



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

STUDIU DE CAZ ASUPRA TERMOIZOLAȚIILOR CLĂDIRILOR CU MATERIALE ORGANIC – NATURALE

Doru Cristian BRATU

CASE STUDY ON THERMAL INSULATION IN BUILDINGS WITH ORGANIC - NATURAL MATERIALS

Reducing energy consumption through the thermal insulation of buildings, including insulation using materials of organic-natural origin is a current concern of specialists. The paper analyses energy rehabilitation solutions with various materials of organic-natural origin, proving the efficiency of using low density thermo isolating materials, as well as the efficiency of using small amounts of renewable primary energy in the production of said materials.

Keywords: building, thermal insulation, energy consumption, material, organic, natural

Cuvinte cheie: clădire, izolație termică, consum energetic, material, organic, natural

1. Considerații generale

Reducerea consumurilor energetice ale clădirilor prin termoizolarea acestora este o prioritate la nivel european și național [1]. Termoizolarea unei construcții se poate realiza apelând la diverse materiale, organice sau anorganice, însă toate utilizează resurse epuizabile sau inepuizabile pentru producerea acestora. Toate materialele utilizate în termoizolarea clădirilor prezintă anumite caracteristici termoenergetice de izolare termică și necesită o cantitate de energie pentru producerea acestora.

La nivel european s-a introdus Regulamentul UE 305/2011 [2], prin care introducerea pe piață a unui produs pentru construcții acoperit de un standard armonizat sau pentru care a fost eliberată o evaluare tehnică europeană și caracteristicile materialelor utilizate în termoizolarea clădirilor trebuie să fie însoțită de o declarație de performanță cu privire la caracteristicile esențiale ale produsului pentru construcții, în conformitate cu specificațiile tehnice armonizate relevante. De asemenea declarația de performanță ar trebui să includă informații referitoare la conținutul de substanțe periculoase din produsul pentru construcții pentru a îmbunătăți posibilitățile în materie de construcții durabile și pentru a facilita dezvoltarea unor produse ecologice.

2. Normative, materiale termoizolante

În România legiuitorul a introdus programul Casa Verde Plus (Ordinul nr. 2425/2016 al Ministerului Mediului, Apelor și Pădurilor) [3], prin care locuințele cu maxim Parter + 2 Etaje, aflate în fază de construcție, pot beneficia de 40.000 lei de la stat pentru lucrări de izolare termică în vederea obținerii certificării energetice A. De asemenea, locuințele similare existente pot beneficia de această subvenție pentru a trece la o clasă energetică superioară. Prin acest program este stimulată utilizarea materialelor de izolație de origine organic-naturală pentru reducerea consumului de energie utilizată în clădiri. Prin materiale de izolație de origine organic-naturală, tabelul 1, (Caracteristicile materialelor termoizolante de origine organic-naturală utilizabile la termoizolarea clădirilor), legiuitorul înțelege cânepă, lână, bumbac – denim reciclat, plută, celuloză din materiale reciclate și alte materiale de origine organic-naturală similare tehnic [4].

Tabelul 1

Nr. crt.	Material	Sursa	ρ [kg/m ³]	λ [W/(mK)]	PEI [MJ/kg]	PEI* [kWh/kg]
1	Saltele din celuloză	Pfundstein et al. 2009	75	0,040	15,4	4,2781
2	Fulgi din celuloză	Pfundstein et al. 2009	50	0,040	4,2	1,1668
3	Cânepă cu fibre suport	Pfundstein et al. 2009	30	0,040	14,9	4,1392
4	Fibre din lemn WF (procedeu uscat)	EPD-GTX-2011111-D	110	0,040	9,1	2,5280
5	Fibre din lemn WF	EPD-GTX-	160	0,040	9,3	2,5835

	(procedeu umed)	2011111-D				
--	-----------------	-----------	--	--	--	--

* 1 MJ = 1000000 J = 0,2778 kWh

unde: ρ = densitatea materialului termoizolant [kg/m^3]; λ = conductibilitatea termică a materialului termoizolant [$\text{W}/(\text{mK})$]; PEI = cantitatea de energie primară neregenerabilă necesară pentru producerea materialului termoizolant [MJ/kg] și [kWh/kg], aici nefiind incluse energia necesară pentru montajul, debarasarea și reciclarea materialului.

Prin utilizarea materialelor de origine organic-naturală la termoizolarea clădirilor se realizează o economie de energie, însă această economie de energie ar trebui să fie superioară cantității de energie necesară la fabricația acestora. Pentru cuantificarea acestui raport trebuie cunoscute caracteristicile termotehnice ale materialelor precum și cantitățile de energie regenerabile/neregenerabile utilizate la fabricația acestora.

