

2. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS PROJEKTIEM

2.1. Projekts Nr. 1

nosaukums

Inovatīvi un daudzfunkcionāli kompozītmateriāli ilgspējīgām būvēm no vietējām izejvielām

projekta vadītājs:

vārds, uzvārds,

zinātniskais grāds

zinātniskā institūcija

amats

kontakti

Diāna Bajāre

Dr.sc.ing.

RTU

Prof.

Tālrunis

29687085

E-pasts

diana.bajare@rtu.lv

2.2. Projekta Nr.1 mērķi

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

Projekta mērķis: Radīt un izpētīt kompozītmateriālus ilgspējīgām būvēm

Projekts sastāv no trīs pētniecības sadaļām un katrai sadaļai atsevišķi tiek definēts kopējais pamatuzdevums, kas jāveic Valsts pētījumu programmas IMATEH ietvaros:

- **1.pamatuzdevums:** Veikt pētījumus par augstas veiktspējas cementa kompozītmateriāliem infrastruktūras un sabiedriskām būvēm, liekot uzsvāru uz to ilgmūžību Latvijas klimatiskajos apstākļos.
- **2.pamatuzdevums:** Veikt pētījumus par ekonomiskiem, ekoloģiskiem un ilgmūžīgiem bituminēto kompozītu sastāviem, izmantojot zemākas kvalitātes vietējos minerālos materiālus, reciklētu (otrreizējo) asfaltbetonu, kā arī siltā asfaltbetona tehnoloģijas.
- **3.pamatuzdevums:** Izstrādāt CO₂ neitrālus ēku būvniecības kompozītmateriālus no šķiedraugiem energoefektīvām būvēm, kas nodrošina cilvēka labsajūtai un veselībai piemērotu iekštelpu klimatu.

Papildus tam katrā projekta realizācijas posmā, kas atbilsts kalendārajam gadam, tiek definēti atsevišķi, konkrētajā posmā veicamie uzdevumi, kas saistīti ar katras projekta sadaļas pamatuzdevuma izpildi.

I. 1.pamatuzdevums: Veikt pētījumus par augstas veiktspējas cementa kompozītmateriāliem infrastruktūras un sabiedriskām būvēm, liekot uzsvāru uz to ilgmūžību Latvijas klimatiskajos apstākļos.

1.pamatuzdevuma aktivitāšu izpildes laika grafiks ir pievienots pielikumā 1-A

2.posma uzdevums: Veikt ilgmūžības pārbaudes augstas veiktspējas cementa kompozītmateriāliem (spiedes pretestība >80Mpa) infrastruktūras un sabiedriskām būvēm no vietējām izejvielām.

Augstas veiktspējas betona ilgmūžību būtiski ietekmē mikropiedevas, kas pievienotas betona sastāvā. Tradicionāli betons bez mikropiedevām uzrāda zemākus mehāniskos un ilgmūžības rādītājus, tādējādi, lietojot efektīvas mikropiedevas,

iespējams būtiski uzlabot betona kvalitātes rādītājus un iegūt augstas veiktspējas betonus. Mikropiedevu ietekme uz betona īpašībām ļauj optimizēt betona izejvielu kompozīciju, samazinot energoietilpīgu un ekonomiski neizdevīgu materiālu patēriņu ražošanas procesā. Betona sastāvā izteikti energoietilpīga izejviela ir portlandcements, kura ražošanā izdalās 0.8-1.0 t CO₂ uz 1t saražotā cementa klinkera un pasaulē cementa ražošanas radītie CO₂ izmeši ir 5-7% no kopējā emitētā izmešu daudzuma. 2015. gadā Latvijas cementa klinkera ražošanas industrijai CO₂ ekvivalentā emisijas sastāda 648 tūkst. t no Latvijā kopēji saražotajām 12820 tūkst. t CO₂ ekvivalenta, kas sastāda 5% no kopējā apjoma.

1. projekta posmā tika izstrādātas ekonomiski pamatotas un tehnoloģiski lietojamas receptūras augstas veiktspējas cementa kompozītiem ar spiedes pretestību virs 80 MPa infrastruktūras un sabiedriskām būvēm no vietējām izejvielām, izmantojot Baltijas reģionā, bet īpaši Latvijā, pieejamās mikropiedevas, kuru apjomi un pieejamība ir atbilstoša ilgspējīgai būvniecībai.

Mikropiedevu izmantošanas mērķis ir nodrošināt betona vienības izmaksu samazinājumu, aizstājot ar tām noteiktu cementa daudzumu, tajā pašā laikā uzlabojot betona fizikāli-mehāniskās īpašības un paaugstinot ilgmūžības rādītājus. Papildus tam svarīgi ir ieguvumi vides aizsardzības jomā, jo samazināts cementa patēriņš vienas betona vienības saražošanai, veicina CO₂ emisijas apjoma un neatjaunojamo dabas resursu samazinājumu cementa ražošanas procesa laikā.

