


Capitolul V. RAPORT DE AUDIT ENERGETIC
Prezentarea soluțiilor de modernizare energetică a anvelopei clădirii și a instalațiilor aferente


În urma analizei termice energetice pentru clădirea reală s-a constatat necesitatea adoptării unor soluții de reabilitare atât la nivelul construcției (prin termoizolarea fațadelor, a planșeelor, schimbarea tâmplăriei, etc.) cât și propuneri/recomandări pentru creșterea eficienței energetice a instalațiilor funcționale din clădire (încălzire, acc, iluminat).

Lucrarile de reabilitare termica la anvelopa cladirii in scopul cresterii performantei energetice vor respecta prevederile legislatiei in vigoare.

Soluțiile se vor stabili după realizarea calculului transferului de masa prin elementele de construcție pentru imobil, verificarea asigurării confortului termic interior din punct de vedere termotehnic și evitarea apariției condensului pe elementele anvelopei imobilului.

Cerințele minime de performanță energetică pentru clădirile existente și elemente de anvelopă ale acestora – clădiri care nu sunt incluse în categoria clădirilor de locuit colective sau asimilate acestora (clădiri nerezidențiale) – sunt:

a - rezistența termică minimă, R'_{min} , a componentelor opace ale pereților verticali care fac cu planul orizontal un unghi mai mare de 60° , aflați în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, exprimată în m^2K/W ;

b - rezistența termică minimă, R'_{min} , a planșeelor de la ultimul nivel (orizontale sau care fac cu planul orizontal un unghi mai mic de 60° , aflate în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, exprimată în m^2K/W ;

c - rezistența termică minimă, R'_{min} , a planșeelor inferioare aflate în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, exprimată în m^2K/W ;

d - transmitanța termică liniară maximă pe perimetrul clădirii, la nivelul sochului, exprimată în $W/(mK)$;

e - rezistența termică minimă, R'_{min} , a pereților transparenti sau translucizi aflați în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, calculată luând în considerare dimensiunile nominale ale golului din perete, exprimată în m^2K/W .

Tipul de clădire	Zona climatică	a [m^2K/W]	b [m^2K/W]	c [m^2K/W]	d [mK/W]	e [m^2K/W]
Clădiri destinate sistemului sanitar sau asimilate acestora	I	1,50	4,00	2,00	1,40	0,69
	II	1,60	4,50	2,30	1,40	0,69
	III	1,70	5,00	2,60	1,40	0,69
	IV	1,70	5,00	2,60	1,40	0,69
	V	1,82	5,62	2,97	1,40	0,69
Clădiri destinate învățământului sau asimilate acestora	I	1,50	4,00	2,00	1,40	0,50
	II	1,60	4,50	2,30	1,40	0,50
	III	1,70	5,00	2,60	1,40	0,50
	IV	1,70	5,00	2,60	1,40	0,50
	V	1,82	5,62	2,97	1,40	0,50

Clădiri de birouri sau asimilate acestora (hoteliere) ^{*1}	I	1,50	3,50	2,00	1,40	0,50
	II	1,60	4,00	2,30	1,40	0,50
	III	1,70	4,50	2,60	1,40	0,50
	IV	1,70	4,50	2,60	1,40	0,50
	V	1,82	5,12	2,97	1,40	0,50

Pe ansamblul clădirii nerezidențiale, cerința minimă este consumul anual specific de energie primară calculat pentru încălzire din surse neregenerabile, pe categorii de clădiri - qan.

Materialele termoizolante care urmeaza sa fie utilizate la reabilitare trebuie sa indeplineasca (conform legislației în vigoare) urmatoarele condiții:

- Proiectul propune utilizarea de termoizolații din clasa de reacție la foc A1 sau A2-s1, d0 în cazul clădirilor înalte sau foarte înalte, respectiv termoizolații din clasa de reacție la foc cel puțin B-s2,d0 pentru celelalte categorii de clădiri, conform reglementărilor tehnice în vigoare referitoare la securitatea la incendiu a construcțiilor.