Se pune problema: care este cel mai indicat material termoizolant din punct de vedere energetic pentru termoizolarea unei clădiri, astfel încât diferența între cantitatea de energie economisită prin utilizarea aceluși material și cantitatea de energie primară neregenerabilă necesară pentru producerea materialului termoizolant să fie maximă ? Pentru a rezolva acest comandament am utilizat o clădire reală, nou construită, cu următoarele caracteristici:

- casa unifamilială D+P+M situată în județul Caraș Severin, loc. Reșița, FN, ocupare continuă, aflată în zona climatică 2, anul construcției 2016

- perimetrul construcției: 41,923 m
- înălțimea construcției: 5,5 m
- suprafața construită la sol: 94 m^2
- suprafața desfășurată: 188,7 m^2
- suprafața utilă / încălzită: 137,01 m^2
- volumul clădirii: 517 m^3
- volumul încălzit al clădirii: 363,077 m^3

Clădirea a fost construită în anul 2016 având pereți portanți din BCA cu grosimea de 30 cm, pereții interiori de rezistență fiind realizați din cărămizi pline de 15 cm, întăriți cu elemente din beton armat BC15; stâlpișori curenți și de colț cu secțiunea de 29x25 cm, centuri cu înălțimea de 20 cm cu grosimea egală cu grosimea zidului întărit, buiandrugi din beton armat cu secțiunea de 29x25 cm, planșeele și placa pe sol din beton armat monolit, clasa BC 15, cu grosimea de 10 cm.

Construcția nu a fost finalizată în anul 2016, astfel încât la data expertizei energetice se află la stadiul "de roșu", iar auditorul energetic a fost solicitat pentru a emite un audit energetic în vederea stabilirii unui pachet de soluții termoenergetice de izolare termică a acesteia.

Urmare a stabilirii situației termoenergetice a clădirii înainte de reabilitarea energetică, în baza prevederilor "Metodologiei de calcul al performanței energetice a clădirilor – MC001/2006 [5 -10]" auditorul a constatat următoarele performanțe (anexa nr. 1 și 2):

- Construcția nereabilitată prezintă o Rezistență termică medie pe ansamblul anvelopei $R'm$ în valoare de 1,16278 (mp·K)/W, respectiv un coeficient global calculat de izolare termică $G_{calculat}$ de 1,220948 W/(m³·K), mai mare decât coeficientul global normal de izolare termică $G_{normal} = 0,68$ W/(m³·K), ceea ce determină un consum energetic pentru încălzirea clădirii expertizate de 244,22 kWh/(mp·an), ceea ce se traduce prin notarea energetică a clădirii prin nota energetică 78,9, respectiv necesitatea unor lucrări de reabilitare energetică a construcției.

Urmare a solicitării beneficiarului, auditorul a elaborat în cadrul Auditului Energetic mai multe pachete privind termoizolarea clădirii, iar unul dintre acestea a fost următorul: intervenția asupra pereților exteriori, la exteriorul acestora, prin termoizolare cu materiale termoizolante de origine organic-naturală cu grosimea de 15 cm, cu observația că termoizolarea se va face și sub cota de teren sistematizat CTS; intervenția asupra planșeului superior (la exteriorul acestuia) cu materiale termoizolante de origine organic-naturală cu grosimea de 20 cm, precum și termoizolarea plăcii pe sol cu materiale termoizolante de origine organic-naturală cu grosimea de 8 cm.

Nu s-a precizat natura materialelor termoizolante de origine organic-naturală care urmează a fi utilizate, aceasta făcând obiectul analizei ce urmează, toate materialele având aceeași conductibilitate termică λ , de 0,04 W/(mK), fiind indiferentă din punct de vedere energetic alegerea unui material anume.

În urma implementării soluției de reabilitare energetică, respectiv a lucrărilor de audit energetic au fost obținute următoarele rezultate:

- Rezistența termică medie pe ansamblul anvelopei $R'm_{reab}$ pentru soluția prezentată mai sus devine: $R'm_{reab} = 3,402566$ (mp·K)/W, respectiv un consum energetic pentru încălzirea locuinței de 78,53 kWh/(m²·an), față de 244,22 kWh/(m²·an) în varianta nereabilitată, ceea ce determină o notă energetică de 94,92233, după implementarea soluției de reabilitare energetică.

- Conform calculului economic, indicatorii investiționali și de rezultate [E_c – cantitatea de energie economisită în fiecare an; costul specific al energiei economisite – e] devin: $E_c = 22700,88$ kWh/an, respectiv $e = 0,03983$ eur/kWh. Pentru o durată de viață a materialului termoizolant de minimum 20 ani, cantitatea de energie economisită va fi: $22700,88$ kWh/an x 20 ani = 454017,6 kWh/an.