Pārskata periodā tika izgatavots augstu īpašību betons un noteikta mikropiedevu ietekme uz svaiga un sacietējuša betona īpašībām. Tika izgatavoti betona sastāvi ar metakaolīnu saturošiem atkritumproduktiem, cenosfērām, mikrosilīciju, dezintegrētām kvarca, kvarca un dolomīta smiltīm un šīs mikropiedevas aizstāja cementu betonā 5; 10 un 15% apjomā no cementa masas. Aizstājot cementu ar mikropiedevām, tika noteikts, kā tas ietekmē svaiga betona iestrādājamību. Maisīšanas procesā tika saglabāta pašblīvējoša betona iestrādājamība un konstanta ūdens-cementa attiecība (Ū/C), pievienojot maisījumam papildus plastifikatoru. Sacietējušam betonam tika noteikts spiedes stiprības palielinājums 7, 28 un 180 dienu vecumā un noskaidrota mikropiedevu ietekme uz betona spiedes stiprību. Pārskata periodā ir sāktas un turpinātas betona ilgmūžības pārbaudes – betona pretošanās cikliskai sasalšanas-atkušanas iedarbei (salturība), pretošanās hlora jonu migrācijai betona struktūrā (hlorīdu tests) un novērtētas sārnu-silīcija reakcijas (ASR) betona struktūrā.

Ir publicēti 3 pilna teksta zinātniskie raksti (2 raksti iekļauti datu bāzēs Web of Science vai Scopus)

1. Bumanis, G., Bajare, D., Korjakins, A. Durability of High Strength Self Compacting Concrete with Metakaolin Containing Waste, [Key Engineering Materials](#), Volume 674, 2016, 65-70;
 - a. http://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84958213606&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=bajare&st2=&sid=825680C2EBD50EF96A423542C8B86583.Vdktg6RVtMfaQJ4pNTCQ%3a210&sot=b&sdt=b&sl=19&s=A_UTHOR-NAME%28bajare%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=
2. Bumanis, G., Toropovs, N., Dembovska, L., Bajare, D., Korjakins, A. The Effect of Heat Treatment on the Properties of Ultra High Strength Concrete, Environment. Technology. Resources, Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, Volume 1, 2015, 22-27;

- a. <http://journals.ru.lv/index.php/ETR/article/view/209>
3. Baronins, J., Setina, J., Sahmenko, G., Lagzdina, S., Shiskin A. Pore Distribution and Water uptake in a Cenosphere – Cement Paste Composite Material, [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 96](#), 2015;
- a. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/96/1/012011/pdf>

Par zinātniskajiem rezultātiem ziņots 3 konferencēs:

1. Bumanis, G., Bajare, D., Korjakins, A. Durability of High Strength Self Compacting Concrete with Metakaolin Containing Waste, [24th International Baltic Conference Baltmattrib](#), Tallinn, Estonia, 5.11-6.11.2015 (tiks publicēts Scopus 2016);
2. Bumanis, G., Toropovs, N., Dembovska, L., Bajare, D., Korjakins, A. The Effect of Heat Treatment on the Properties of Ultra High Strength Concrete, 10th International Conference Environment. Technologies. Recourses, Rezekne, Latvia, 18.-20.06.2015;
3. Baronins, J., Setina, J., Sahmenko, G., Lagzdina, S., Shiskin A. Pore Distribution and Water uptake in a Cenosphere – Cement Paste Composite Material, 2nd International Conference Innovative Materials, Structures and Technologies, Riga, Latvia, 30.09-02.10.2015.

Ir sagatavoti un iesniegti 2 abstrakti vai pilna teksta raksti 2 konferencēs, kas notiks 2016. gadā.

1. Vitola, L., Bajare, D., Bumanis, G., Sahmenko, G. Evaluation of Pozzolanic Properties of Micro- and Nanofillers Made from Waste Products, 18th International Conference on Concrete, Structural and Geotechnical Engineering, 25.-26. Janvāris 2016, Stambula, Turcija;
2. Bajare, D., Bumanis, G. Chloride Penetration and Freeze-Thaw Durability Testing of High Strength Self Compacting Concrete. Materials, Systems and Structures in Civil Engineering – Augusts, 2016, Kopenhāgena, Dānija.