- conductivitatea termica (λ) de calcul trebuie sa aibă o valoare fie mai mica sau cel mult egala cu **0,04 W/mK**;

- densitatea aparenta in stare uscata a materialelor termoizolante (ρ_a) trebuie sa aibă o valoare cel puțin egala cu **15 kg/m³**;

- sa prezinte stabilitate dimensionala si caracteristici fizico-mecanice corespunzatoare, in functie de structura elementelor de constructie in care sunt inglobate sau de tipul straturilor de protectie astfel incat materialele sa nu prezinte deformari sau degradari permanente, din cauza solicitarilor mecanice datorate procesului de exploatare, agentilor atmosferici sau actiunilor exceptionale;

- durabilitatea materialelor termoizolante trebuie sa fie in concordanta cu durabilitatea cladirilor si a elementelor de constructie in care sunt inglobate;

- comportarea la foc a materialelor termoizolante utilizate trebuie sa fie in concordanta cu conditiile normate prin reglementarile tehnice privind siguranta la foc, astfel incat sa nu deprecieze rezistenta la foc a elementelor de constructie pe care sunt aplicate/inglobate;

- sa nu emane in decursul exploatarii mirosuri, substante toxice, radioactive sau alte substante daunatoare pentru sanatatea oamenilor sau care sa produca poluarea mediului inconjurator; in cazul utilizarii izolatiei termice din materiale care pe parcursul exploatarii pot degaja pulberi in atmosfera (produse din vata minerala, vata de sticla, etc.) trebuie sa se realizeze protectia etansa sau inglobarea in structuri protejate a acestora;

- sa fie stabile la umiditate sau sa fie protejate impotriva umiditatii;

- sa reziste la actiunea agentilor biologici sau sa fie tratate cu biocid sau protejate cu straturi de protectie;

- sa permita aplicarea lor in structura elementelor de constructie prin aplicarea unor straturi de protectie pe suprafata lor; materialele termoizolante nu trebuie sa contina sau sa degaje substante care sa degradeze elementele cu care vin in contact (inclusiv prin coroziune); materialele termoizolante care se monteaza prin procedee la cald nu trebuie sa prezinte fenomene de inmuiere sau tasare la temperaturi mai mici decat cele de aplicare; in caz contrar ele vor trebui sa fie prevazute din fabricatie cu un strat de protectie;

- sa permita o punere in opera care sa garanteze mentinerea caracteristicilor fizico-chimice si de izolare termica in conditii de exploatare;

- sa fie agrementate tehnic pentru utilizarea la lucrari de izolatii termice in constructii; toate materialele termizolante utilizate trebuie sa aiba certificate de conformitate privind calitatea care sa le confirme caracteristicile fizico-mecanice conform celor prevazute in standardele de produs, agrementele tehnice sau normele de fabricatie ale produselor respective. In certificatul de calitate trebuie sa se specifice numarul normei tehnice de fabricatie (standardul de produs, agrement tehnic, norma sau marca de fabricatie etc.); transportul, manipularea si depozitarea materialelor termoizolante trebuie sa se faca cu asigurarea tuturor masurilor necesare pentru protejarea si pastrarea caracteristicilor functionale ale acestor materiale.

Aceste masuri trebuie asigurate atat de producatorii cat si de utilizatorii materialelor termoizolante respective, conform prevederilor standardelor de produs, agrementelor tehnice sau normelor tehnice ale produselor respective; conditiile de depozitare, transport si manipulare eventualele masuri speciale ce trebuie luate la punerea in opera (produse combustibile, care degaja anumite noxe la aplicarea la cald, etc.) vor fi in mod expres precizate in normele tehnice ale produsului precum si in avizele de expeditie eliberate la fiecare livrare.

