



## Toplotne in zvočne izolacije



### Gradnja pasivne hiše

Ciljna energijska učinkovitost hiše je bila doseganje rabe energije

### Ali konstrukcije dihajo?

Čprav le majhen delež vlage prebrzo skozi steno, je iz vsega

### Industrijski betonski tlak

Eden glavnih elementov v

# GELCLAD – NAPREDEN IN EKOLOŠKI FASADNI SISTEM Z NANO IZOLACIJO

Besedilo:

mag. Vladimir Gumilar, univ.  
dipl.inž.gradb., Slovenski  
gradbeni grozd-GIZ

Slovenski gradbeni grozd je septembra zaključil sodelovanje v še enem uspešnem EU projektu, kjer se je priložnost aktivnega sodelovanja ponudila tudi nekaterim našim članom. Sodelovali smo pri razvoju novih, naprednih in visoko zmogljivih izolacijskih fasadnih panelov.

Stavbe prispevajo več kot tretjino svetovne porabe energije in emisij CO<sub>2</sub>. Pomankljivosti ovojnih stavb, npr. slabo ali neizolirani zidovi, največ prispevajo k toplotnim izgubam in povečani rabi toplote (35 %).

EU je vodilna na področju tehnologij za EEB, ki naj bi leta 2026 na trgu pričakovala približno 110 milijard EUR, z gradnjo v EU pa je povezanih več kot 882.000 delovnih mest. Globoka prenova obstoječega stavbnega fonda lahko prihrani 80 % končne porabe energije EU za ogrevanje prostorov do leta 2050. Globoka prenova približno 20 % stavbnega fonda do leta 2030 pa bi prinesla prihranke energije približno v obsegu 750 TWh/leto. Tem strateškim izzivom je bil namenjen razvoj fasadnega sistema GELCLAD.

Cilj projekta GELCLAD je bil razviti in prenesti bližje k trgu nov, cenovno ugoden, pameten in učinkovit modularni panelni fasadni sistem za stavbe, z uporabo super nanoizolacijskega aerogelnega jedra in neprepustnega zunanjskega sloja iz recikliranih polimerov ali lesno-polimernih (recikliranih) kompozitov (ecoWPC).



GELCLAD aerogelna izolacija




Demonstracijski objekt v Španiji

Zastavljeni so bili ambiciozni načrti glede učinkovitosti GELCLAD fasadnega sistema:

- izolacijske lastnosti na podlagi nanotehnologije, ki presega približno 45 % glede na običajne izolacije;
- doseči sprejemljivo ceno in znižati stroške aerogelnega izolacijskega materiala za 1/3;
- trgu ponuditi inovativno in trajno rešitev z življenjsko dobo od 30 do 50 let;
- trgu ponuditi sistem za hitrejšo in manj delovno intenzivno vgradnjo;
- pospešiti uporabo napredne, najsodobnejše nanotehnologije in pametnih materialov ter narediti industrijski preboj s kontinuirano proizvodnjo večslojnega proizvoda.

Da bi dosegli zastavljene cilje, smo v okviru razvojnih aktivnosti morali rešiti številne tehnološke izzive, tudi nekatere, ki jih nismo predvideli v projektni nalogi.

 Projekt je prejel finančno podporo Evropske unije v okviru Programa za raziskave in inovacije Obzorje 2020. št. pogodbe 723425



#### Osnovni podatki o projektu:

**GELCLAD** – Visoko zmogljiv ekološki panelni fasadni sistem in izboljšanimi izolacijskimi lastnostmi z uporabo nano-materialov

(**GELCLAD** - Highly efficient cladding eco-panels with improved nano-insulation properties)

**Program:** Obzorje 2020

**Trajanje:** 2016-2019

**Koordinator in partnerji:** IPN inštitut (Portugalska); skupaj 12 partnerjev iz Portugalske, Španije, Slovenije, Nemčije in Združenega kraljestva

**Pračun projekta:** 5,5 MEUR

Rezultati projekta GELCLAD bodo pomembno vplivali na razvoj fasadnih sistemov v prihodnje.

Iz več kot 100 kompleksnih kombinacij naprednih materialov in sestavin smo uspešno razvili skupino 3 optimiziranih fasadnih sistemov in komponent GELCLAD. Sistem sestavljajo izolacijsko jedro iz aerogela, zunanji zaščitni sloj ter rešitve za montažo. Dodatno smo razvili pametni, prilagodljiv prezračevalni sistem z uporabo kompleksnih kovinskih in polimernih spojin s termičnim spominom.

