



Izglītības un zinātnes ministrija



Studiju un zinātnes
administrācija

Valsts pētījumu programma :

Inovatīvi materiāli un viedās tehnoloģijas vides drošumam (IMATEH)

Projekts:

**Inovatīvi un daudzfunkcionāli kompozītmateriāli ilgtspējīgām būvēm no
vietējām izejvielām**

Priekšlikumi LBN 002 papildināšanai par dabisko šķiedru
kompozītu būvmateriālu siltumtehniskām īpašībām

Sagatavoja: Mg.sc.ing. Māris Šinka

Projekta vadītāja: Prof. Diāna Bajāre

Rīga, 2017

Saturs

Darba mērķi un uzdevumi	3
1. LBN 002-15 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" analīze.....	4
2. Dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu siltumtehnisko īpašību apkopojums	6
3. Priekšlikumi LBN 002-15 papildināšanai par dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu siltumtehniskām īpašībām	8
Izmantotā literatūra.....	9

Darba mērķi un uzdevumi

MĒRĶIS:

Priekšlikumu izstrāde LBN 002-15 papildināšanai par dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu siltumtehniskām īpašībām

UZDEVUMI:

1. Apskatīt un analizēt LBN 002-15 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" par iespējām veikt papildinājumus, lai iekļautu informāciju par dabisko šķiedru kompozītiem būvmateriāliem
2. Apkopot galvenās šo materiālu siltumtehniskās īpašības no iepriekš veiktajiem eksperimentiem un literatūras
3. Sniegt priekšlikumus LBN 002-15 papildināšanai par dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu siltumtehniskām īpašībām

1. LBN 002-15 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" analīze

Latvijas būvnormatīvs LBN 002-15 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" (iepriekšējais LBN 002-01 2015. gadā tika nomainīts pazeminot normatīvās un maksimālās siltuma caurlaidības koeficienta U vērtības) nosaka ēku ārējo norobežojošo konstrukciju būvelementu siltumtehniskās projektēšanas kārtību jaunbūvējamām, pārbūvējamām un atjaunojamām apkurināmām ēkām. Būvnormatīvā dotas gan prasības, kādām jāatbilst ēkām, gan arī šo prasību aprēķina metodika.

Normatīvā saistībā ar dabīgo šķiedru būvmateriāliem saistoši ir sekojošie punkti:

“21. Būvmateriāliem, kuru galvenā funkcija būvelementā nav siltumizolācija un atbilstības novērtēšanas procesā to siltumtehniskās īpašības netiek apliecinātas, aprēķina siltumvadītspējas un citu siltumtehnisko raksturlielumu vērtības nosaka saskaņā ar šī būvnormatīva pielikuma 7.tabulu.”

“29. Viendabīgiem būvmateriāliem un siltumizolācijas materiāliem ūdens tvaika pretestību nosaka, izmantojot formulu (5):

$$s_d = \mu \times d, \text{ kur (5)}$$

s_d - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla ūdens tvaika pretestības gaisa difūzijas ekvivalents (m);

μ - ūdens tvaika pretestības faktors, kuru nosaka saskaņā ar standartu LVS EN 12086:2014 L "Siltumizolācijas materiāli lietošanai būvniecībā". Ūdens tvaika pārvades raksturojumu noteikšana vai saskaņā ar šī būvnormatīva pielikuma 6. un 7. tabulu, kur noteiktas m vērtības viendabīgiem būvmateriāliem un siltumizolācijas materiāliem; akmens un stikla vatei bez pārklājuma $\mu = 1$;

“53. Reglamentētajā sfērā lietojamiem būvmateriāliem un būvizstrādājumiem, kuru atbilstība nav apliecināta kā siltumizolācijas materiāliem saskaņā ar regulu (ES) Nr. 305/2011, aprēķina siltumvadītspēju λ_d nosaka saskaņā ar šī būvnormatīva pielikuma 7. tabulu.”

