



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS

Projekts (vienošanās Nr. 2011/0003/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/041)

**ES energoefektivitātes un optimāla telpu mikroklimata prasībām atbilstoša
kompozīta ēkas ārsienas konstruktīvā risinājuma no vietējām izejvielām
izstrāde, izmantojot multifizikālās modelēšanas metodi**

Informatīvā atskaite

Aktivitāte 2.2.

**„Konstrukcijas īpašību skaitliskā optimizācija, izmantojot aktivitāšu 1.3 un 1.4
rezultātus un ar izveidotā modeļa palīdzību nosakot tādus lielformāta mūra materiālu
mikro- un makrostruktūras raksturlielumus, kas nodrošina izstrādātajiem kritērijiem
atbilstošus dinamiskos siltuma, skaņas, mitruma un gaisa apmaiņas parametrus.”**

Aktivitātes periods: 01.04.2012 – 31. 12. 2012

Zinātniskais vadītājs: A. Jakovičs

Rīgā, 2013.g. martā

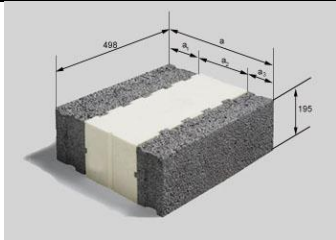
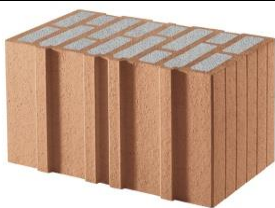
Saturs

1. Pārskats par ārējo norobežojošo konstrukciju ar lielformāta elementiem konstruktīvajiem risinājumiem	3
2. Optimizēti lielformāta mūra elementi	10

1. Pārskats par ārējo norobežojošo konstrukciju ar lielformāta elementiem konstruktīvajiem risinājumiem

Lai izvēlētos Latvijas klimatiskajiem apstākļiem piemērotus ārējo norobežojošo konstrukciju risinājumus, kuros tiek izmantoti lielformāta elementi, tika veikta publiskajos informācijas avotos pieejamo piedāvājumu atlase un analīze, kuras mērķis bija izvēlēties tādus (galvenokārt no vietējām izejvielām izgatavotus elementus), kuri ir perspektīvi padziļinātai izpētei un optimālu risinājumu izstrādei, izmantojot matemātiskās modelēšanas pieeju. Sekojošajā tabulā 1.1. tādējādi atspoguļoti tipiskie šādu lielformāta elementu varianti, īsi raksturojot gan to īpašības (tai skaitā arī siltuma vadītspējas un siltuma caurlaidības īpašības), gan arī to potenciālās priekšrocības un trūkumus praktiskajā izmantošanā.

Tabula 1.1. Ārējo norobežojošo konstrukciju lielformāta būvelementu raksturojums

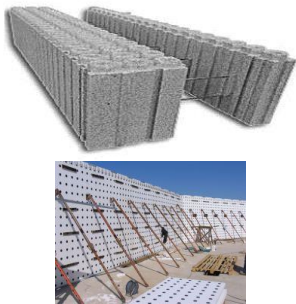
Produkta nosaukums/ papildus informācija internetā	Mērvienība	Fibo www.fibo.lv	Poroton-T7-42,5-P http://www.wienerberger.de
Attēli			
Augstums	m	0,195	0,249
Garums	m	0,498	0,248
Biezums	m	0,42	0,425
Sausā elementa ekvivalentā siltuma vadītspēja, l0	W/m·K	0,055	0,070
Siltuma caurlaidība, U	W/m²·K	0,13	0,165
Siltumpretestība, R	m²·K/W	7,69	6,07
Svars	kg	16,90	15,80
Tilpummasa	kg/m³	414	602
Spiedes izturība	MPa	3	5
Ūdens tvaika caurlaidības koeficients	mg/m·Pa·h	0,02	0,16
Komentāri		Putuplastam ļoti maza tvaiku caurlaidība - tas darbojas kā tvaika barjera (ārējais bloks 9 cm, putuplasts 20 cm, iekšējais bloks 13 cm)	Bloku dobumi pildīti ar perlītu