II. 2. pamatuzdevums: *Veikt pētījumus par ekonomiskiem, ekoloģiskiem un ilgmūžīgiem bituminēto kompozītu sastāviem, izmantojot zemākas kvalitātes vietējos minerālos materiālus, reciklētu (otrrreizējo) asfaltbetonu, kā arī siltā asfaltbetona tehnoloģijas.*

2. pamatuzdevuma aktivitāšu izpildes laika grafiks ir pievienots pielikumā 1-B

2.posma uzdevums: *Izstrādāt receptūru bituminēto kompozītu sastāviem ar augstam ekspluatācijas īpašībām, izmantojot reciklēto asfaltbetonu (RAP), un turpināt izstrādāt bituminēto kompozītu sastāvus no zemākās kvalitātes vietējā minerālmateriāla.*

Palielinoties bitumena saistvielas un minerālmateriālu izmaksas, ir pieaugusi interese izmantot palielinātu reciklētā asfaltbetona (RAP) daudzumu jaunu asfaltbetona (HMA) maisījumu ražošanā. RAP materiāla izmantošanas īpatsvars ir ievērojami palielinājies pēdējos divdesmit gadu laikā.

Ceļu būvniecība, kā nozare, ir ļoti materiālietilpīga un savos būvniecības procesos patērē ievērojamus energoresursus, kā rezultātā atstāj paliekošas sekas apkārtējā vidē. RAP izmantošana jaunu HMA maisījumu ražošanā ir ne tikai ekonomiska un videi draudzīga, bet arī ļauj ietaupīt un saglabāt neatjaunojamās dabas

resursus. Finansiālais ieguvums ir tieši redzams, bet nav vienīgais. Pārstrādājot atgūtos asfaltbetona materiālus, tiek samazināts energoresursu patēriņš, kas nepieciešams, lai saražotu, piegādātu un iestrādātu jaunus minerālmateriālus būvniecības laikā, tiešā veidā saudzējot apkārtējo vidi.

Ieguvumi no reciklētā asfaltbetona izmantošanas jaunu asfaltbetonu segumu ražošanā:

- būvniecības izmaksu samazinājums;
- mazāk nelietderīgo materiālu;
- transporta izmaksu samazinājums;
- minerālmateriāla un saistvielas patēriņa samazinājums;
- enerģijas ietaupījums;
- vides saglabāšana (toksisko un gāzu emisiju samazinājums);
- esošā ceļa segas ģeometrijas saglabāšana;
- samazinās ceļu nolietojums, samazinoties materiālu transportēšanai;
- 20 – 50% RAP izmantošana maisījumā, dod 14 – 34% izmaksu ekonomiju uz katru saražoto asfaltbetona tonnu.

Reciklētā asfaltbetona izmantošana jaunu asfaltbetona maisījumu ražošanā Latvijā ir attīstības stadijā, tādēļ darbā tiks apskatītas aktuālās ražošanas, pārstrādes un uzglabāšanas metodes RAP materiālam. Pētījumā tiks izstrādāta asfaltbetonu sastāvu ar augstu RAP saturu receptūra. RAP bitumena atjaunošana tiks veikta ar zemākās viskozitātes bitumenu (B70/100 vai B100/150), savukārt RAP minerālmateriālam tiks pievienotas vietējas dolomīta šķembas. RAP daudzuma optimizācija tiks veikta baltoties uz ekspluatācijas īpašībām (risu noturība, noturība pret noguruma un termoplaisu veidošanos).

Ir publicēti 2 pilna teksta zinātniskie raksti (iekļauti datu bāzēs Web of Science vai Scopus)

1. Haritonovs, V., Zaumanis, M., Izaks, R., J. Tihonovs, Hot Mix Asphalt with High RAP Content, [Procedia Engineering](#), Volume 114, 2015, Pages 676-684;
 - a. <http://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84946042865&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=haritonovs&st2=&sid=8C1DC23548743E315805D68F5791B7D8.euC1gMODexYIPkQec4u1Q%3a10&so=t=b&sdt=b&sl=23&s=AUTHOR-NAME%28haritonovs%29&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=AUTHOR-NAME%28haritonovs%29>
2. Haritonovs, V., Tihonovs, J., Smirnovs, J. High Modulus Asphalt Concrete with Dolomite Aggregates, [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 96](#), 2015;
 - a. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/96/1/012084/pdf>

Par zinātniskajiem rezultātiem ziņots 2 konferencēs:

1. Haritonovs, V., Zaumanis, M., Izaks, R., J. Tihonovs, Hot Mix Asphalt with High RAP Content, Funchal, Portugal, 1.09-4.09.2015;
2. Haritonovs, V., Tihonovs, J., Smirnovs, J. High Modulus Asphalt Concrete with Dolomite Aggregates, [2nd International Conference „Innovative Materials, Structures and Technologies” IMST 2015](#), Riga, Latvia, 30.09-02.10.2015.

Ir sagatavoti un iesniegti pilna teksta raksti 2 konferencēs, kas notiks 2016. gadā:

1. Haritonovs, V., Tihonovs, J., Smirnovs, J. High Modulus Asphalt Concrete With Dolomite Aggregates, Transport Research Arena Conference -TRA 2016, Warsaw, Poland, 18.04-21.04.2016;
2. Haritonovs, V., Tihonovs, J., Smirnovs, J. Use of low quality aggregates in hot mix asphalt concrete, 6th Eurasphalt and Eurobitume Congress, Prague, Czech Republic, 1.06.-3.06.2016.

