performanței energetice a clădirilor.

Toate standardele PEC respectă anumite reguli pentru a se asigura concordanța generală, lipsa de ambiguitate și transparența. Sunt repertoriate 87 de standarde, cu peste 5000 de pagini. A fost stabilită o structură sistematică, completă și modulară pentru evaluarea performanței energetice a clădirilor noi și existente (PEC) într-o abordare holistică.

Standardele sunt aplicabile pentru evaluarea consumului global de energie al unei clădiri, prin măsurare sau prin calcul și calcularea performanței energetice în funcție de energia primară sau de alte mărimi energetice. Standardele iau în considerare posibilitățile și limitările specifice pentru diferitele aplicații ca de exemplu proiectarea clădirilor, analiza unor clădiri noi după execuție sau clădiri existente în exploatare, precum și renovările.

Calculul PEC implică un număr uriaș de mărimi. De aceea sunt specificate reguli pentru a se garanta concordanța și pentru a se evita duplicarea denumirilor mărimilor. Pentru a se permite identificarea ușoară a mărimilor și transferul de date de calcul la aplicarea mai multor standarde, s-au stabilit criteriile de indexare, sunt date definiții, sunt precizate unitățile de măsură, sunt date valori ale diferitelor constante cu care se operează. În Fig.1 este prezentată schema de organizare a standardelor PEC.

În cele ce urmează se prezintă succint conținutul principalelor standarde referitoare la concepția și evaluarea energetică a sistemelor de ventilare și climatizare. În majoritate, aceste standarde au indicativul românesc/moldovnesc SR (sau SM) EN 16798, cu numere de la 1 la 17.

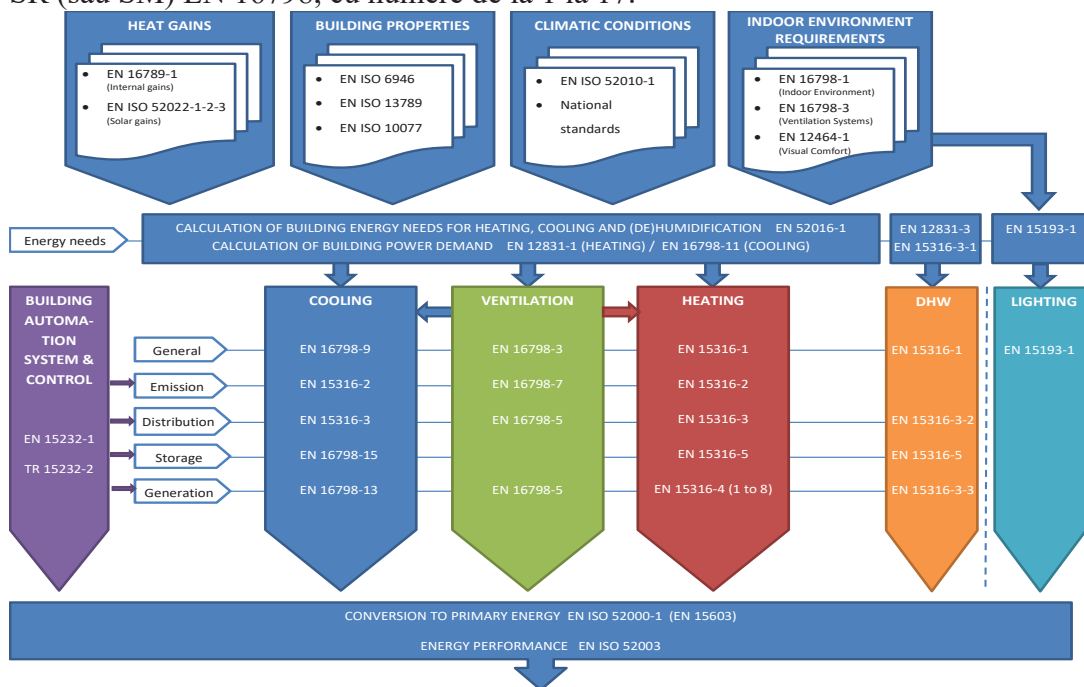


Fig.1. Schema de principiu a organizării standardelor europene privind eficiența energetică a clădirilor

Cea mai recentă publicare în acest domeniu este standardul SR EN 16798-1: 2019, “Parametrii ambientali pentru proiectare și evaluarea performanței energetice a clădirilor, privind calitatea aerului interior, confortul termic, iluminatul și acustica” care cuprinde două părți: partea 1, normativă și un Raport Tehnic, partea 2-a. Partea 1 cuprinde o anexă B, cu tabele cuprinzând valori prin lipsă și o anexă A, cu tabele similare goale, care a fost utilizată pentru valorile naționale (realizându-se Anexa Națională a standardului).