Za doseganje visoke izolativnosti smo razvili izolacijsko jedro iz ekstrudirane aerogelne pene (ang. Foamable Extrudable Aerogel). Po testiranju več kot 70 formulacij je bila kot najboljši kandidat za industrijsko proizvodnjo pri sobni temperaturi izbrana aerogelna pena z gostoto okoli 130 kg/m<sup>3</sup> in toplotno prevodnostjo 15 mW/mK. Receptura za aerogelno peno je ključni tehnološki rezultat projekta in je zaščitena oziroma industrijska lastnina podjetja, ki je recepturo razvilo. Za izdelavo izolacijskih panelov smo razvili inovativno tehniko ekstrudiranja in jo preskusili v pilotni industrijski proizvodnji. Aerogelno peno je namreč možno iztisniti in/ali brizgati. Razvita rešitev predstavlja velik tehnološki preskok v uporabi aerogelov v praksi. S tehnologijo smo se zelo približali ostalim izolacijskim materialom, kar se tiče proizvodnje, obdelave in vgradnje, z industrijsko proizvodnjo pa bo tudi cenovno konkurenčna.

Zunanji zaščitni sloj GELCLAD sistema predstavljajo novi, okolju prijazni in modularni paneli iz penjenega ekološkega lesno plastičnega kompozita na osnovi lesnih vlaken, bio in/ali recikliranih polimerov ter funkcionalnih dodatkov. Razvili smo več opcij za izvedbo GELCLAD fasadnega sistema, z različnimi načini montaže ter detajlnimi rešitvami za novogradnjo in obnovo objektov.

V podporo arhitekturnemu in tehničnemu načrtovanju ter demonstraciji GELCLAD sistema smo izdelali 2D načrte in 3D/BIM modele komponent in ključnih rešitev. Uporabo rešitev pa smo modelirali v okviru virtualnih modelov stavb, ki bodo na voljo za uporabo z VR in AR orodji.



GELCLAD fasadni panel

Na področju proizvodnih tehnologij smo razvili različne sisteme izdelave GELCLAD panelov. Poleg novih orodij za koekstrudiranje smo razvili napredne tehnološke rešitve za proizvodnjo, ki omogočajo sočasno proizvodnjo vseh slojev panela, to je izolacijskega jedra in plasti okvirja. Vzpostavili smo tri različne pilotne proizvodnje, v Veliki Britaniji, Sloveniji in Nemčiji. S tem smo uspešno preizkusili razvite industrijske rešitve in GELCLAD sistem približali



Design By  
GarcíaRama

GELCLAD detajli

Lastnosti	Enote	Standardi	Vrednosti	Podrobnosti
Dimenzije	mm		2000 [nominalna dolžina]*	* spremenljiva – rez je možen na poljubno vrednost
			350 [nominalna širina]	** za 30 ali 50 mm debelo aerogel izolacijo
Teža	kg/m <sup>2</sup>		6 or 8 [nominalna debelina]**	stranska povezava z jezikom in žlebom optimalna debelina izolacije [30 ali 50 mm]
			12,4	[za 30 mm debelino aerogela]
Gostota	kg/m <sup>3</sup>		14,8	[za 50 mm debelino aerogela]
			221,1	[za 30 mm debelino aerogela]
Toplotna odpornost (U vrednost – brez prispevka opečnega ali betonskega zidu)	[m <sup>2</sup> ·K)/W W/(m <sup>2</sup> ·K)	EN 12667 EN 12939 EN 12664 EN ISO 8990 EN ISO 10211	194,5	[za 50 mm debelino aerogela]
			2.40 (< 0.39)	zaščitni sloj + 30mm aerogelno jedro
			3.33 (< 0.29)	zaščitni sloj + 50mm aerogelna izolacija
			6.67 (< 0.15)	zaščitni sloj + 100mm aerogelna izolacija
Odziv na ogenj	Razred	EN 13501-1 EN 13823 EN ISO 11925-2	B, s3-d0	
Zvočna izolacija (Izolacija pred zvokom v zraku)	ΔR <sub>w</sub> vrednost	EN ISO 10140-1 EN ISO 10140-2 EN ISO 717-1 EN ISO 717-2	1dB	ovrednotena zvočna izolativnost R <sub>w</sub>
Prepustnost za vodo		EN 12865 Postopek A	Tesnost do 1200 Pa	
Nosilnost pri vetrni obtežbi	Upor zunanjskega zaščitnega sloja stene proti dežju pri spreminjanju tlaku zraka			
	Tlak pri poružitvi	Pa	>2000	
	Tip porušitve		Brez porušitve	
	Maksimalni upogib v odvisnosti od obtežbe	mm	Aneks EAD DP 17-04-0914-0404.	1 to 10
	Trajna deformacija v odvisnosti od obtežbe		0.5 to 1.7	Brez pomembne stalne deformacije (brez vidnih deformacij) na katerikoli komponenti
Utrujanje materiala pri vetrni obtežbi	Trajna deformacija v odvisnosti od obtežbe	mm	Aneks EAD DP 17-04-0914-0404.	Maksimalna deformacija panela po številu ciklov: 6.5 Trajna deformacija < 1
				Paneli so se povrnil v osnovno stanje po razbremenitvi obtežbe. To potrjuje, da je trajna deformacija majhna oziroma nepomembna.

masovni industrijski proizvodnji.