III. 3. pamatuzdevums: *Izstrādāt CO₂ neitrālus ēku būvniecības kompozītmateriālus no šķiedraugiem energoefektīvām būvēm, kas nodrošina cilvēka labsajūtai un veselībai piemērotu iekštelpu klimatu.*

3. pamatuzdevuma aktivitāšu izpildes laika grafiks ir pievienots pielikumā 1-C.

1.posma uzdevums: *Izstrādāt un izveidot datu apkopošanas sistēmu, kas piemērota energoefektīvu būvju konstrukciju siltuma un mitruma migrācijas kontrolei.*

Lai sasniegtu projekta otrajā periodā uzstādīto uzdevumu tika izstrādāta datu apkopošanas sistēma, kas piemērota energoefektīvu būvju konstrukciju siltuma un mitruma migrācijas kontrolei. Tā sastāv no 11 sensoriem (5 temperatūras, 5 mitruma un viena siltuma plūsmas sensora), kas paredzēti iestrādei eksperimentālos ēku norobežojošo konstrukciju blokos vai esošu ēku konstrukcijās, un datu savācējā/uzkrājējā, kas uzkrātos datus ar bezvadu mobilā tīkla palīdzību, noglabā FTP serverī. Izveidotā sistēma tika testēta lauka un laboratorijas apstākļos un tai veikti attiecīgi uzlabojumi, lai nodrošinātu sistēmas pilnvērtīgu darbību. Tās darbība testa režīmā tika salīdzināta ar standarta siltuma plūsmas mērīšanas sistēmu un tika konstatēts, kā rezultāti ir stabili un novirzes nepārsniedz 10%.

Pēc pilnveidošanas un aprobācijas, sistēma tika uzstādīta eksperimentālam sienas panelim, kas iebūvēts esošā sienā loga bloka vietā, lai veiktu datu uzkrāšanu. Sienas panelis izgatavots no laboratorijā pārbaudīta šķiedru un saistvielas maisījuma, kas ļaus laboratorijas rezultātus salīdzināt ar lauka apstākļos iegūtiem rezultātiem. Mērījumu uzkrāšana sāka tūlīt pēc paneļa instalēšanas, tādējādi ļaujot novērtēt un pētīt siltuma plūsmas un mitruma migrācijas procesus, kas rodas ne tikai ārējo apstākļu iedarbības rezultātā, bet arī ražošanas tehnoloģiskā ūdens iztvaikošanas rezultātā.

Papildus tam sistēma izmantota, lai novērtētu šī brīža mitruma migrāciju un siltuma plūsmu esošas ēkas sienas posmam, kas projekta gaitā tiks papildināts ar dabīgo šķiedraugu siltumizolācijas blokiem, tādējādi uzlabojot sienas siltumtehnikos parametrus.

Iepriekšējos pētījumos tika secināts, kā dabisko šķiedru materiālu ražošanai uz kaļķa bāzes Latvijā ir liels potenciāls, bet to izmantošanas ierobežojumi ir saistīti ar nepietiekamu stiprību un klimatiskiem faktoriem. Lai uzlabotu materiāli fizikālās un mehāniskās īpašības, arī otrajā projekta posmā tika izveidoti jauni šķiedru kompozītmateriāla sastāvi un veikta to mehānisko un fizikālo īpašību noteikšana. Parugi tika izgatavoti no kaņepju spaļiem, kurus piegādāja visi lielākie kaņepju ražotāji. Papildus tam turpināti pētījumi, lai meklētu un novērtētu alternatīvas minerālas saistvielas no vietējām izejvielām, kas spētu uzlabot materiāla mehāniskās īpašības. Viens no perspektīviem risinājumiem ir ģipša cementa pucolāna saistviela, kas dod lielāku stiprību un mitrumizturību nekā kaļķa bāzes saistvielas. Kā alternatīva saistviela kaņepju kompozītam tika izskatīts sapropelis, kas ir atjaunojamais un videi

draudzīgs materiāls.

Gan industriāli izgatavotam sienu paneļiem, gan laboratorijā izgatavotiem šķiedru kompozītmateriāliem veikti mehāniskās izturības testi, izmantojot 3-punktu lieces shēmu. Visiem eksperimentāliem sastāviem noteikta siltumvadītspēja un izveidota siltumvadītspējas blīvuma attiecības līkne. Veikts speciāli izgatavotas kaņepju kompozīta plātnes ugunsizturības tests saskaņā ar LVS EN 13823:2010.

Iegūtie pētījuma dati apkopoti un prezentēti konferencēs un konferenču rakstu krājumos. Papildus šajā posmā uzsākts dabisko šķiedru kompozītmateriālu dzīves cikla aprēķins, sākot ar datu iegūti un to apstrādi.