Se vor putea utiliza pentru termoizolarea clădirii oricare din materialele de mai sus, interesând ce cantități de material se vor utiliza. Astfel vom calcula, în unități fizice de volum și masă cantitățile de material termoizolant introduse în operă:

Volum de material (m^3):

- pentru pereții exteriori: $41,923$ m perimetrul x ($5,5$ m înălțimea construcției + $0,5$ m termoizolare sub CTS) x $0,15$ m grosimea stratului termoizolant = 37,7307

- pentru planșeul peste ultimul etaj: aria 94 m^2 x $0,2$ m grosimea stratului termoizolant = 18,8

- pentru placa pe sol: aria 94 m^2 x $0,08$ m grosimea stratului termoizolant = 7,52

- Total = $64,0507$ m^3 , rotund $64,051$ m^3 .

Cantitățile volumice de mai sus sunt valabile în cazul utilizării a oricărui din materialele de mai sus, cantitățile de material în unități fizice de masă fiind prezentată în tabelul 2 (Cantitățile necesare în funcție de materialul termoizolant).

Tabelul 2

Nr. crt.	Material	Volum [m^3]	ρ [kg/m^3]	Masă [kg]
0	1	2	3	$4=(2) \times (3)$
1	Saltele din celuloză	64,051	75	4803,825
2	Fulgi din celuloză	64,051	50	3202,55
3	Câneapă cu fibre suport	64,051	30	1921,53
4	Fibre din lemn WF (procedeu uscat)	64,051	110	7045,61
5	Fibre din lemn WF (procedeu umed)	64,051	160	10248,16

Pentru producerea cantităților de material termoizolant de origine organic-naturală se utilizează următoarele cantități de energie primară neregenerabilă C_e - tabelul 3 (cantitatea de energie regenerabilă C_e).

Tabelul 3

Nr. crt.	Material	Masă [kg]	PEI [kWh/kg]	Consum Energetic Ce [kWh]	Durata Dr de recuperare a investiției* [ani]
0	1	2	3	$4=(2) \times (3)$	$5=(4)/Ec$
1	Saltele din celuloză	4803,825	4,27812	20551,34	0,90531
2	Fulgi din celuloză	3202,55	1,16676	3736,607	0,164602
3	Câneapă cu fibre suport	1921,53	4,13922	7953,635	0,350367
4	Fibre din lemn WF (procedeu uscat)	7045,61	2,52798	17811,16	0,784602
5	Fibre din lemn WF (procedeu umed)	10248,16	2,58354	26476,53	1,166322

* reprezintă numărul de ani pentru care se acoperă consumul energetic primar pentru producerea materialului din surse neregenerabile, calculat astfel: $Dr = Ce$ Consumul energetic / Ec – cantitatea de energie economisita în fiecare an (22700,88 kWh/an).

Din datele de mai sus se observă faptul că soluția de reabilitare energetică cu materiale termoizolante de origine organic-naturală este eficientă din punct de vedere energetic. Energia introdusă în fabricația materialelor izolante se amortizează, la această cădere într-un interval de timp cuprins între 0,16 ani (aproape 2 luni) și 1,17 ani (aproximativ 14 luni) pe baza energiei economisite la funcționarea clădirii în contextul modernizat.

Cel mai eficient material de utilizat din punctul de vedere energetic, al raportului: economie de energie realizată în timp prin funcționarea clădirii anvelopate energetic/cantitate de energie necesară la fabricația materialelor termoizolante de origine organic-naturală este acel material care prezintă cea mai mică densitate precum și cea mai mică cantitate de energie primară neregenerabilă necesară pentru producerea acelui material termoizolant, în cazul studiat *fulgii de celuloză*. Urmează în ordine cânepa cu fibre suport, fibrele de lemn obținute prin procedeu uscat și saltelele de celuloză. Se observă și faptul că este eficientă utilizarea unui material termoizolant care nu este livrat în saltele sau plăci, fiind mai eficientă utilizarea materialelor aplicate prin insuflare. Desigur că aplicarea acestor materiale la o clădire reală prezintă anumite limitări, mai ales la termoizolarea pereților verticali, în acest caz fiind necesare spații goale realizate prin construcție.