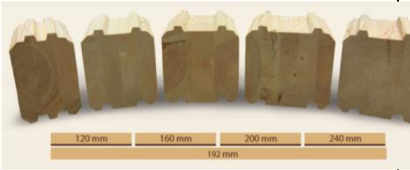
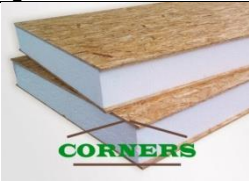
Priekšrocības		Mitruma un sala izturīgi, ugunsizturīgi, salīdzinoši viegli. Mūrim nav nepieciešama papildu siltināšana, nodrošina lielu siltumpretestību un novērš aukstuma tiltus.	Ekoloģisks materiāls ar minerālmateriāla pildījumu, neliels svars, lieli izmēri, iespējama izmēru dažādība un to saskaņošana, vertikāla bloku savienošana, neizmantojot javu. Efektīva siltumizolācija un akumulācija - liela siltuma inerce.
Trūkumi		Putu polistirolam ir zema tvaiku caurlaidība - mājā jāveido sarežģīta vēdināšanas sistēma. Maza mehāniska izturība.	Zema mehāniskā izturība, apgrūtināta standarta dībeļu iestiprināšana sienā.

Produkta nosaukums/ papildus informācija internetā	Mērvienība	Poroton-T7-42,5-MW http://www.wienerberger.de	Poroton - Plan-T8-42,5 http://www.wienerberger.de
Attēli			
Augstums	m	0,249	0,249
Garums	m	0,248	0,248
Biezums	m	0,425	0,425
Sausā elementa ekvivalentā siltuma vadītspēja, l0	W/m·K	0,070	0,080
Siltuma caurlaidība, U	W/m²·K	0,165	0,188
Siltumpretestība, R	m²·K/W	6,07	5,31
Svars	kg	15,90	15,70
Tilpummasa	kg/m³	606	598
Spiedes izturība	MPa	7	5
Ūdens tvaika caurlaidības koeficients	mg/m·Pa·h	0,16	0,16
Komentāri		Dobumi pildīti ar akmens vati.	Nav pildīts - ļoti liela dobumu daļa un plānas keramikas sienīņas.
Priekšrocības		Ekoloģisks materiāls ar minerālo pildījumu, neliels svars, lieli izmēri, iespējama izmēru dažādība un to saskaņošana, vertikāla bloku savienošana, neizmantojot javu. Efektīva siltumizolācija un akumulācija.	Neliels svars, lieli izmēri, izmēru dažādība un to saskaņošanas iespējas, vertikāla bloku savienošana, neizmantojot javu. Efektīva siltumizolācija un akumulācija.
Trūkumi		Zema mehāniskā izturība, apgrūtināta standarta dībeļu iestiprināšana sienā.	Maza mehāniskā izturība, apgrūtināta standarta dībeļu iestiprināšana sienā.

Produkta nosaukums/ papildus informācija internetā	Mērvienība	ThermoPlan® MZ10 http://www.ziegelwerk-bellenberg.de	AEROC EcoTerm Plus 500 http://www.aeroc.lv
Attēli			
Augstums	m	0,249	0,2
Garums	m	0,248	0,6
Biezums	m	0,425	0,5
Sausā elementa ekvivalentā siltuma vadītspēja, l0	W/m·K	0,100	0,085
Siltuma caurlaidība, U	W/m²·K	0,235	0,70
Siltumpretestība, R	m²·K/W	4,25	5,88
Svars	kg	19,70	19,80
Tilpummasa	kg/m³	751	350
Spiedes izturība	MPa	15	1,8
Ūdens tvaika caurlaidības koeficients	mg/m·Pa·h	0,16	0,26
Komentāri		Pildīts ar akmens vati, bet ir biezas ārsienas, kas palielina spiedes izturību.	Monolīts, bet ļoti porains produkts.
Priekšrocības		Ekoloģisks materiāls ar minerālo pildījumu, lieli izmēri, izmēru dažādība un to saskaņošanas iespējas, vertikāla bloku savienošana, neizmantojot javu. Efektīva siltumizolācija un akumulācija.	Lieli izmēri, izmēru dažādība un to saskaņošanas iespējas, efektīva siltumizolācija un akumulācija, viegli mehāniski apstrādājams materiāls.
Trūkumi		Sarežģīta mehāniskā apstrāde.	Maza mehāniskā izturība, apgrūtināta standarta dībeļu iestiprināšana sienā, liels līdzsvara mitruma saturs.