Acest document a fost elaborat deoarece consumul de energie al clădirilor depinde în mod semnificativ de criteriile utilizate pentru definirea ambianței interioare (încălzire, răcire, ventilare și iluminat), precum și de proiectarea și exploatarea clădirii (inclusiv a instalațiilor). Ambianța interioară afectează, de

asemenea, sănătatea, productivitatea și confortul ocupanților. Potrivit unor studii recente, costurile unei ambianțe interioare defectuoase pentru angajatori, pentru proprietarii de clădiri și pentru societate sunt adesea mai ridicate, în ansamblul lor, decât costul energiei utilizate în aceeași clădire. Costul a arătat, de asemenea, că o ambianță interioară de bună calitate poate îmbunătăți toate performanțele de lucru și de învățare și reduce absenteismul. În plus, ocupanții nemulțumiți pot acționa pentru a-și îmbunătăți confortul, fapt care poate avea implicații energetice. Acest standard specifică diferite tipuri și categorii de parametri care pot avea o influență semnificativă asupra cererii de energie. Pentru ambianța termică, sunt enumerați parametri pentru perioada de încălzire (rece/iarna) și pentru perioada de răcire (cald/vara). Se specifică parametrii de proiectare utilizați pentru dimensionarea instalațiilor și modul în care aceștia pot să fie utilizați ca date de intrare pentru calculul energetic al clădirilor și pentru evaluarea ambianței interioare.

Ca exemplu, în acest standard este specificată rata totală de ventilare, care ia în considerare eficiența ventilării:

$$q_{\text{supply}} = q_{\text{tot}} / \varepsilon_v$$

(1)

în care:

ε_v - eficiența ventilării (în mod implicit $\varepsilon_v = 1$);

q_{supply} - rata de ventilare a aerului introdus de sistemul de ventilare;

q_{tot} - rata totală de ventilare pentru zona de respirație, în l/s;

$$q_{\text{tot}} = n \cdot q_p + A_R \cdot q_B \quad (2)$$

n - numărul de persoane din încăperea;

q_p - rata de ventilare pentru ocupare, pe persoană, $\text{m}^3/(\text{h}, \text{pers})$;

A_R - suprafața încăperii, în m^2 ;

q_B - rata de ventilare pentru emisiile din clădire, $\text{m}^3/(\text{h}, \text{m}^2)$.

Rata minimă de ventilare pentru sănătate este de $15 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{persoană})$.

De menționat ca importante în domeniu, standardele *SR EN 16798-3 Performanța energetică a clădirilor. Partea 3: Ventilarea clădirilor nerezidențiale. Cerințe de performanță pentru sistemele de ventilare și de climatizare a încăperilor* și *CEN/TR 16798-4 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor - Partea 4: Interpretarea cerințelor din EN 16798-3*.

Aceste standarde europene se aplică pentru proiectarea, calculul performanței energetice a clădirilor cu sisteme de ventilare, de climatizare a încăperilor din clădirile nerezidențiale cu ocupare umană, cu excepția halelor industriale. Se concentrează pe definițiile diferitor parametri relevanți pentru astfel de sisteme. Se aplică în principal sistemele de ventilare mecanice prin refulare și sau de ventilare prin aspirație. Este foarte bine organizat, folosește tabele și acronime (la fel pentru toate standardele). Stabilește reguli pentru creșterea eficienței energetice.

De exemplu: Recuperarea căldurii și a frigului din aerul extras este o metodă foarte eficientă de economisire a energiei. Este obligatoriu de utilizat un

recuperator de căldură în centrale de tratare a aerului cu utilizarea aerului proaspăt și aerului extras.

