

2. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS PROJEKTIEM

2.1. Projekts Nr.2

nosaukums

Inovātivi un daudzfunkcionāli koksnes kompozītmateriāli ilgtspējīgām būvēm

projekta vadītāja
vārds, uzvārds,
zinātniskais grāds
institūcija

Kaspars Kalniņš
Dr.sc.ing.
Rīgas Tehniskā universitāte, Materiālu un Konstruciju
Institūts

ieņemamais amats
kontakti

Vadošais pētnieks
Tālrunis 26751614
E-pasts Kaspars.kalnins@sigmanet.lv

2.2. Projekta Nr. 2 mērķi

(Norāda projekta mērķi (saskaņā ar apstiprināto projekta pieteikumu un līgumu) un informāciju par mērķa sasniegšanu/izpildi)

Projekta mērķis: *Izstrādāt saplākšņa I-serdes tipa sendviča paneļus, kas no mehāniskā stinguma/stiprības viedokļa ir efektīva alternatīva masīvam bērza finiera saplākšnim, integrējot un vienlaikus uzlabojot siltuma pretestības, vibrācijas/trieciena slāpēšanas īpašības.*

Papildus tam katrā projekta realizācijas posmā, kas atbilsts kalendārajam gadam, tiek definēti atsevišķi, konkrētāajā posmā veicamie uzdevumi

2. projekta 3. posma uzdevumi:

1. *Eksperimentālās pārbaudes atsevišķām paneļu komponentēm, kā arī gataviem saplākšņa sendviča paneļiem ar vertikālu serdes ribojumu.*
2. *Paneļu aprēķina modeļu izstrāde, GEM vidē, to veiktspējas optimizācijai. Projektēšanas metodikas izstrāde izmantojot eksperimentāli validētu aprēķina modeli.*
3. *Laboratorijas mēroga paneļu prototipēšana un rekomendāciju izstrāde ražošanas procesa mērogošanai.*

1.projekta aktivitāšu izpildes laika grafiks ir pievienots pielikumā 2-A

Ir iesniegti publicēšanai 3 pilna teksta zinātniskie raksti:

1. M.Kirpluks, D.Kalnbunde, Z.Walterova, U.Cabulis. Rapeseed Oil as Feedstock for High Functionality Polyol Synthesis, Journal of Renewable Materials, Iesniegts Journal of Renewable Materials, IPP (Impact per Publication) (2015):1.122, SNIP (2015):0.504
2. M. Kirpluks, U. Cābulis, J. Andersons, G. Japins, K. Kalniņš. Modeling the effect of foam density and strain rate on the compressive response of polyurethane foams. Iesniegts SAE International Journal of Materials and Manufacturing, SNIP (2015) :0.767
3. E.Labans, K.Kalnins, Bisagni Flexural behaviour of sandwich panels with cellular wood, plywood and thermoplastic composite core, Iesniegts International Journal of Sandwich Structures.

Par zinātniskajiem rezultātiem ziņots 5 konferencēs:

1. K.Kalnins, G.Jekabsons, E.Labans, Optimisation for scaling up of plywood sandwich panels with rigid PU foam-cores. In proceedings of the 11th ASMO UK / ISSMO conference on Engineering Design Optimization Product and Process Improvement / NOED2016, TU. Munich, 18-20 July, 2016.
2. M.Kirpluks, D.Kalnabunde, Hynek Benes, U.Cabulis, Rapeseed Oil as Feedstock for High Functionality Polyol Synthesis. 7th Workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry, Costa Rica, San Jose, 21-23 September, 2016.
3. A.Ivdre, A.Abolins, U.Cabulis, Thermal Insulation Based on Polyols from Tall Oil and/or Rapeseed Oil in Combination with PET. 7th Workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry, Costa Rica, San Jose, 21-23 September, 2016.
4. K.Kalnins, Overview of research towards multifunctional plywood sandwich panels. In proceedings of the 12th meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE) 12-13. September, Rīga.
5. M. Kirpluks, E.Labans, K.Kalnins, G.Japins, Plywood rib stiffened sandwich panels filled with bio-based rigid polyurethane foams, In proceedings of the 12th meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE) 12-13. September, Rīga.