7. tabula

Būvmateriālu un citu materiālu siltumtehniko raksturlielumu aprēķina vērtības (piemērs)

Nr. p.k.	Materiālu grupa	Materiāls	Blīvums $\rho_0(\text{kg/m}^3)$	Siltumvadītspēja $\lambda_d \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$	Īpatnējā siltumietilpība $c \text{ J}/(\text{kg} \times \text{K})$	Ūdens tvaika pretestības faktors μ
2.	Koks un materiāli uz tā bāzes	viendabīgs koks	150	0,07	1610	40

53. punktā tā kā kaņepju betons saskaņā ar regulu (ES) Nr. 305/2011 nav reglamentētajā sfērā, taču to var un galvenokārt lieto kā siltumizolācijas materiālu, tā siltumvadītspējai jābūt norādītai būvnormatīva 7. tabulā, lai to varētu izmantot. Tā pati situācija ir 21. punktā, ja kaņepju betona galvenā funkcija būvelementā nav siltumizolācija. 29. punktā nepieciešamais ūdens tvaika pretestības faktors nav ražotājam obligāti deklarējams, tāpēc tam ir jābūt norādītam 7. tabulā.

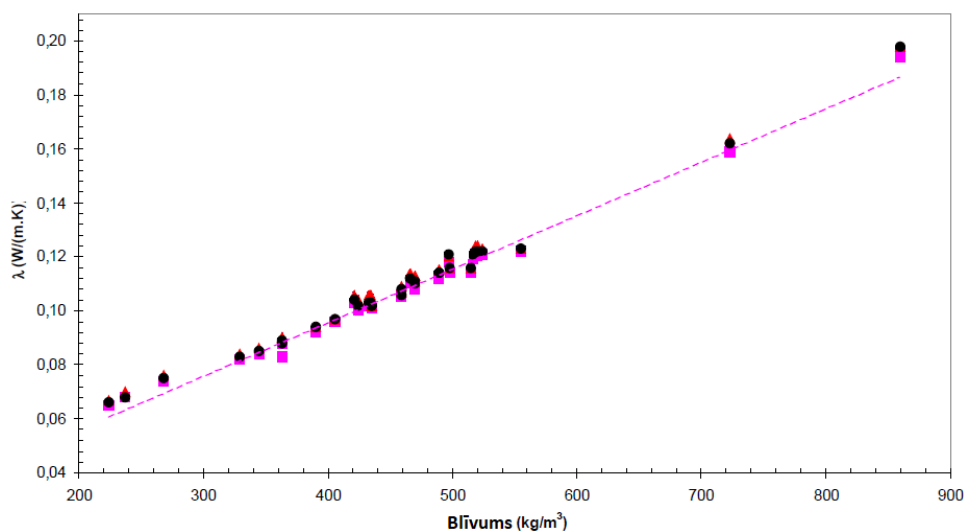
Tā kā šobrīd tabulā ar nosaukumu *Būvmateriālu un citu materiālu siltumtehniko raksturlielumu aprēķina vērtības* nav atrodamas kaņepju betona siltumtehniko raksturlielumu aprēķina vērtības, būvnormatīvs ir jāpapildina ar šādu informāciju (sk. 7. Tabula). Šāda papildināšana ļaus daudz plašāk pielietot šo vietējās izcelsmes būvmateriālu, jo gan projektētājiem, gan potenciālajiem pasūtītājiem būs daudz pieejama nepieciešamā informācija, un neradīsies šķēršļi pilnvērtīgai šādu materiālu integrēšanai būvprojektā.

2. Dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu siltumtehniko īpašību apkopojums

Kaņepju betons ir dabisko šķiedru kompozīts un pašnesošs siltumizolācijas materiāls, kas veidots no lauksaimniecības blakusproduktiem – kaņepju spaļiem kā pildvielas un kaļķa vai hidrauliska kaļķa saistvielas. Kaņepju spaļu augstā porainība un mazie poru izmēri nodrošina materiālam zemu siltumvadītspēju, vienlaikus nodrošinot augstu ūdens tvaiku caurlaidību. Arī izmantotā kaļķu bāzes saistviela ir ar augstu ūdens tvaiku caurlaidību, tādējādi arī kaņepju-kaļķa biokompozītam ir nodrošināta augsta ūdens tvaiku caurlaidība.

Kaņepju betona blīvums un ar to saistītās īpašības ir atkarīgas no iestrādes metodes un paredzamā pielietojuma. Dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālus iespējams izgatavot pēc dažādiem paņēmieniem, piem., iestrādājot objektā uz vietas veidņiem, iestrādājot paneļos rūpnieciski vai ar izmantojot saspīestā gaisa metodi. Atbilstoši izmantotai metodei, mainās dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu blīvums. Arī izvēlētais dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu pielietojums izvirza prasības noteiktām īpašībām – blīvumam un spiedes pretestībai, kā arī citām īpašībām, ko var variēt, ar pievienotās saistvielas veidu un daudzumu.