Ir publicēti 4 pilna teksta zinātniskie raksti (2 iekļauti datu bāzēs Web of Science vai Scopus)

1. Sinka, M., Radina, L., Sahmenko, G., Korjamins, A., Bajare, D. Enhancement of lime-hemp concrete properties using different manufacture technologies, Proceedings of [1st International Conference on Bio-based Building Materials \(ICBBM\)](#), 2015;
2. Sinka, M., Radina, L., Sahmenko, G., Korjamins, A., Bajare, D. Hemp Thermal insulation Concrete with Alternative Binders, Analysis of their Thermal and Mechanical Properties, [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 96](#), 2015;
 - a. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/96/1/012029/pdf>
3. Pleiksnis, S. Sinka, M., Sahmenko, G. Experimental justification for spropel and hemp shives use as thermal insulation material in Latvia, Environment. Technology. Resources, Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, Volume 1, 2015, 175-181;
 - a. <http://journals.ru.lv/index.php/ETR/article/view/211>
4. Obuka, V., Sinka, M., Klavins, M., Stankevics, K., Korjamins, A. Spropel as Binder: Properties and Application Possibilities for Composite Materials, [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 96](#), 2015;
 - a. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/96/1/012026/pdf>

Par zinātniskajiem rezultātiem ziņots 4 konferencēs:

1. Sinka, M., Radina, L., Sahmenko, G., Korjamins, A., Bajare, D. Enhancement of lime-hemp concrete properties using different manufacture technologies, [1st International Conference on Bio-based Building Materials \(ICBBM\)](#), Clermont-Ferrand, France, 21.06-24.06.2015;
2. Sinka, M., Radina, L., Sahmenko, G., Korjamins, A., Bajare, D. Hemp Thermal insulation Concrete with Alternative Binders, Analysis of their Thermal and Mechanical Properties, 2nd International Conference Innovative Materials, Structures and Technologies, Riga, Latvia, 30.09-02.10.2015;
3. Pleiksnis, S. Sinka, M., Sahmenko, G. Experimental justification for spropel and hemp shives use as thermal insulation material in Latvia, Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia, 18.06-20.06.2015;
4. Obuka, V., Sinka, M., Klavins, M., Stankevics, K., Korjamins, A. Spropel as Binder: Properties and Application Possibilities for Composite Materials, 2nd International Conference Innovative Materials, Structures and Technologies, Riga, Latvia, 30.09-02.10.2015.

Ir sagatavoti un iesniegti 2 abstrakti vai pilna teksta raksti 2 konferencēs, kas notiks 2016. gadā.

Projekta Nr.1 ietvaros ir vadīti un aizstāvēti 4 maģistra un 13 bakalaura darbi un 2 promocijas darbi.

Maģistra darbi:

1. M.Jaungailis-Gailis „Nanomateriālu un nanosistēmu izmantošana būvmateriālu ražošanā”;
2. R.Latkovska „Dzelzsbetona konstrukciju betona bojājumu agresīvas vides ekspluatācijas rezultātā”;
3. N. Pleiko, „Augstas veiktspējas betons ar dolomīta atsijām”;
4. I. Talanovs „Inovatīvo būvmateriālu attīstība uz nanosistēmu pamata”.

Bakalaura darbi:

1. M.Luriņa „Nanomateriālu attīstība un izmantošana būvmateriālu nozarē”;
2. E.Namsone „Divkomponentu beramā siltumizolācija”;
3. J.Jankovskis “Augstas veiktspējas šūnu betona sastāva un mikrostruktūras ietekme uz materiāla īpašībām”;
4. I.Cikanovičs “Dzelzsbetona konstrukciju pastiprināšana ar oglekļa šķiedras kompozītmateriāliem”;
5. V.Stirāne “Dažādu būvmateriālu masas, tilpummasas un blīvuma vērtību korektums būvprojektēšanā”;
6. M.Šķēle “Armējuma ietekmes novērtējums šķiedru kompozītmateriāliem liecē”;
7. V.Politiko “Betona grīdas ar disperso stiegrojumu”;
8. V.Ignatjevs “Pablīvējošo betona maisījuma ar pārstrādāto betona pildvielu izstrāde”;
9. J.Krauklītis “Ekoloģiskais pašblīvējošais betons ar samazinātu cementa un aizvietoto dabīgo šķembu daudzumu”;
10. J.Umbrovskis “Metodoloģija sienu siltumizolācijas materiālu optimālai izvēlei”.
11. Inna Klasa “Bitumena struktūras un īpašību noteikšana, izmantojot atomspēka mikroskopu”;
12. Artūrs Riekstiņš “Plānkārtas ceļa segas dilumkārtu slāņu (AC-TL) īpašību un pielietojuma izpēte”;
13. Ieva Zaharova “Minerālmateriālu un bitumena mijiedarbības noteikšana un analīze”.