Ir sagatavots un iesniegts 1 abstrakts vai pilna teksta raksts 1 konferencē, kas notiks 2017. gadā.

1. A.Ivdre, U.Cabulis, A.Abolins, Thermal Insulation Based on Polyols from Tall Oil and/or Rapeseed Oil in Combination with PET, 7th Workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry, San José, Costa Rica, September 2016.

Projekta ietvaros ir aizstāvēts sekojošais promocijas darbs:

1. E.Labans "Saplākšņa sendviča-konstrukcijas multifunkcionālo īpašību integrācija un optimizācija". Darba vadītājs – K. Kalniņš. Aizstāvēts 2016. gada 6.aprīlī.

Projekta ietvaros tiek izstrādāts sekojošais promocijas darbs:

1. M.Ķirpluks "No atjaunojamām izejvielām iegūtu poliuretāna putuplasta un nano izmēra dabas izcelsmes pildvielu kompozītu īpašības". Darba vadītājs – U.Cābulis

Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas apobēti uzņēmumos:

1. Līgums starp Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu un PolyLabs SIA par tiesībām izmantot LV KĶI izstrādātu tehnoloģiju rapšu un tallu eļļas poliolu ražošanai, amidizācijas vai esterifikācijas rezultātā.
2. AS Latvijas Finieris un Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu ir veici vairāku secīgu pētījumu sēriju par bērza splākšņa paraugu priekšapstrādi šķidrā slāpekļī, lai noskaidrotu splākšņa līmējuma kvalitāti.
3. LV KĶI sadarbības līgums ar SIA Latvāņi– Pētnieciski un sagatavošanas darbi par cieto putupoliuretānu siltumizolācijas izveidošanu ēku ārējo sienu jaunradītās konstrukcijās.
4. Rīgas Tehniskās universitātes, Materiālu un Konstrukciju Institūta un A/S "Latvijas

Finieris” līgums par saplākšņa produktu testēšanu MNKC programmas 2. fāzē.

Jauni pētniecības projekti, to pieteikumu izstrāde un dalība:

Balstoties uz Projekta Nr.2 rezultātiem un sadarbības aktivitātēm 2016. gadā projekta realizētāji iesniedza ERAF (Eiropas Reģionālā attīstības fonda) projektu pieteikumu pirmajā projektu iesniegumu atlases kārtā, kuru specifiskais atbalsta mērķis bija „Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā” (aktivitāte „Praktiskas ievirzes pētījumi”). Pēc starptautiskā zinātniskā izvērtējuma, tika apstiprināts sekojošais projekta pieteikums (realizācijas ilgums 36 mēneši), kas saistīti ar Projekta Nr.2 mērķiem:

1. Rigid polyurethane polyisocyanurate foam thermal insulation material reinforced with nano/micro cellulose, (2016-2020), projekta kopējā summa **Euro 630 000**.

Dalība starptautiskās sadarbības projektos:

1. COST Action MP1105 FLARETEX: “Sustainable flame retardancy for textiles and related materials based on nanoparticles substituting conventional chemicals” akcija (2012-2016).

Rezultātu izplatīšana un komunikācija ar sabiedrību un nozares speciālistiem

IMATEH mājaslapā <http://imateh.rtu.lv/> ir ievietota detalizēta informācija gan par projekta aktivitātēm gan vizuālais materiāls no eksperimentālām pārbaudēm.

Privātā sektora līdzfinansējums un ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz 1.projektā ietvaros radītajiem rezultātiem 3.posmā sasniedz **34481.67 Eur**.