Produkta nosaukums/ papildus informācija internetā	Mērvienība	texoBLOCK Grand http://www.texoblock.com	Thermiblock - S Super 38/19 http://www.thermibloc.fr
Attēli			
Augstums	m	0,25	0,25
Garums	m	0,6	1
Biezums	m	0,4	0,38
Sausā elementa ekvivalentā siltuma vadītspēja, l0	W/m·K	0,104	0,068
Siltuma caurlaidība, U	W/m²·K	0,260	0,180
Siltumpretestība, R	m²·K/W	3,85	5,56
Svars	kg	24,00	21,00
Tilpums	kg/m³	400	221
Spiedes izturība	MPa	2,5	atkarībā no betona markas
Ūdens tvaika caurlaidības koeficients	mg/m·Pa·h	0,26	0,02 polistirols / 0,11 fibrolīts
Komentāri		Monolīts, bet ļoti porains produkts.	Pildīts ar putu polistirolu un tukšumi tiek iepildīti ar betonu (skaidu betona sienu biezums 6,4 cm + putupolistirola slāņa biezums 19,4 cm + betona tukšumu biezums 12 cm).
Priekšrocības		Lieli izmēri, iespējama izmēru dažādība un to savstarpēja saskaņošana, efektīva siltumizolācija un liela termiskā inerce, viegli mehāniski apstrādājams materiāls.	Celtniecības ātrums, efektīva siltuma izolācija un akumulācija -liela siltuma inerce.
Trūkumi		Maza mehāniskā izturība, apgrūtināta standarta dībeļu iestiprināšana sienā, augsts līdzsvara mitruma saturs.	Samazināta tvaiku caurlaidība, grūti veidot sarežģītas konstrukcijas.

Produkta nosaukums/ papildus informācija internetā	Mērvienība	Celtniecības bloki DURISOL - DSs 37.5/12 www.durisolnami.lv	Tenapor veidņu sistēmas http://www.tenapors.com
Attēli			
Augstums	m	0,25	0,3
Garums	m	0,498	1,2
Biezums	m	0,375	0,45
Sausā elementa ekvivalentā siltuma vadītspēja, l0	W/m·K	0,073	0,072
Siltuma caurlaidība, U	W/m²·K	0,194	0,160
Siltumpretestība, R	m²·K/W	5,15	6,25
Svars	kg	15,00	
Tilpummasa	kg/m³	321	0
Spiedes izturība	MPa	atkarībā no betona markas	atkarībā no betona markas
Ūdens tvaika caurlaidības koeficients	mg/m·Pa·h	0,02 polistirols / 0,11 fibrolīts	0,02
Komentāri		Karkass - 90% skujkoku skaidas, 8% minerālvielas, 2% cements. Pildīts ar putu polistirolu un tukšumi tiek piepildīti ar betonu (skaidu betona sienīņu biezums 8cm + putupolistirola slāņa biezums 17,5 cm + tukšumu biezums betonam 12cm).	Iespējams izgatavot dažāda izmēra putu polistirola veidņus, kuri objektā tiek piepildīti ar betonu (piem. ārēja putu polistirola slāņa biezums 15 cm + betona kārtā 25cm + iekšēja putu polistirola slāņa biezums 5 cm).
Priekšrocības		Celtniecības ātrums, efektīva siltuma izolācija un akumulācija.	Elementu nelielā masa dod iespēju būvēt dzelzsbetona karkasa ēkas bez smagās tehnikas, maza darbietilpība, siltumizolācijas īpašības dod iespēju betonēšanas darbus arī negatīvā temperatūrā veikt bez betona sildīšanas, konstruktīvos elementus var izgatavot dažādas formas un garuma, līdz ar to tiek nodrošinātas plašas arhitektoniskās iespējas.
Trūkumi		Samazināta tvaiku caurlaidība, grūti veidot sarežģītas konstrukcijas.	Maza ūdens tvaiku caurlaidība, grūti veidot sarežģītas konstrukcijas, uguns nedrošs materiāls.

Produkta nosaukums/ papildus informācija internetā	Mērvienība	Frēzbaļķi http://www.dores.lv	Vieglas konstrukcijas (ar putu polistiroļu) http://www.corners.lv
Attēli			
Augstums	m	0,192	1,25
Garums	m	3	2,5
Biezums	m	0,24	0,227
Sausā elementa ekvivalentā siltuma vadītspēja, l0	W/m·K	0,090	0,040
Siltuma caurlaidība, U	W/m²·K	0,375	0,176
Siltumpretestība, R	m²·K/W	2,67	5,68
Svars	kg	65,00	60,00
Tilpummasa	kg/m³	470	85
Spiedes izturība	MPa	4,45	
Ūdens tvaika caurlaidības koeficients	mg/m·Pa·h	0,06	0
Komentāri			
Priekšrocības		Koka šūnu struktūra regulē ēku mitrumu un pozitīvi ietekmē mikroklimatu, var ātri būvēt.	Ātrums, precizitāte, efektīva siltuma pretestība, būvniecība nav ierobežota ar laika apstākļiem.
Trūkumi		Nepieciešama papildus siltināšana, lai atbilstu Latvijas Būvnormatīvam LBN 002-01, uguns nedrošs materiāls.	Uguns nedrošs materiāls, maza siltuma ietilpība, nav ūdens tvaiku caurlaidības - jāveido sarežģīta ventilācijas sistēma.