Standardul EN 16798-3, a realizat:

- actualizarea aspectelor de filtrare; actualizarea aspectelor de recuperare a căldurii și a pierderilor de aer din aceste sisteme; a fost introdusă calitatea aerului de introducere; au fost actualizate aspecte ale performanței energetice;
- au fost actualizate definițiile sistemelor;
- standardul a fost actualizat pentru a acoperi calculile cu pas de timp orar /lunar/sezonier;
- dezvoltă specificațiile tipurilor de aer (Fig. 2); tratează pierderile de aer prin exfiltrație/infiltrație din sistemele de ventilare;
- tratează eficacitatea ventilării și difuzia aerului.

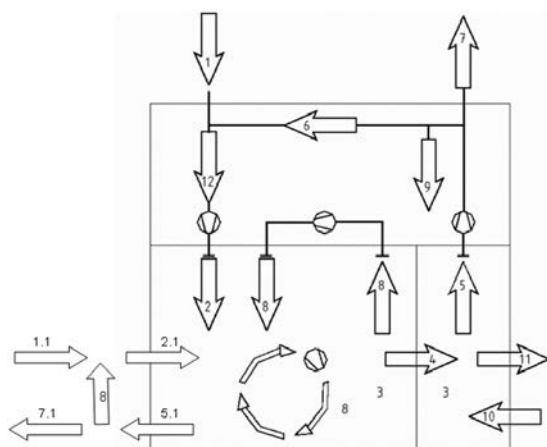


Fig. 2. Definierea tipurilor de aer

De exemplu: Alegerea filtrelor se bazează pe clasificarea calității aerului introdus și aerului evacuat și este prezentată în tabelul 1. *Aceste clase sunt reconsiderate în urma modificării recente a standardelor ISO 16890 (1-4), care arată că elementele de filtrare a aerului sunt testate în laborator pentru a determina capacitatea lor de a elimina particulele de aerosoli, exprimată sub formă de valori ale eficienței ePM_1 , $ePM_{2,5}$ și ePM_{10} .*

Tabelul 1. Clase minime de filtrare recomandate pentru fiecare secțiune de filtrare

Calitatea aerului exterior	SUP1	SUP2	SUP3	SUP4	SUP5
ODA1	M5+F7	F7	F7	F7	-
ODA2	F7+F7	M5+F7	F7	F7	M5
ODA3	F7+F9	F7+F7	M6+F7	F7	F7

Deosebit de importante sunt standardele *SR EN 16798-5-1 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor - Partea 5-1: Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de ventilare și de climatizare Metoda 1: Distribuție și producere*

EN 16798-5-2 Performanța energetică a clădirilor. Partea 5-2: Distribuție și producere, metoda 2 și EN 16798-6 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 6: Interpretarea cerințelor din EN 16798-5-1 și EN 16798-5-2 - Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de ventilare și climatizare

Aceste standarde europene acoperă calculul performanței energetice a sistemelor de ventilare mecanică și climatizare, inclusiv umidificarea și deumidificarea. Se ia în considerare unitatea de tratare a aerului și distribuția (sistemul de conducte). Include un calcul simplificat al sistemelor de răcire adiabatică. Această metodă se concentrează pe sistemele mari de ventilare și condiționarea aerului, utilizate în mod obișnuit în clădirile comerciale, deși aplicația nu este restricționată pe baza tipului de clădire sau de spațiu.

O metodă de calcul pentru sistemele de ventilare cu generare integrată de încălzire/ răcire, inclusiv producerea apei calde menajere, utilizând un interval lunar sau sezonier de calcul sau o metodă de compartimentare, este prevăzută într-un standard separat, prEN 16798-5-2. Această metodă nu include umidificarea și deumidificarea sau răcirea adiabatică.