Projekta ietvaros tiek izstrādāti sekojoši promocijas darbi:

1. J. Justs „Sevišķi augstu īpašību betona ar samazinātu autogēno rukumu tehnoloģija”, vadītājs D. Bajāre, paredzēts aizstāvēt 2016.gadā.
2. J.Tihonovs „Asfaltbetona sastāvi no vietējā minerālmateriāla ar augstām ekspluatācijas īpašībām” vadītājs J. Smirnovs, V. Haritonovs, paredzēts aizstāvēt 2017.gadā.
3. M. Šinka „Dabīgo šķiedru siltumizolācijas materiāli” vadītājs G. Šahmenko, paredzēts aizstāvēt 2017.gadā.
4. N. Toropovs „Augstas veiktspējas betona ugunsturība”, vadītājs G. Šahmenko, paredzēts aizstāvēt 2016.gadā.

18.06.2015. U. Lencis aizstāvēja promocijas darbu „Metodoloģija ultraskaņas impulsu metodes pielietošanai konstrukciju betona stiprības novērtēšanā”, vadītājs A.

Korjakins, un ieguva inženierzinātņu doktora grādu.

10.04.2015. A. Sprince aizstāvēja promocijas darbu “Metodoloģija īpaši smalkgraudainu cementa kompozītu ilglaicīgo īpašību noteikšanai un plaisu attīstības izpētei”, vadītājs A. Korjakins, un ieguva inženierzinātņu doktora grādu.

Sagatavoti attiecīgi dokumenti, kas apraksta 1 projekta 2. posma laikā izstrādātās metodes (pielikums elektroniski: Nr. NN):

1. Augstas veiktspējas īpašību cementa kompozītmateriālu ar mikropildvielām ieguves metodes (1. pamatuzdevums);
2. Bituminēto kompozītu sastāvu ražošanas metode, izmantojot zemākas kvalitātes vietējos minerālos materiālus (2 pamatuzdevums).

Programmas un projekta popularizēšanas rezultatīvie rādītāji

Projekta pārstāvji 26.05.2015., 2.07.2015., 9.09.2015 un 02.10.2015 ir piedalījušies VPP IMATEH semināros par projekta norisi un īstenošanu.

Projekta ietvaros 27.01.2015 ir rīkots seminārs studentiem, lai prezentētu viņiem VPP 1.projekta mērķus, uzdevumus un ieguvumus, kas tiks sasniegti, īstenojot VPP projektu.

Sagatavots un publicēts populāri – zinātnisks raksts “Innovative materials and smart technologies for environmental safety, IMATEH” Rīgas Tehniskās universitātes izdotajā žurnālā “Safety and security”, 4 izdevums, lpp. 10-12.

2015. gadā tika noorganizēti divas zinātniskās konferences – IMST „Innovative Materials, Structures and Technologies” 2015, 30.09.-02.10.2015, kā arī studentu zinātnisko konference 28.04.2015.

IMST „Innovative Materials, Structures and Technologies” 2015 konferences laikā tika informēti klātesošie (Latvijas un ārtvalstu zinātnieki, studenti un industrijas pārstāvji, kā arī pārstāvji no zinātniskās komisijas) par projekta sasniegumiem un iegūtajiem zinātniskajiem rezultātiem.

Programmas popularizēšanai studējošo vidū 2015.gada 16.aprīlī tika organizēta Betona olimpiāde (betona pagatavošanas sacensību 1.posmu), kurā komandām, kas sastāv no 3 cilvēkiem, tiks dota iespēja izgatavot betona paraugus, kuriem pēc 28 dienām tiks pārbaudīta to stiprība spiedē, tā nosakot, kura komanda ir izveidojusi betonu ar augstāko spiedes stiprību. Betona sacensību mērķis ir veicināt universitātē apgūto zināšanu izmantošanu praksē un mudināt studentus uz tehnisko jaunradi.

Betona sacensību 2. posms norisinājās 2015.gada 12.maijā, kad tika pārbaudīta 7 studentu komandu izgatavoto betona paraugu stiprība spiedē, tādējādi noskaidrojot sacensību uzvarētāju komandu.

IMATEH mājas lapā <http://imateh.rtu.lv/> ir ievietota detalizēta informācija gan par 1. projekta gan VPP IMATEH aktivitātēm un aktualitātēm.

Privātā sektora līdzfinansējums un ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz 1.projektā ietvaros radītajiem rezultātiem 2.posmā sasniedz 231397.34 Eur.