Dabisko šķiedru kompozītu būvmateriāli (kaņepju betons) tiek izgatavoti ar blīvuma diapazonā no 250 – 500 kg/m³. Dabisko šķiedru kompozītu būvmateriāli ar blīvumu 210 kg/m³ nerasniedz pietiekoši augstas stiprības īpašības, savukārt dabisko



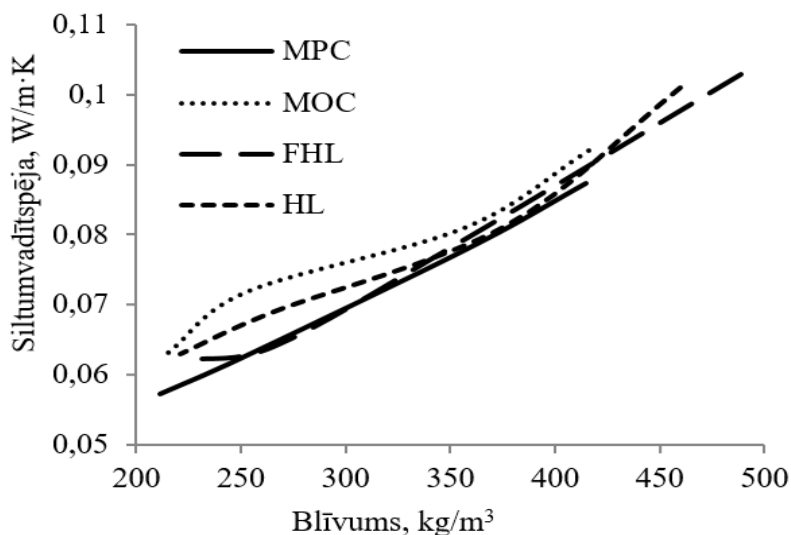
Attēls 1. Blīvuma un siltumvadītspējas attiecība kaņepju betonam (Cérézo, 2005)

šķiedru kompozītu būvmateriāliem ar blīvumu virs 500 kg/m^3 to siltumvadītspēja ir pārāk augsta, lai materiāls tiktu izmantots lietderīgi. Dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu blīvuma pieaugums lineāri korelē ar siltumvadītspējas pieaugumu, diapazonā no $200 - 600 \text{ kg/m}^3$. Šo attiecību labi ilustrē Cerezo pētījuma rezultāti Attēlā 1. (Cérézo, 2005), šādu pašu attiecību var atrast arī citu autoru pētījumos (Walker and Pavía, 2014)(Collet and Pretot, 2014)(Collet, 2017).

Arī eksperimentālie pētījumi ar dažādām saistvielām un Latvijā audzētiem kaņepju spaļiem apstiprina šo attiecību, Attēlā 2. redzama dažādu kaļķa un magnija saistvielu kaņepju betona blīvuma-siltumvadītspējas attiecība (Sinka et al., 2017), arī iepriekšējie pētījumu rezultāti iekļaujas šajā attiecībā (M Sinka et al., 2015; M. Sinka et al., 2015; Sinka and Sahmenko, 2013).

Par atskaites lielumu tiek pieņemti divi raksturīgie kaņepju betona (dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu) blīvumi – 250 un 500 kg/m^3 . Vadoties pēc apkopotās informācijas, tiek noteikta siltumvadītspēja blīvuma diapazonā $0,06$ un $0,12 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu īpatnējā siltumietilpība un ūdens tvaiku pretestības faktors tiek noteikts pie izvēlētajiem raksturīgajiem blīvumiem. Īpatnējā siltumietilpība materiālam ar blīvumu 250 kg/m^3 ir $1300 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, bet ar blīvumu 500 kg/m^3 - $1700 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ (Collet, 2017; Martínez, 2017). Ūdens tvaiku pretestības faktors μ saskaņā ar pētījumiem, dabisko šķiedru kompozītu būvmateriāliem ar blīvumu 250 kg/m^3 ir 3 , bet ar blīvumu 500 kg/m^3 - 5 (Evrard, 2008)(Walker and Pavía, 2014)(Collet, 2017).