Reducerea consumurilor de energie pentru asigurarea condițiilor de microclimat, se poate realiza prin materializarea următoarelor măsuri:

V.1 Soluții de reabilitare a anvelopei

- Îmbunătățirea *izolației termice a elementelor opace* ale clădirii;
- Îmbunătățirea *elementelor de construcții vitrate* prin înlocuirea tâmplăriei existente cu cu *tâmplărie de PVC cu geam termopan cu grad înalt de etanșitate (0,77 m²K/W) și clapetă pentru controlul evacuării vaporilor de apă*

V.1.1 Soluții de reabilitare pentru pereți exteriori – S1

Pentru îmbunătățirea protecției termice a pereților exteriori se propune montarea unui strat de izolație termică suplimentară **cu plăci rigide de vată minerală (clasa de reacție la foc A1) de minim 10 cm**. Ca măsură suplimentară în vederea evitării propagării incendiilor pe verticală, la nivelul fațadei, se propune bordarea zonelor de fațada aferente tuturor planșeelor peste parter, cu fâșii continue de vată minerală cu clasa de reacție la foc A1 sau A2 – s1, d0 sau a golurilor ferestrelor (strat 10 cm grosime inclusiv dibluri de fixare și tencuială decorativă sintetică pe suport armat).

- În zonele de racordare a suprafețelor ortogonale, la colțuri și decroșuri, se prevede dublarea tesăturii de fibră de sticlă sau a armăturii din fibre organice și folosirea unor profile subțiri din aluminiu sau din PVC.

Soluția propusă are avantajele următoare:

- protejează elementele de construcție structurale precum și structura în ansamblu, de efectele variației de temperatură a mediului exterior;
- prin placarea închiderilor perimetrare cu vata minerala de 10 cm grosime nu se diminueaza

aria

Soluția propusă va fi realizată astfel:

Stratul suport trebuie pregătit cu câteva zile înainte de montarea termoizolației: verificat și eventual reparat, inclusiv în ceea ce privește planeitatea (având în vedere că în această soluție abaterile de la planeitate nu pot fi corectate prin sporirea grosimii stratului de protecție) și curățat de praf și depuneri

Stratul termoizolant în grosime de 10 cm la pereții exteriori, montat la exterior, este fixat mecanic și prin lipire pe suprafața suport, reparată și curățată în prealabil; stratul de lipire se realizează, de regulă, din mortar sau pastă adezivă cu lianți organici (rășini), lipirea făcându-se local, pe fâșii sau în puncte.

Fixarea mecanică a materialului termoizolant se realizează cu bolțuri din oțel inoxidabil, cu expandare, montate în găuri forate cu dispozitive rotopercutante, sau cu dibluri de plastic cu rozetă. Montarea plăcilor termoizolante se va face cu rosturile de dimensiuni cât mai mici și decalate pe rândurile adiacente, având grijă ca adezivul să nu fie în exces și să nu ajungă în rosturi, fapt care ar conduce la pericolul apariției ulterioare a crăpăturilor în stratul de finisaj. La colțuri se vor prevedea plăci termoizolante în formă de L.

Stratul de protecție și de finisaj pentru pereții placați se execută, în straturi succesive (grundul și tinciul/pelicula de finisare finală), cu grosime totală de 5... 10 mm și se armează cu o țesătură deasă din fibre de sticlă sau fibre organice.

Tencuiala (grundul) la pereți trebuie să realizeze pe lângă o aderență bună la suport (inclusiv elasticitate pentru preluarea dilatărilor și contracțiilor datorită variațiilor climatice, fără desprinderea de suport) și permeabilitate la vaporii de apă concomitent cu impermeabilitate la apa meteorică.

Tencuiala subțire se realizează din paste pe bază de rășini siliconice obținute prin combinarea lianților din rășini siliconice cu o rășină sintetică acrilică în dispersie apoasă care reduce coeficientul de absorbție de apă prin capilaritate.

Finisarea se poate face cu vopsele în dispersie apoasă, în una din următoarele variante:

- ✓ vopsele silicaticice (care au permeabilitate mare la vaporii de apă dar absorbție mare la apă și rezistență mică la agenți atmosferici care trebuie corectate prin adaosuri de max. 5% de rășini sintetice în dispersie și hidrofobizarea ulterioară a suprafețelor; pigmentii sunt obligatoriu minerali, aspectul fiind mat);
- ✓ vopsele pe bază de rășini siliconice în dispersie apoasă care au bună permeabilitate a vaporilor de apă, absorbție mică prin capilaritate, aderență pe orice tip de suport, aspect mat în variantă, finisajul se poate realiza cu un strop din materiale hidrofobe.