Noslēgtie līgumdarbi 01.01.2015 - 31.12.2015:

RTU Nr.	Vadītājs	Nosaukums	Pasūtītājs	Līgumcena EUR (iesk. PVN)	Darbības laiks
L8154	A.Korjakins	Apkārtojo ēku monitorings, Kalēju iela 53 kvartāls, kurš ierobežots ar Kalēju, Alksnāja, Mazās Peitavas un Peitavas ielām	SIA ATTOR	4585.90	01.05.15-31.12.15

L8175	A.Korjakins	Jaunā inovatīvā siltumizolācijas materiāla, kas ir GPS un Izoprok savienojums, īpašību pētījumi	SIA THERMEKO	24200.00	27.06.15-01.03.16
L8181	A.Korjakins	Veikt klimata kameras salturības testu sagatavotajiem paraugiem ar pievienotu ALINA additīves	SIA Green Industry Innovation center	2940.30	18.05.15-20.06.15
L8201	A.Korjakins	Rīgas Doma, Herdera laukumā 6, Rīgā, LV-1050 monitoringa darbi (Doma baznīca un klostera ansamblis)	Latvijas evaņģēliski luteriskā baznīca	2943.93	01.09.15-30.10.15
L8216	A.Korjakins	Videi draudzīgu granulu tehnoloģiskā ekspertīze, lai būtu faktoloģiski pierādījumi fizikālajām īpašībām	SIA Green Industry Innovation center	943.80	14.10.15-27.10.15
L8223	A.Korjakins	Rīgas Doma velvju plaisu monitorings un ēkas ekspluatācijas drošības novērtēšana	SIA Rīgas Doma pārvalde	10830.71	02.11-31.07.17
L8178	V.Haritonovs	Latvijā pieejamā reciklētā asfalta īpašību analīze un vadlīniju izstrāde, izmantošanai karstajos asfalta maisījumos	VAS Latvijas Valsts ceļi	66977.70	01.06.15-15.05.17
L8193	V.Haritonovs	Pelnu izmantošana meža autoceļos	AS Latvijas Valsts meži	72600.00	10.09.15-01.04.17
				231397.34	

2.3. Projekta Nr.1 uzdevumi

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

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Veikt ilgmūžības pārbaudes augstas veiktspējas cementa kompozītmateriāliem (spiedes pretestība >80MPa) infrastruktūras un sabiedriskām būvēm no vietējām izejvielām.	Pārskats par augstas veiktspējas cementa kompozītmateriālu ilgmūžību. Iesniegtas 2 publikācijas.
<p>Augstu īpašību betons ar uzlabotiem spiedes stiprības rādītājiem ir loģisks attīstības posms tradicionālajam betonam, ko plaši pielieto mūsdienu būvniecībā. Uzlabotie spiedes stiprības un ilgmūžības rādītāji ļauj veidot atvieglota svara konstrukcijas, kuras ir daudz efektīvākas par pašreiz lietotajām, tajā pašā laikā saglabājot visas drošības, ilgmūžības un estētiskās prasības. Tā kā augstu īpašību betona iegūšana tradicionāli saistās ar paaugstinātu cementa patēriņu, samazinātu Ū/C, plastifikatoru un mikropiedevu lietošanu, nepieciešams apzināties efektīvākās mikropiedevas, novērtēt pieejamās piedevas, lai varētu veidot racionālu</p>	

augstu īpašību betonu sastāvu, ievērojot maksimāli zemu cementa patēriņu.

Pārskata periodā noteikta mikropiedevu efektivitāte un ietekme uz betona fizikālajām un mehāniskajām īpašībām, kā arī testēti betona ilgmūžības parametri – salizturība, hlorīdu migrācija, sārnu-silīcija reakcijas. Secināts, ka mikropiedevas (kalcinēti kaolīna māli, mikrosilīcijs, cenosfēras, apvadkanālu putekļi no cementa ražošanas) ir izmantojami kā daļēji cementa aizvietotāji (atsevišķos gadījumos līdz pat 15% no cementa masas), tajā pašā laikā nesamazinot vai pat uzlabojot spiedes stiprības rādītājus. Efektīvākā piedeva no stiprības viedokļa ir mikrosilīcijs, kurš, aizstājot cementu 15% no tā masas, uzrāda ievērojami augstākus mehāniskos rādītājus. Metakaolīnu saturoši atkritumprodukti uzrāda līdzvērtīgus spiedes stiprības rezultātus ar kontroles sastāvu bez mikropiedevām, savukārt sastāvi ar cenosfērām un apvadkanālu putekļiem mehāniskās īpašības neuzlabo un novērojams neliels stiprības samazinājums, kas izskaidrojams ar augsto cenosfēru porainību un apvadkanālu putekļu smalkumu.

Otrajā projekta periodā projektētajiem betona sastāviem tiek veiktas ilgmūžības īpašību pārbaudes un tiek novērtēta mikropiedevu ietekme uz materiāla strukturālām izmaiņām. Betona paraugiem ar dažādām mikropiedevām noteikta pretošanās spēja cikliskai sasalšanas-atkušanas iedarbībai. Betona sastāviem ar metakaolīnu saturošiem atkritumproduktiem kā daļēju cementa aizvietotāju salturības pārbaudes uzrāda, ka visefektīvāk ir aizvietot 10% no cementa masas ar šo mikropiedevu, tādējādi iegūtais betons spēj izturēt 500 sasalšanas-atkušanas ciklus saskaņā ar LVS 156-1:2009 ar standartā pieļaujamajiem stiprības zudumiem, pamatsastāvs un sastāvs ar 5 un 15% piedevu neizturēja 500 ciklu pārbaudi no stiprības viedokļa. Tiek pārbaudīta salturība augstu īpašību betonam ar mikrosilīciju un cenosfērām.