Produkta nosaukums/ papildus informācija internetā	Mērvienība	Vieglas konstrukcijas (ar akmens vati)
Attēli		
Augstums	m	1
Garums	m	1
Biezums	m	0,227
Sausā elementa ekvivalentā siltuma vadītspēja, l0	W/m·K	0,050
Siltuma caurlaidība, U	W/m ² ·K	0,220
Siltumpretestība, R	m ² ·K/W	4,54
Svars	kg	
Tilpummasa	kg/m ³	
Spiedes izturība	MPa	
Ūdens tvaika caurlaidības koeficients	mg/m·Pa·h	0
Komentāri		
Priekšrocības		Liels būvniecības ātrums un precizitāte, var sasniegt mazu siltuma caurlaidību, būvniecību neierobežo laika apstākļi.
Trūkumi		Uguns nedrošs materiāls, maza siltuma ietilpība, maza ūdens tvaiku caurlaidība, kas jāņem vērā arī veidojot ventilācijas sistēmu.

2. Plānas ārējās un iekšējās sieniņas padarīja bloku trauslu un sarežģīja celtniecības darbus un pasliktināja sienu ekspluatācijas apstākļus praksē.
3. Vienmērīgs sieniņu sadalījums neņēma vērā siltuma enerģijas akumulācijas priekšrocības, ēkas ekspluatācijas laikā mainīgos āra temperatūras apstākļos.

Paredzēts, ka piedāvātās konstrukcijas blokiem dobumi tiks aizpildīti ar siltuma izolējošo materiālu (akmens vates pulveri, perlītu, putuplasta granulām vai tml.). Iepildīšanu var nodrošināt gan bloku ražotājs, veicot to industriāli, gan celtnieki ēkas celtniecības laikā būvlaukumā. Bloka ārējais rievojums shematiskajā attēlā nav parādīts.

Pateicoties bloka konstrukcijai, tas būs spējīgs nodrošināt gan ēkas mehāniskās stiprības un energoefektivitātes prasības, gan sekmēt optimāla mikroklimata uzturēšanu:

1. 440 mm biezs slānis ir vieglas konstrukcijas slānis (tukšumu saturs 55-60%), kas, pēc dobumu piepildīšanas, nodrošinās labas siltuma izolācijas īpašības – nebūs nepieciešama papildus siltuma izolācija.
2. 70 mm biezs iekšējais slānis ir ar palielinātu keramikas saturu (tukšumu saturs 35%), nodrošinās siltuma enerģijas akumulāciju un (pateicoties keramikas poru struktūrai) gaisa mitruma satura regulēšanu.

Blīvāks iekšējais slānis atrisina arī ēkas ekspluatācijas problēmu – slānim ar biezākām sieniņām ir augstāka mehāniska izturība - tādā sienā būs vienkāršāk iestrādāt visus nepieciešamos stiprinājumus. Iekšējā slāņa dobumos var potenciāli iestrādāt gan siltuma izolācijas materiālu, gan arī fāzu maiņas materiālu, kas pateicoties fāzu pārejas procesiem sekmēs papildus temperatūras stabilizāciju telpā.

Bloka ārējā sieniņa ir biezāka nekā sieniņas starp kerniem jeb tehnoloģiskajiem tukšumiem. Tik bieza sieniņa ir vajadzīga bloka kopējās mehāniskās stiprības nodrošināšanai, bet plānas iekšējās sieniņas un to izvietojums samazina bloka siltuma caurlaidību, jo būtiski mazina siltuma tiltu ietekmi.

Izstrādes rezultātā rekomendējamie šāda bloka parametri ir sekojoši:

- bloka izmēri 245x510x248 mm,
- keramikas blīvums 1460 kg/m^3 ,
- bloka svars 21,6 kg,
- bloka tilpummasa 707 kg/m^3 .