Rețeaua de armare, fixata pe suprafața suport cu mortar adeziv, este în funcție de tipul liantului folosit la componenta de protecție (din fibre de sticlă - eventual protejate cu o peliculă din material plastic pentru asigurarea protecției împotriva compușilor alcalini în cazul tencuielilor cu mortare hidraulice - sau fibre organice: polipropilenă, poliester). Trebuie asigurată continuitatea stratului de armare prin suprapunerea corectă a foilor de țesătură din fibră de sticlă sau fibre organice (min. 10 cm). În zonele de racordare a suprafețelor ortogonale, la colțuri și decroșeuri, pe conturul golurilor de fereastră, se prevede dublarea țesăturilor din fibre de sticlă sau fibre organice

(fășii de 25 cm) sau/și folosirea unor profile subțiri din aluminiu. La colțurile golurilor de fereastră, pentru armarea suplimentară a acestora, se vor prevedea ștraifuri din țesătură din fibre de sticlă cu dimensiuni 20 x 40 cm, montate la 45°.

Se vor prevedea **rosturi de dilatare** care separă fațada în câmpuri de cel mult 14 m², evitând alinierea acestora cu ancadramentele de fereastră care sunt zone cu concentrări mari de eforturi. Este recomandată separarea celor două tipuri de rosturi. Se pot prevedea cordoane vinilice sau profile metalice care să permită mișcarea independentă a fațadei în raport cu elementele de construcție.

Execuția trebuie făcută în condiții speciale de calitate și control, de către firme specializate, care dețin de altfel și patentele aferente, referitoare în primul rând la compoziția mortarului, dispozitivele de prindere și solidarizare, scule, mașini, precum și la tehnologia de execuție.

Pe lângă avantajele menționate mai sus, soluția prezintă și unele dezavantaje, astfel:

- rezistență mecanică mai redusă, în special la acțiuni dinamice, ceea ce presupune luarea unor măsuri speciale de consolidare în zonele mai expuse; pe suprafața soclurilor se va suplimenta armătura din țesătura din fibre de sticlă sau fibre organice rezultând o rezistență la întindere mai mare decât cea a zonelor curente normală;
- durată de viață garantată, de regulă, la cel mult 20 ani;
- limitarea gamei de finisaje posibil de aplicat.

Pe conturul tâmplăriei se realizează **racordarea izolației termice pe o grosime de 3 cm, în zona glafurilor exterioare și a solbancurilor**, prevăzându-se profile de întărire și protecție adecvate (din aluminiu) precum și benzi suplimentare din țesătură de fibră de sticlă sau fibre organice. Se vor prevedea glafuri noi din tablă zincată sau tablă de aluminiu de **0,5 mm**.

V.1.2 Soluții de reabilitare planșeu peste ultimul nivel – S2

Pentru îmbunătățirea protecției termice a **planșeului peste ultimul nivel (caz: terasa necirculabilă)** se propune montarea unui strat de izolație termică suplimentară **peste ultimul nivel cu plăci rigide de vată minerală bazaltică (clasa de reacție la foc A1) de minim 20 cm și protejarea acesteia cu o podină din lemn**.

Avantajele unei asemenea soluții, tehnologia de realizare a izolației termice, sunt identice cu cele prezentate pentru termosistemul la pereții exteriori.

Aplicarea stratului termoizolant nou pe planșeu se va face peste stratul existent.

La aplicarea noului strat de termo-hidroizolare, între cele două straturi, cel existent și cel nou se vor prevedea aerisitoare pe toată zona, câte unul pentru cca. 50 mp. planșeu peste ultimul nivel.