Attēls 2. Blīvuma un siltumvadītspējas attiecība kaņepju betonam no Latvijā audzētiem kaņepju spaļiem (Sinka et al., 2017)

3. Priekšlikumi LBN 002-15 papildināšanai par dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu siltumtehniskām īpašībām

Saskaņā ar iepriekš analizēto un apkopoto informāciju, LBN 002-15 papildināšana par dabisko šķiedru kompozītu būvmateriālu siltumtehniskām īpašībām saistīta ar LBN 002-15 normatīva 7. tabulas papildināšanu ar attiecīgajām dabisko šķiedru kompozītu būvmateriāla, šajā gadījumā kaņepju betona, siltumtehniskajām īpašībām. Visatbilstošākā materiālu grupa ir Nr. 5. Betoni, jo šeit ir iekļauti salīdzinoši līdzīgi materiāli, tikai ar zemākām siltumtehniskajām īpašībām – skaidbetoni ar dažādiem blīvumiem un māla / salmu kompozīti.

7. tabula

Būvmateriālu un citu materiālu siltumtehnisko raksturlielumu aprēķina vērtības

Nr. p.k.	Materiālu grupa	Materiāls	Blīvums ρ_0 (kg/m ³)	Siltumvadītspēja λ_d W/(m x K)	Īpatnējā siltumietilpība c J/(kg x K)	Ūdens tvaika pretestības faktors μ
5.	Betoni	lietie betoni ar šķembām vai oļiem	1600	0,7	1080	100
			2400	2,0	1060	130
		dzelzsbetons	2500	2,0	840	100
		māls ar salmiem	800	0,4	1260	-
		skaidbetons	800	0,3	1460	2
			1000	0,4	1520	2,5
		izdedžbetons	1400	0,93	840	30

LBN 002-15 7. tabulas 5 materiālu grupu tiek piedāvāts papildināt ar sekojošu informāciju:

Nr. p.k.	Materiālu grupa	Materiāls	Blīvums ρ_0 (kg/m ³)	Siltumvadītspēja λ_d W/(m x K)	Īpatnējā siltumietilpība c J/(kg x K)	Ūdens tvaika pretestības faktors μ
5.	Betoni					
		Kaņepju betons	250	0.06	1300	3
			500	0.12	1700	5

Izmantotā literatūra

- Cérézo, V., 2005. Propriétés mécaniques, thermiques et acoustiques d'un matériau à base de particules végétales : approche expérimentale et modélisation théorique. L'Institut Natl. des Sci. Appliquées Lyon 247.
- Collet, F., 2017. Hygric and Thermal Properties of Bio-aggregate Based Building Materials, in: Amziane, S., Collet, F. (Eds.), Bio-Aggregates Based Building Materials: State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 236-BBM. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 125–147. doi:10.1007/978-94-024-1031-0_6
- Collet, F., Pretot, S., 2014. Thermal conductivity of hemp concretes: Variation with formulation, density and water content. *Constr. Build. Mater.* 65, 612–619. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.05.039
- Evrard, A., 2008. Transient hygrothermal behavior of Lime- Hemp Materials.
- Martinez, R.G., 2017. Hygrothermal Assessment of a Prefabricated Timber-frame Construction Based in Hemp. *Procedia Environ. Sci.* 38, 729–736. doi:10.1016/j.proenv.2017.03.155
- Sinka, M., Bajare, D., Sahmenko, G., Korjakins, A., Namsone, E., Heede, P. Van Den, 2017. Magnesium binders as an alternative for hemp concrete , comparative study using life cycle assessment. *Constr. Build. Mater.* In press.
- Sinka, M., Radina, L., Sahmenko, G., Korjakins, A., Bajare, D., 2015. ENHANCEMENT OF LIME-HEMP CONCRETE PROPERTIES USING DIFFERENT. *Proc. 1st Int. Conf. Bio-based Build. Mater.* 301–308. doi:ISBN PRO 99: 978-2-35158-154-4
- Sinka, M., Sahmenko, G., 2013. Sustainable thermal insulation biocomposites from locally available hemp and lime, in: *Vide. Tehnologija. Resursi - Environment, Technology, Resources.*
- Sinka, M., Sahmenko, G., Korjakins, A., Radina, L., Bajare, D., 2015. Hemp thermal insulation concrete with alternative binders, analysis of their thermal and mechanical properties, in: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* doi:10.1088/1757-899X/96/1/012029
- Walker, R., Pavia, S., 2014. Moisture transfer and thermal properties of hemp – lime concretes. *Constr. Build. Mater.* 64, 270–276. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.04.081