Noslēgtie līgumdarbi 01.01.2016 - 31.12.2016 (kā arī agrāki, kas nav minēti iepriekšējās zinātniskās atskaitēs):

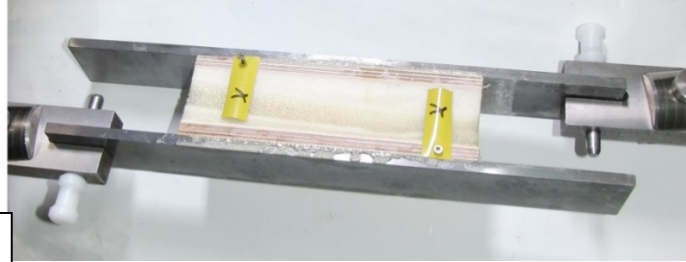
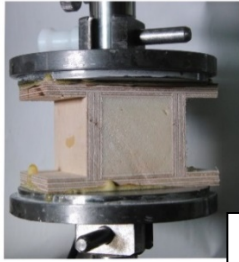
RTU Nr.	Vadītājs	Nosaukums	Pasūtītājs	Līgumcena EUR (iesk. PVN)	Darbības laiks
L8043-10 L8043-15	K.Kalniņš	Kompozītmateriālu testēšana	SIA Aerodium Technologies	1831.0	01.01.16- 31.12.16
L8043-14	K.Kalniņš	Materiālu triecienizturības testēšana	SIA Centre Composite	726.0	01.01.16- 31.12.16
L8043-16	K.Kalniņš	Kompozītmateriālu testēšana	SIA Lemminkainen Latvija	3121.0	01.01.16- 31.12.16
L8043	K.Kalniņš	Gumijas izstrādājumu testēšana	AS Baltijas Gumijas fabrika	1133.0	01.01.16- 31.12.16
L8333	K.Kalniņš	Pētījumi par saplākšņa kompozītmateriālu nestspēju vienmērīgi izkliedētā un koncentrētā slodzē	AS Latvijas finieris	26232.8	11.11.16- 01.09.18
0136/16/35	U.Cābulis	Pētījumu sērija par bērza saplākšņa paraugu priekšapstrādi šķidrā slāpekļī, lai noskaidrotu saplākšņa līmējuma kvalitāti	AS Latvijas finieris	157.98	22.05.2014
0136/15/04	U.Cābulis	Pētījumu sērija par bērza saplākšņa paraugu priekšapstrādi šķidrā slāpekļī, lai noskaidrotu	AS Latvijas finieris	267.91	22.05.2014

		saplākšņa līmējuma kvalitāti (nav minēti iepriekšējās atskaitēs)			
0136/15/04	U.Cābulis	Pētījumu sērija par bērza saplākšņa paraugu priekšapstrādi šķidrā slāpekļī, lai noskaidrotu saplākšņa līmējuma kvalitāti (nav minēti iepriekšējās atskaitēs)	AS Latvijas finieris	284.51	14.01.2015.
0136/15/15	U.Cābulis	Pētījumu sērija par bērza saplākšņa paraugu priekšapstrādi šķidrā slāpekļī, lai noskaidrotu saplākšņa līmējuma kvalitāti (nav minēti iepriekšējās atskaitēs)	AS Latvijas finieris	139.80	10.02.2015
0136/15/11 5	U.Cābulis	Pētījumu sērija par bērza saplākšņa paraugu priekšapstrādi šķidrā slāpekļī, lai noskaidrotu saplākšņa līmējuma kvalitāti (nav minēti iepriekšējās atskaitēs)	AS Latvijas finieris	588.47	03.11.205.
			Kopā	34 481.67	