În scopul reducerii substanțiale a efectelor defavorabile ale punctelor termice de pe conturul planșeului de peste ultimul nivel este foarte important a se uni izolația planșeului peste ultimul nivel cu cea a peretilor exteriori. Racordarea termoizolației planșeului peste ultimul nivel se face atât cu termoizolația verticală a aticului, cât și cu cea a peretilor ultimului nivel, inclusiv la chepenguri.

V.1.3 Soluții de reabilitare pardoseală - S3

Pentru îmbunătățirea protecției termice a **pardoselii peste sol** se propune montarea unui strat de izolație termică suplimentară **cu plăci de vată minerală de minim 20 cm** .

V.1.4 Soluții de reabilitare pentru tâmplăria exterioara cu tamplarie performanta energetic - S4

Tamplaria exterioara existenta, nu mai este corespunzatoare, avand rezistenta termica minima mai mica decat cea prevazuta in normativul C107/ 2010 ($R'_{min} > 0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$) si trebuie inlocuita. De aceea tamplaria existenta, aferenta accesului in imobil se inlocuieste cu o tamplarie noua.

Se recomanda o tamplarie performanta cu tocuri si cercevele din PVC pentacameral, cu geam termoizolant low-e, avand un sistem de garnituri de etansare duble (cauciuc rezistent la caldura si intemperii) si cu posibilitatea montarii sistemului de ventilare controlata a aerului. Profilele vor asigura proprietati optime de statica a ferestrei si se vor incadra cel putin in clasa de combustie C2- greu inflamabil.

Stalpii verticali de legatura dintre panouri vor fi rigidizati cu armatura din otel zincat. Tamplaria va fi dotata cu cel putin 3 coltari/ sistem, prinderea balamalelor pe tocul ferestrelor se va realiza cu cel putin 4 suruburi, iar balamaua inferioara de pe cercevea in minim 6 suruburi, pe doua directii.

Geamul termoizolant va avea o dimensionare de tipul 4-16-4 mm; acolo unde este necesar (usi cu suprafata mare a geamului etc.) grosimea geamului poate fi mai mare.

Geamul termoizolant dublu 4+16+4 mm va avea suprafata tratata cu un strat reflectant avand un coeficient de emisie $e < 0,10$ si cu un coeficient de transfer termic maxim $U=1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($R=0,77 \text{ m}^2\text{K/W}$) inclusiv dotarea acestora cu grile higroreglabile si izolarea termica perimetrata a ferestrelor cu polistiren expandat ignifugat de 2 cm - clasa de reactie la foc B-s2, d0.

Dupa inlocuirea tamplariei se va avea in vedere:

- etansarea la infiltratii de aer rece a rosturilor de pe conturul tamplarie, dintre toc si glafurile golului din perete cu o folie de etansare la exterior din plasa din fibra de sticla; completarea spatiilor ramase cu spuma poliuretanică si inchiderea rosturilor cu tencuiala.
- etansarea hidrofuga a rosturilor de pe conturul exterior al tocului cu materiale speciale: chituri siliconice, folie de etansare din plasa din fibra de sticla, mortare hidrofobe).
- se vor prevedea lacrimare la glaful orizontal exterior de la partea superioara a golurilor din pereti.
- crearea sau desfundarea a gaurilor de la partea inferioara a tocurilor, destinate indepartarii apei condensate intre cercevele.

Inlocuirea solbancurilor existente; se va asigura panta , existenta si forma lacrimarului , etansarea fata de toc si fata de perete.

Pentru a se asigura un numar minim de schimburi de aer $n_a=0,5$ sch/h, prin patrunderea aerului proaspat din exterior este necesara o tamplarie cu fante de ventilare in rama (toc) si deschiderea periodica a elementelor mobile ale tamplariei exterioare.

V.1.5 Caracteristici termotehnice ale materialelor de constructie

Se utilizeaza suplimentar urmatoarele materiale de constructii pentru reabilitare:

- vată minerală $\lambda=0,004$ W/(mK).