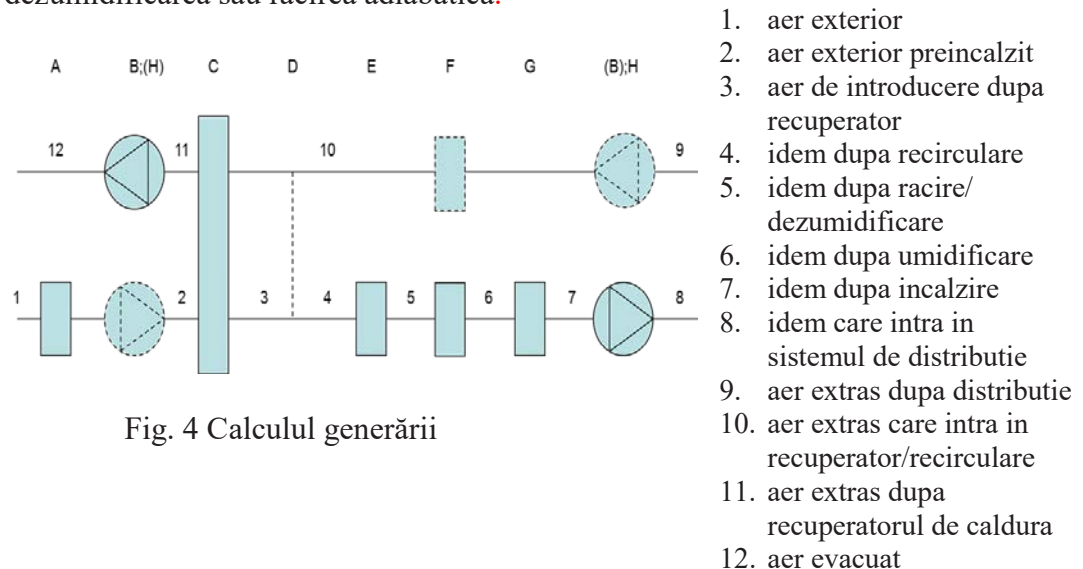


Fig. 4 Calculul generării

Calculul distribuției include: calculul condițiilor de funcționare, debite de volum, temperatura aerului și modificarea umidității în conducte.

Calculul energiei.

Pierderi de căldură de distribuție.

Pierderi recuperabile de căldură de distribuție.

Debitele de aer volumetric necesare care trebuie refulate de unitatea de tratare a aerului către sistemul de conducte de distribuție sunt:

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

în care: $q_{V;SUP;dis;in;req}$ - este debitul volumic necesar pentru zona de ventilare i ;

$f_{lea;du;SUP}$ - este factorul de scurgere a conductei (1 - 1,45 pentru diferite clase de etanșeitate a conductelor).

Alte standarde menționate aici sunt *SR EN 16798-7. Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 7: Metode de calcul pentru determinarea debitelor de aer în clădiri, inclusiv prin infiltrație* și *SR EN 16798-8. Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 8: Interpretarea cerințelor din EN 16798-7 - Metode de calcul pentru determinarea debitelor de aer în clădiri, inclusiv prin infiltrație*).

Acest standard european descrie metoda pentru calculul debitelor de aer refulate în clădiri, care vor fi utilizate pentru calculele energetice și evaluarea sarcinei de încălzire/și răcire. Prezentul standard european se aplică clădirilor cu următoarele caracteristici:

- sisteme de ventilare mecanică (evacuare mecanică, refulare mecanică sau sistem echilibrat); sisteme pasive de ventilare cu canale pentru clădiri rezidențiale și nerezidențiale cu înălțime mică; aparate de ardere; deschiderile ferestrelor (operare manuală sau automată); bucătării în care gătitul este pentru utilizare imediată (inclusiv restaurante).

Acest standard se aplică sistemelor hibride care combină sisteme de ventilare mecanice și pasive cu canale în clădiri rezidențiale și nerezidențiale cu înălțime mică, mai mică de 100 m și încăperilor unde diferența pe verticală a temperaturii aerului este mai mică de 15 K. Rezultatele oferite de standard sunt:

- debitele de aer care intră sau iese dintr-o zonă de ventilare;
- debitele de aer care trebuie distribuite de sistemul de ventilare mecanică, dacă acestea există.

SR EN 16798-9. Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 9: Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de Generalități și *SR EN 16798-10. Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 10: Interpretarea cerințelor din EN 16798-9. Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de răcire. Generalități*.

Aceste standarde acoperă calculul performanței energetice a sistemelor complete de răcire. Acesta oferă o metodă de calcul care definește modul de colectare a cerințelor de energie de răcire provenite de la zone termice și de la unitățile de tratare a aerului conectate la un sistem de distribuție și cum se unesc mai multe sisteme de distribuție la o cerință generală de energie a sistemului.