2.3. Projekta Nr. 2 uzdevumi

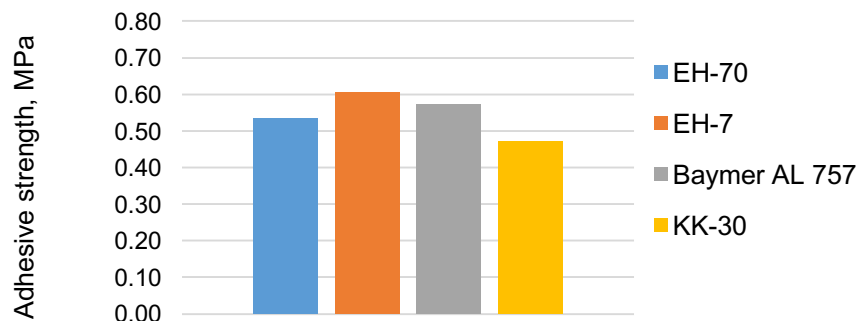
(Norāda projekta pārskata periodā plānotās darbības un galvenos rezultātus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz divas A4 lapas)

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Eksperimentālās pārbaudes atsevišķām paneļu komponentēm, kā arī gataviem saplākšņa sendviča paneļiem ar vertikālu serdes ribojumu.	Veiktas bīdes un atraušanas pārbaudes saplākšņa sendvičpaneļu paraugiem
<p>Rīgas Tehniskās universitātes, Materiālu un Konstruksiju Institutā tika veiktas papildus pārbaudes sendvičpaneļa fragmentiem, lai noteiktu atraušanas un bīdes stibritību.</p> <p>Atraušanas paraugi tika izgatavoti vienas sendvičpaneļa sekcijas platumā un identiskā biezumā, kā tas parādīts 1.a. attēlā. Sekcijas piepildīšanai ar poliuretāna putam tika izmantota līdzīga tehnoloģija kā pilna paneļa izgatavošanai. Paraugi ir pielīmēti pie metāla virsmām un atraušanas slodze tika pievadīta ar INSTRON E10000 elektrisko testēšanas iekārtu, Pārvietojuma virzīts tests norisinājās ar konstantu deformācijas ātrumu 0.5 mm/min, testa laikā reģistrējot laiku, pārvietojumu un slodzi.</p> <p>Bīdes tests tika veikts uz tās pašas iekārtas atbilstosi ASTM C273 standartam(Standard Test Method for Shear Properties of Sandwich Core Materials). Parauga abas virsmas ir pielīmētas pie tērauda plāksnēm, kas tiek stieptas perpendikularā virzienā, kā tas parādīt 1.b. attēlā. Pārbaudes rezultātā tiek noteikta bīdes stiprība un sabrukuma veids. Serdes materiāla bīdes moduļa noteikšanai papildus tiek izmantots arī 2D digitalās attēlu korelācijas sistēma relatīvo deformāciju mērišanai uz paraugu virsmām.</p>	



1. attēls. Svārstību zuduma koeficients saplākšņiem un sendvičpaneliem pirmajai pašsvārstību frekvencei.

Atraušanas testu rezultāti 2. attēlā parāda, ka putu blīvumam ir nozīmīga ietekme uz atraušanas spēku. Izlasē no četriem testētajiem putu veidiem paraugi uzrāda stiprības rezultātus robežās no 0.6-0.48 MPa.



2. attēls. Atraušanas stiprība atkarība no putu veida.

Bīdes stiprības rezultāti, kas apkopoti 1. tabulā parāda, ka putu komponentes pievienošana palielina sendvičpaneļa bīdes stiprību, taču ieguvums ir tikai par 20 % augstāks, kā paneļiem bez PU putu pildījuma. Iegūtie rezultāti galvenokārt ir svarīgi, lai precīzi prognozētu ribotu sendvičpaneļu ar putu serdi, sabrukumu bīdes spēku ietekmē.

1. tabula. Bīdes stiprība sendvičtipa paraugiem.

Serdes tips	Max slodze(kN)	Bīdes stiprība (kPa)
Saplākšnis un putas	8.73	0.87
Putas	6.88	0.55
Saplākšnis	7.26	0.73

2. Paneļu aprēķina modeļu izstrāde, GEM vidē, to veiktspējas optimizācijai. Projektēšanas metodikas izstrāde izmantojot eksperimentāli validētu aprēķina modeli.