V okviru LCA in LCRA analize smo ovrednotili konservativne in ambiciozne scenarije za različne sestave, zasnove in življenjsko dobo različnih GELCLAD panelov in sistema in jih primerjali z rešitvami oziroma izdelki, ki so na trgu. Rezultati so pokazali, da bodo lahko paneli GELCLAD proizvedeni v masovnem obsegu, z doseganjem načrtovane življenjske dobe lahko konkurenčni tako glede okoljskih karakteristik kot tudi glede cene.

GELCLAD fasadni sistem, posamezne elemente in pametni prezračevalni sistem smo preizkusili v akreditiranih laboratorijih, v skladu z relevantnimi EN in ISO standardi. Tehnične podatkovne liste, podatke o uporabljenih materialih, naprednih proizvodnih tehnologijah in tehnoloških pogojih za proizvodnjo in montažo smo zbrali in pripravili za podporo v procesu certificiranja.

Panele GELCLAD fasadnega sistema smo v polni velikosti namestili na zgradbi realne velikosti v Gijonu v Španiji in na



Prototipi GELCLAD panelov

demonstracijski fasadi podjetja JUB. Oba demonstracijska objekta smo uporabili za usposabljanje za montažo ter za meritve in ocenjevanje doseženih lastnosti. Dodatni validacijski testi, narejeni v Coimabri na Portugalskem, so pokazali visoko stopnjo toplotnega izboljšanja, ki je bila dosežena med obnovo originalnega zidu stavbe.

GELCLAD projekt in rezultate smo predstavili na številnih konferencah, delavnicah in sejmih. Za informiranje širšega kroga deležnikov pa smo uporabili različna promocijska orodja, medije in socialna omrežja. Skupaj smo izvedli več kot 300 dejavnosti razširjanja informacij o projektu in dosegli več kot 50.000 deležnikov. Koordinator in projektni partnerji smo bili še posebej dejavni pri mreženju z drugimi raziskovalnimi in razvojnimi projekti H2020 na področju nanomaterialov v okviru skupine AMANAC.

Z GELCLAD fasadnim sistemom je mogoče doseči cenovno ugodne preнове stavb in skoraj nič energijske gradnje ter cilje, ki jih opredeljuje direktiva EPBD. Rezultati projekta GELCLAD predstavljajo velik tehnološki napredek, ki s številnimi rešitvami presega ali pa vsaj izziva trenutno stanje stroke na tem področju. S prenosom v industrijsko proizvodnjo pa bo tudi cenovno konkurenčen obstoječim sistemom na trgu ob višji izolativnosti in trajnosti.

### V GELCLAD projektu so sodelovali štirje partnerji iz Slovenije:

 <b>SGGUCS</b> SLOVENSKI GRADBENI GROZD CONSTRUCTION CLUSTER OF SLOVENIA	SLOVENSKI GRADBENI GROZD je v projektu sodeloval na področju diseminacije in eksploatacije rezultatov ter pri načrtovanju rešitev fasadnega sistema.
 <b>Marko Kramar arhitekt</b>	Marko Kramar, arhitekt s.p. je kot član grozda sodeloval pri zasnovi, arhitekturnem in tehničnem načrtovanju fasadnega sistema ter razvoju BIM modela in podpore.
 <b>NAVODNIK</b> kemijski inženiring, d.o.o.	Podjetje Navodnik d.o.o. je sodelovalo pri razvoju aerogelnega materiala, panelov, razvoju tehnologije koekstruzije in vzpostavitvi pilotne proizvodnje.
	JUB je sodeloval pri razvoju fasadnega sistema, sistemih montaže, preizkušanju v klimatski komori ter izvedbi pilotne fasade na demonstracijski fasadi v tehnološkem centru v podjetju.

### Novice iz SGG

Vabilo na seminar:

#### Kaj morajo ključni kadri v podjetju vedeti o krožnem gospodarstvu

Seminar o krožnem gospodarstvu je namenjen podjetjem, ki želijo dobiti vpogled v aktualne izzive sektorja, ki jih prinaša krožno gospodarstvo, ter pristope in o tem kako jih izkoristiti za rast in konkurenčnost. Seminar bo izveden 6. decembra 2019 v Ljubljani. Podrobnosti in prijava na spletni strani: [www.sgg.si/aktualno](http://www.sgg.si/aktualno)