Standardul integrează calculul emisiilor, pierderile de energie de distribuție și energie auxiliară.

Energia de răcire necesară pentru a fi extrasă de sistemul de generare a frigului, este calculată, luând în considerare stocarea energiei de răcire. Standardul oferă o metodă cu privire la modul de transmitere a energiei de răcire furnizate de sistemul de generare a frigului către diferite sisteme de distribuție, luând în considerare posibilele priorități. Acest standard definește indicatorii de performanță energetică legați de sistemul tehnic pentru sistemele de răcire.

Metode de calcul pentru necesarul de energie al sistemelor de răcire permite calcularea marimilor: temperatura necesară de ieșire a agentului de răcire; debitul și temperatura apei de retur din sistemele de distribuție a apei reci, pe baza valorilor cerute; debitul volumic al sistemelor de distribuție a răcirii; energia de răcire necesară care urmează să fie extrasă de sistemul de generare a frigului, pe baza cerințelor zonelor termice și ale unităților de tratare a aerului calculate în conformitate cu standardele modulelor M2-2 și M5-8.

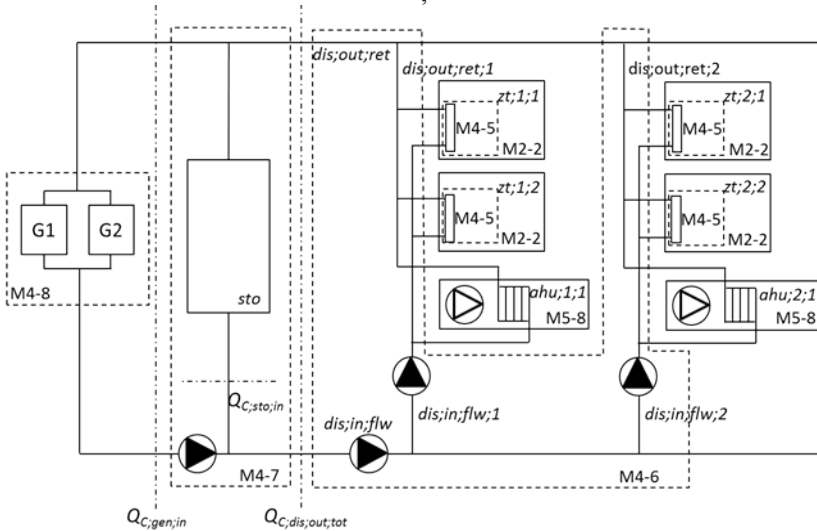


Fig. 5 Relația dintre module, limitele și indicii implicați

- energia de răcire extrasă din sistemele de distribuție, bazată pe energia de răcire extrasă de sistemul de generare conform standardului M4-8 și posibilele efecte de stocare conform standardului M4-7, luând în considerare posibilele priorități;
- energia de răcire extrasă din zonele termice și unitățile de tratare a aerului, luând în considerare pierderile de emisii conform standardului M4-5 și pierderile de distribuție conform standardului M4-6;
- indicatori de performanță a sistemului tehnic pentru sistemele de răcire.

SR EN 16798-13 Performanța energetică a clădirilor. Partea 13: Modul M4-8. Calculul sistemelor de răcire. Producere.

SR CEN/TR 16798-14. Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 14: Interpretarea cerințelor din EN 16798-13.

Acest standard acoperă calculul parametrilor operaționali și consumul de energie al sistemelor de generare a răcirii. Generarea de răcire constă din generatoare de răcire, cum ar fi: racitoare/ciller de compresie și absorbție; alte tipuri de generatoare, cum ar fi apa subterană sau de suprafață sau utilizarea directă a căldurii solului din foraje; diferite tipuri de evacuarea a căldurii (uscat, umed, hibrid cu aer exterior...).

Metodele acoperă posibilitatea de recuperare a căldurii care nu poate fi utilizată pentru încălzire și/sau pentru producerea de apă caldă menajeră, prin utilizarea unei interfețe cu standardul M3-1; un calcul pentru mai multe generatoare. Documentul nu se atribuie sistemelor de răcire, de distribuție și stocare, care sunt acoperite de standardele modului M4-5, M4-6 și respectiv M4-7.