Veikta sabrukuma kritēriju integrācija skaitliskajā modelī lieces slogojuma gadījumam

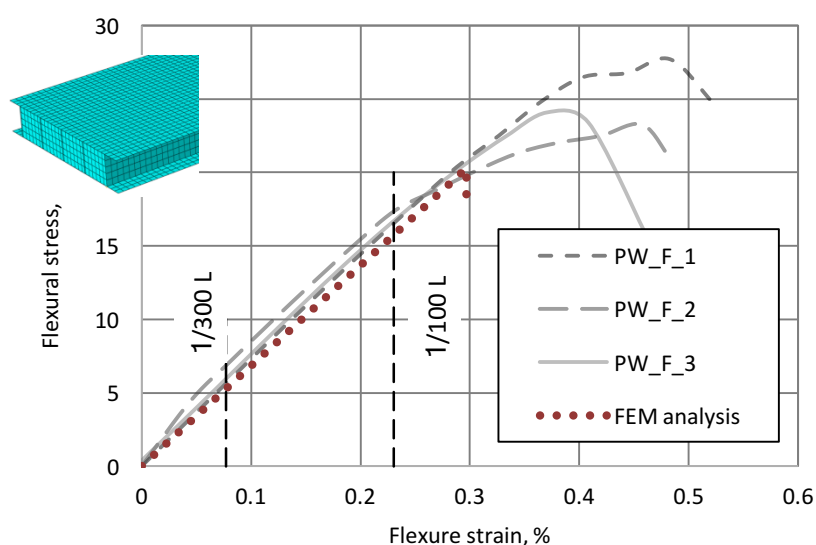
Darba mērķis ir prognozēt vai sabrukums sendvičpaneļa strukturā neiestājas pirms maksimāli pieļaujamās izlieces sasniegšanas.

Paneļu skaitliskā modelēšana tika veikta ANSYS programmatūras vidē, izmantojot kombinētu modeli no tilpuma un plātņu elementiem. Paneļa ģeometrija, slodzes un balstījuma veids tika veidots maksimāli atbilstošs eksperimentālajam 4-punktu lieces uzstādījumam. Aprēķina rezultāti 3. attēlā parāda, ka modeļa stinguma rādītāji atbilst eksperimentāli

iegūtajiem rezultātiem elastīgo deformāciju apgabalā. Vertikalās raustītās līnijas grafikā norāda robežizlieci $1/300L$, kas atbilst koka konstrukciju projektēšanas normatīvam EC5; un $1/100L$, kas atbilst kritiskajai izliecei stalažu klāja gadījumā atbilstoši EN 12810. Paneļa stiprība abos gadījumos ir augstāka nekā lietojamības robežstāvokļu noteiktā maksimalā izliece.

Paneļa sabrukums bīdes deformāciju ietekmē norisinās pēc 20 MPa lieces stiprības pārsniegšanas. Galvenais iemesls ir saplākšņa virsējo slāņu atraušana bīdes spēku ietekmē virsmas un ribu savienojuma vietās. Aprēķina modelim tika izmantotas saplākšņa bīdes stiprība, kas norādīta ražotāja materiāla specifikācijā (AS “Latvijas Finieris – Plywood handbook”).

Modeļa prognozētā stiprība šajā gadījumā ir zemāka nekā eksperimentāli iegūtās testējot 3 paneļus. Tas varētu būt skaidrojams ar papildus stiprības rezervi, ko dot ribas ievietošana iefrēzētā virsmas gropē.



3. attēls. Spriegumu/relatīvo deformāciju līknes saplākšņa sendvicpaneļiem ar PU putu serdi un vertikālām ribām

3.Laboratorijas mēroga paneļu prototipēšana un rekomendāciju izstrāde ražošanas procesa mērogošanai

Optimizācija liela mēroga saplākšņa paneļiem

Darba mērķis bija veikt sagatavošanas darbus pirms liela mēroga saplākšņa paneļu prototipēšanas.