V.1.6 Soluții de reabilitare a instalațiilor - S4

Soluțiile tehnice pentru reabilitarea instalațiilor, în acest caz – având în vedere faptul că agentul termic pentru încălzire și apa caldă de consum se prepară în regim centralizat , CT combustibil gazos – au doar titlu de recomandare.

În acest context, alegerea și aplicarea unor măsuri de creștere a eficienței energetice pentru instalațiile care echipează construcția trebuie să aibă în vedere următoarele cerințe:

- ✓ obținerea de economii de energie pe ansamblul clădirii;
- ✓ obținerea parametrilor de confort termic impuși;
- ✓ soluția tehnică adoptată să fie în concordanță cu disponibilitățile financiare ale beneficiarului;
- ✓ prioritate pentru măsurile ale căror costuri de investiție se recuperează în termen scurt prin economii la factura energetică;
- ✓ încadrarea soluțiilor în prevederile auditului energetic al clădirii.

Soluții de reabilitare pentru instalațiile termoelectrice ale imobilului :

Eficiențizarea funcționării instalațiilor de încălzire pentru spații în care se desfășoară activități didactice și care vor fi reabilitate termic presupune efectuarea următoarelor categorii de lucrări:

- menținerea cazanului cu funcționare pe combustibil gazos
- adaptarea puterilor surselor de căldură în centrala termică,
- substituirea parțială sau totală a formei de energie,
- corpurilor de încălzire performante (având un indice ridicat de încărcare termică a metalului pentru durata de viață) și corelarea mărimii acestora cu soluțiile de reabilitare termică a anvelopei clădiri
- echiparea corpurilor de încălzire cu robinete de reglare termostată;
- 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,
- utilizarea unor sisteme speciale de încălzire pentru reducerea gradientului spațial la încălzirea spațiilor mari, fără consum suplimentar de energie.
- automatizarea echipamentelor termoelectrice în centrala termică;

Soluții de reabilitare pentru instalațiile electrice de iluminat ale imobilului

La nivelul instalației de iluminat se propun următoarele aspecte care vor duce la un consum energetic mai scăzut:

- refacerea integrală a instalațiilor de iluminat
- stabilirea corectă a numărului de corpuri de iluminat în funcție de destinația încăperii și nivelul de iluminare necesar în funcție de specificul activității ce se desfășoară în acestea;
- utilizarea corpurilor de iluminat cu lămpi fluorescente sau cu LED-uri (dotate cu condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere și balasturi electronice) întrucât acestea au o eficacitate luminoasă ridicată (flux luminos raportat la puterea electrică);
- iluminat local pentru zonele de interes și limitarea în acest fel a iluminatului general;
- utilizarea unor corpuri de iluminat cu randament ridicat (fluxul luminos al corpului de iluminat raportat la fluxul luminos al lămpilor aferente);
- folosirea întrerupătoarelor cu senzori de prezență (mișcare) în încăperile cu grad redus de ocupare (depozite, garaje) cât și pe casa scării fără lumină naturală;
- prevederea unui număr suficient de comutatoare și întrerupătoare pentru secționarea iluminatului artificial și utilizarea eficientă a aportului de iluminat natural din timpul zilei;
- senzori de lumină pentru acționarea iluminatului exterior;
- contoare cu tarif diferențiat (noapte-zi) cât și contorizarea energiei reactive, concomitent cu măsuri de reducere a acesteia prin prevederea de condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere.
- dimensionarea corectă a secțiunii conductoarelor și cablurilor pentru încadrarea pierderilor de tensiune în limitele admise;
- utilizare mobilierului și a zugrăvelilor în culori deschise care asigură o bună reflexie a luminii;
- asigurarea curățirii periodice a corpurilor de iluminat și a lămpilor cât și a suprafețelor reflectante (pereți, tavan, pardoseli, mobilier);

Soluții de reabilitare a instalației de apă caldă de consum (Iacc)

Soluții propuse pentru îmbunătățirea consumului energetic pentru prepararea apei calde de consum:

- înlocuirea armăturilor sanitare neetanșe sau defecte ;
- utilizarea panourilor solare pentru aport în prepararea apei calde menajere;