SR EN 16798-15 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 15: Calculul sistemelor de răcire. (Modul M4-7). Stocare.

SR CEN/TR 16798-16. Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 16: Interpretarea cerințelor din EN 16798-15

Acest standard oferă metodele aplicabile pentru calculul performanței energetice a sistemului de stocare a frigului. Metoda dată acoperă calculul energiei livrate către sistemul de stocare, energia livrată de la sistemele de stocare la sistemul de distribuție, energie auxiliară și pierderile termice (recuperabile sau nu) ale sistemelor de stocare utilizate pentru răcire. Pasul de timp al ieșirii poate fi: orar, lunar, anual, în conformitate cu scenariile utilizate pentru a determina sarcina termică.

Metoda prezentată în acest standard poate fi extinsă la sistemele de stocare cu mai multe unități de stocare. Adaptarea depinde de schema hidraulică utilizată pentru proiectarea sistemelor de stocare:

- montare în serie: unitățile de stocare sunt legate hidraulic pe măsura ce ieșirea unității de stocare „n” devine intrarea unității de stocare „n+1”. Formulele sunt identice cu procedura de calcul, pentru o unitate de stocare, pentru toate unitățile de stocare, pentru a calcula energia totală stocată, energia utilizată și livrată și volumul corespunzător de apă caldă livrată către sistem;
- montare paralelă: sistemul de control stabilește prioritatea pentru unitățile de stocare care sunt considerate independente.

SR EN 16798-17 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea clădirilor. Partea 17: Ghid pentru inspecția instalațiilor de ventilare și de climatizare

(Modulele M4-11, M5-11, M6-11, M7-11). SR EN 16798-18. Partea 18: Interpretarea cerințelor din EN 16798-17

Acest standard specifică metodologia comună și cerințele pentru inspecția sistemelor de condiționarea aerului din clădiri, pentru sistemele de răcirea spațiului și/ sau sistemele de încălzire și/sau sistemele de ventilare din punct de vedere al utilizării energiei. Poate fi utilizat pentru a îndeplini cerințele PEC, precum și în alte contexte. Metodologia specificată în acest standard se referă la problemele climatice interioare care se pot datora sistemelor inspectate. Acest standard se aplică atât clădirilor rezidențiale, cât și nerezidențiale echipate cu:

- sistem de climatizare fără ventilare mecanică;
- sau sistem de climatizare cu ventilare mecanică;
- sau, sistem de ventilare naturală și mecanică.

Acest standard se aplică și unor sisteme pentru care directiva nu necesită inspecție, cum ar fi: sisteme fixe cu putere mai mică de 12 kW; sisteme numai de ventilare.

Inspecția sistemelor prevăzută în prezentul standard se aplică pentru:

- toate tipurile de sisteme de răcire și condiționarea aerului și de confort. Aceasta include sistemele de condiționarea aerului cu o putere nominală efectivă mai mică de 12 kW neacoperite de Directiva 2010/31/UE;
- toate tipurile de sisteme de ventilare, adică mecanice, naturale, hibride (inclusiv ventilarea mecanică și naturală). Părți ale acestui standard sunt de asemenea aplicabile pentru verificarea cerințelor de ventilare atunci când nu există un sistem de ventilare.

Inspecția sistemelor include, dar nu se limitează la următoarele componente:

- funcționarea ciclului invers al echipamentelor de climatizare;
- sistemele asociate de distribuție a apei și a aerului și a sistemelor de evacuare care formează o parte necesară a sistemului;
- controale care sunt destinate să reglementeze utilizarea sistemelor de distribuție și evacuare a apei și a aerului asociate.

Concluzii:

Seria de standarde ISO 52000 va evalua performanța energetică generală a clădirilor. Această serie este completată cu standarde specifice utilităților (ventilare, climatizare, încălzire, apă caldă de consum) dar și de standarde referitoare la sisteme care utilizează surse regenerabile de energie. Astfel, orice combinație de tehnologii poate fi utilizată pentru a atinge nivelul dorit de eficiență energetică, la un cost optim. În general, o abordare integrată înseamnă că eficiența energetică este estimată ca energia totală utilizată pentru încălzire, răcire, iluminat, ventilare, alimentare cu apă caldă dar și ca energie produsă și exportată (exemplu sisteme fotovoltaice).