Šajā posmā tika veikta optimizācija jumta pārseguma panelim ar 4 metru laidumu un 1.5 m paneļa platumu. Dotais izmērs ir ierobežots dēļ pašreiz maksimāli pieejamā saplākšņa lokkšņu garuma un platuma. Parametriskā optimizācijas mērķa funkcija ir viena kvadrātmetra jumta seguma izmaksa, savukārt robežnosacījumus veido konstrukcijas stingums, stiprība un siltumvadītspēja. Tika izstrādāti vairāki iespējamie varianti pārseguma plātnes prototipam, kas atbilstu visiem projektēšanas nosacījumiem. Visizdevīgākais variants ir sendvičpanelis, kurā siltumizolācijas īpašību nodrošināšanai ir iepildītas viszemākā blīvuma PU putas (40 kg/m^3). Lielāka blīvuma putas palielina paneļu mehāniskās īpašības taču vienlaicīgi strauji pieaug to cena un masa. Papildus ekonomisko ieguvu var sasniegt aizvietojojt saplākšņa ribas serdē ar masīvkoka dēļiem, taču tas palielina ražošanas procesa sarežģītību.

2.4. Projekta Nr. 2 izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti

*(Novērtē, kādā mērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Raksturo rezultātu zinātnisko un praktisko nozīmību, kā arī rezultātu praktisko lietojumu (lietišķiem pētījumiem). Raksturo problēmas, to iespējamās risinājumus, turpmākā darba virzienus. **Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz četras A4 lapas**)*

3. posma izpildes rezultāti

1. uzdevums - Eksperimentālās pārbaudes atsevišķām paneļu komponentēm, kā arī gataviem saplākšņa sendviča paneļiem ar vertikālu serdes ribojumu.

- Noteikta sendvičpaneļa sekcijas atraušanas stiprība atkarībā no iepildīto putu veida.
- Noteikta bīdes stiprība sendvičpaneļa sekcijai ar PU putu serdi un ribu.
- Noteikta bīdes stiprība sendvičpaneļa sekcijai bez putu serdes.
- Noteiktas PU putu bīdes stiprība
- Līgums starp Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu un PolyLabs SIA par tiesībām izmantot LV KĶI izstrādātu tehnoloģiju rapšu un tallu eļļas poliolu ražošanai, amidizācijas vai esterifikācijas rezultātā.
- AS Latvijas Finieris un Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu ir veici vairāku secīgu pētījumu sēriju par bērza saplākšņa paraugu priekšapstrādi šķidrā slāpekļī, lai noskaidrotu saplākšņa līmējuma kvalitāti.

Turpmākās darbības virzieni:

- Projekta pirmais apakšuzdevums ir noslēdzies un turpmāki pētījumi šajā posma netiks plānoti

2. uzdevums - Paneļu aprēķina modeļu izstrāde, GEM vidē, to veiktspējas optimizācijai. Projektēšanas metodikas izstrāde izmantojot eksperimentāli validētu aprēķina modeli.

- Veikta papildus eksperimentāla validācija izgatavotajiem paneļu prototipiem ar GEM aprēķina modeli.
- Integritāts sabrukuma kritērijs paneļu maksimālās nestspējas noteikšanai.
- Novērtēta paneļu stinguma atbilstība EC-5 un EN 12810 standartiem.

Turpmākās darbības virzieni:

- Projektēšanas metodikas un vadlīniju izstrāde balstoties uz skaitlisko aprēķina modeli.