Pentru optimizarea/creșterea comportării la foc a materialelor termoizolante de origine organic-naturală se utilizează diverse

materiale, introduse în procesul tehnologic de fabricație a acestora. Până de curând au fost utilizate săruri de bor (borati), cu proprietăți antifoc și biocide [11]. Acestea au fost evaluate ca materiale SVHC (substance of very high concern – substanță chimică care stârnește îngrijorare deosebită), utilizarea acestor substanțe nu este complet interzisă, dar este de dorit înlocuirea acestora, deoarece s-a constatat că sunt toxice pentru reproducere [2]. Alte materiale de acest gen folosesc sodă [12]. În ultimul timp se utilizează compuși pe bază de brom, conform Convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți, ratificată de România prin Legea nr. 261/2004 [13].

Este foarte importantă tehnologia de montaj a termoizolațiilor pe bază de materiale de origine organic-naturală. Trebuie respectate toate prescripțiile de montaj și de protecție a muncii în cadrul lucrărilor de construcții. În orice caz trebuie respectat Regulamentul (CE) Nr. 1907/2006 al Parlamentului European și al Consiliului din 18.12.2006 privind înregistrarea, evaluarea, autorizarea și restricționarea substanțelor chimice (REACH), de înființare a Agenției Europene pentru Produse Chimice, de modificare a Directivei 1999/45/CE și de abrogare a Regulamentului (CEE) nr. 793/93 al Consiliului și a Regulamentului (CE) nr. 1488/94 al Comisiei, precum și a Directivei 76/769/CEE a Consiliului și a Directivelor 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE și 2000/21/CE ale Comisiei Europene [14]. Prin aceasta se impune fabricanților să înregistreze substanțele eco toxice folosite în economie, modul de utilizare a acestora, limitarea folosirii de materiale SVHC, dacă se utilizează astfel de substanțe în concentrație mai mare de 0,1 %, utilizatorii urmând a se adresa fabricanților. De asemenea, se impune respectarea Regulamentului (UE) Nr. 528/2012 al Parlamentului European și al Consiliului din 22.05.2012 privind punerea la dispoziție pe piață și utilizarea produselor biocide [15], prin care se reglementează utilizarea unor materiale și produse admise, depozitarea și manipularea acestora precum și utilizarea lor la protecția unor materiale de construcție, cum sunt lemnul și zidăria.

3. Concluzii

■ Reabilitarea energetică a clădirilor cu materiale termoizolante de origine organic-naturală este eficientă din punct de vedere energetic, respectiv al raportului: economie de energie realizată în timp prin funcționarea clădirii anvelopate energetic/cantitate de energie necesară la fabricația materialelor termoizolante de origine organic-naturală.

■ Cele mai eficiente materiale din acest punct de vedere sunt cele care prezintă cea mai mică densitate precum și cea mai mică cantitate de energie primară neregenerabilă necesară pentru producerea lor, precum și acele materiale care nu sunt livrate în saltele sau plăci.

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * *Legea 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor*, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 451 din 23.07.2013.
- [2] * * * *Regulamentul (UE) Nr. 305/2011 Al Parlamentului European și al Consiliului din 9 martie 2011 de stabilire a unor condiții armonizate pentru comercializarea produselor pentru construcții și de abrogare a Directivei 89/106/CEE a Consiliului*, Jurnalul Oficial al Uniunii Europene nr. L88/04.04.2011.
- [3] * * * *Ordinul nr. 2425/2016 al Ministerului Mediului, Apelor și Pădurilor*, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 34 din 12.01.2017.
- [4] Rexroth, Susane, May, Friedrich, Zink, Ulrich, *Izolarea termică a clădirilor – Soluții contemporane și adaptabile*, Editura Matrix Rom, București, 2016, pag. 71.
- [5] * * * *Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor MC001/2006*. Partea I-a – Anvelopa clădirii.
- [6] * * * *Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor MC001/2006*. Partea a II-a – Performanța energetică a instalațiilor din clădiri.
- [7] * * * *Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor MC001/2006*. Partea a III-a – Performanța energetică a instalațiilor din clădiri.
- [8] * * * *G 107/1-1997 Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit*.
- [9] * * * *G107/3-1997 Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor*.
- [10] * * * *G105/5-1997 Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție în contact cu solul*.
- [11] * * * <http://www.sinuc.utilajutcb.ro/SINUC-2011/SECTIA--III/11.III.6.pdf>
- [12] * * * www.naturalplant.ro
- [13] * * * http://mmediu.ro/new/?page_id=1186
- [14] * * * http://www.minind.ro/domenii_sectoare/leg_armonizata/mediu_31_01/REACH_FINAL_TRADUCERE_ROMANA_IER_4_4_07.pdf
- [15] * * * http://insp.gov.ro/sites/Biocide/public_html/Documente/Biocide/CELEX-32012R0528-RO-TXT.pdf

Ing. Doru Cristian BRATU
Director SC Vestconsult RL SRL Reșița, membru AGIR
e-mail: office@vestconsult.ro