3. uzdevums - Laboratorijas mēroga paneļu prototipēšana un rekomendāciju izstrāde ražošanas procesa mērogošanai

- Sintezēti vairāki PU putu sastāva varianti, lai noteiktu optimālāko risinājumu vienmērīgai paneļa serdes aizpildīšanai.
- Izstrādāts liela mēroga sendvičpaneļa projekts, jumta parsegumam.
- Noslēgts līgums par verificēta GEM modeļa pārnesi AS „Latvijas Finieris” un pilna mēroga pilot testēšanas stenda izveidi un references testu veikšanu.
- LV KĶI sadarbības līgums ar SIA Latvāņi – Pētnieciski un sagatavošanas darbi par cieto putupoliuretānu siltumizolācijas izveidošanu ēku ārējo sienu jaunradītās konstrukcijās.

Turpmākās darbības virzieni:

- izstrādāt augsta blīvuma PU putuplasta sistēmu ar atvērtu poru struktūru;
- izgatavot finiera paneļa prototipus, kas pildīti ar atvērtu poru struktūras PU putuplastu.

Sasniegto rezultātu zinātniskā un praktiskā nozīmība:

Sasniegtie rezultāti veicinās jaunu - multifunkcionālu saplākšņa sendvičpaneļu izstrādi no Latvijā pieejamām izejvielām turpmākajos projekta posmos:

Tiek veidota zināšanu bāze poliuretāna putu sintezēšanai izmantojot atjaunojamo resursu komponentes, kas vienlaikus tiek aprobēta kā lieliska saistviela sendviča paneļiem.

Galīgo elementu vidē izveidotais skaitliskais aprēķina modelis ļauj optimāli/efektīvi projektēt sendvičpaneļus, kur svarīgs ir gan mehāniskā izturība, gan termiskās īpašības.

2.6. Projekta Nr. 2 rezultatīvie rādītāji

(Norāda pārskata periodā plānotos un sasniegtos rezultatīvos rādītājus. Informāciju atspoguļo tabulā un pielikumā)

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti					
	plānots 2014.– 2017. g.	sasniegts gads				
		2014	2015	2016.	T. sk. iepriekšējā periodā uzsākts	2017.
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātnisko publikāciju skaits:	4	1	1	0	2	
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP>1) skaits	1	0	0	0	0	
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits ERIH(A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	3	1	1	0	2	
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0	0	0	0	
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:	4	0	1	2	3	
promocijas darbu skaits	1	0	0	1	1	
maģistra darbu skaits	3	0	1	1	2	
bakalaura darbu skaits	0	0	0	0	0	
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji						
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:	5	2	7	8	17	
konferences	0	1	3	4	8	
semināri	3	0	3	2	5	
rīkotie semināri un konferences, uzņēmēju un darba devēju informēšanas aktivitātes	0	0	0	1	1	
populārzinātniskas publikācijas	0	0	0	0	0	
izstādes, demonstrācijas	0	1	1	1	3	
Betona olimpiāde	0	0	0	0	0	
2. Interneta mājas lapu populārie ziņojumi	30	8	5	5	18	
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:	0	0	0	34481	34481	
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	0	0	0	34481	34481	
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību)	0	0	0			

1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	0	0	0	0	0	
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:	0	0	0	0	0	
Latvijas teritorijā	0	0	0	0	0	
ārpus Latvijas	0	0	0	0	0	
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	1	0	0	0	0	
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	3	0	0	4	4	
5. Noslēgtie līgumi par praktisko pētījumu projektu realizāciju saistībā ar projekta mērķiem un RIS 3.	0	0	0	630 000	630 000	

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 2 vadītājs
(paraksts¹)

Kaspars Kalniņš

(vārds, uzvārds)
(datums¹)

Zinātniskās institūcijas vadītājs
(paraksts¹)

(vārds, uzvārds)
(datums¹)

Piezīme. ¹ Dokumenta rekvizītus "paraksts" un "datums" neaizpilda, ja dokuments ir sagatavots atbilstoši normatīvajiem aktiem par elektronisko dokumentu noformēšanu.

Izglītības un zinātnes ministre

Ina Druviete