Mikropiedevu pievienošanai betona sastāvā uzrāda pozitīvu rezultātu tādām ilgmūžības rādītājam kā hlorīdu migrācija. Pamatsastāvs bez mikropiedevām uzrāda līdz pat 3.5 reizes augstāku hlorīdu iespiešanās dziļumu, salīdzinot ar sastāviem, kuros cements aizstāts līdz pat 15% ar metakaolīnu saturošiem atkritumproduktiem. Hlorīdu iespiešanās zemo koeficients ir būtisks dzelzsbetona konstrukcijās, kurām ir būtiska tērauda stiegrojuma aizsardzība pret hloru joniem, kas veido agresīvu vidi un veicina stiegrojuma koroziju un sairšanu.

Sārnu-silīcija reakcijas tiek ierobežotas, ja betona struktūrā tiek iekļautas mikropiedevas. Pievienojot 15% mikropiedevu, kaitīgās izplešanās deformācijas betona struktūrā, kas izraisa plaisāšanu un padara betonu kaitīgu apstākļu caurlaidīgu, tiek samazinātas pat vairāk kā 2 reizes.

Pārskata periodā ir iesāktas un turpinās citas ilgmūžības pārbaudes un veikti ilgmūžības eksperimenti ar atšķirīgām mikropiedevām.

2. Izstrādāt receptūru bituminēto kompozītu sastāviem ar augstam ekspluatācijas īpašībām, izmantojot reciklēto asfaltbetonu (RAP), un, turpināt izstrādāt bituminēto kompozītu sastāvus no zemākās kvalitātes vietējā minerālmateriāla.

Rekomendācija bituminēto kompozītu maisīšanas procesa parametru optimizēšanai Piedalīšanās starptautiskā konferencē ar ziņojumu, 1 zinātniskais raksts.

Pārskata periodā izstrādāta asfaltbetonu sastāvu ar augstu RAP saturu receptūra. RAP bitumena atjaunošana tiks veikta ar zemākās viskozitātes bitumenu (B70/100 un B100/150), savukārt RAP minerālmateriālam tika pievienotas vietējas dolomīta šķembas. RAP daudzuma optimizācija tiks veikta baltoties uz ekspluatācijas īpašībām (risu noturība, noturība pret noguruma un termoplaisu veidošanos). Šajā periodā turpināta High Modulus Asphalt Concrete (HMAC) sastāvu izstrāde izmantojot vietējās grants šķembas.

Noteiktas jaunu un RAP izejmateriālu (bitumens un minerālmateriāls) fizikālās un mehāniskās īpašības. Bitumeniem (RAP bitumens un jauns bitumens) noteikta mīkstēšanas

<p>temperatūra, adatas penetrācija un trausluma temperatūra. Veikta novecojušā (RAP bitumens) atjaunināšana ar bitumeniem B 70/100 un B 100/150. Noteikta jauna un RAP bitumenu proporcija, lai iegūtu mērķa bitumenu B50/70. Minerālmateriāliem (RAP un jaunam dolomīta šķembām) noteikta granulometrija, forma, virsmas raupjums (tekstūra), drupināšanas izturība (abrazivitāte), salturība un ūdens absorbcija. Izmantojot RAP minerālmateriālu un jaunās dolomīta šķembas, aprēķināts granulometriskais sastāvs. Teorētiski noteikts asfaltbetona sastāvs - bitumena, piedevas un frakcionētu minerālmateriālu daudzums (receptūras izstrāde). Laboratorijas apstākļos veikta eksperimentālo sastāvu izgatavošana. Izmantojot Maršala metodi izgatavotajiem maisījumiem, balstoties uz tilpuma parametru (poras, minerāla karkasa porainība un ar bitumenu pildītās poras) analīzi, veikta sastāva optimizācija.</p> <p>Trešajā pētījumu periodā projektētiem bituminēto kompozītmateriālu sastāviem ar RAP paredzēts veikt deformatīvo īpašību eksperimentālās pārbaudes, lietojot ekspluatācijas īpašību testēšanas metodes – riteņu sliežu veidošanās testu, stinguma un noguruma testus, termoplaisu veidošanas testus, kā arī ūdensjūtību (bitumena un minerālmateriāla adhēziju). Trešajā periodā tiks projektēti siltā asfaltbetona (WMA) sastāvi.</p>	
<p><i>3. Izstrādāt un izveidot datu apkopšanas sistēmu, kas piemērota energoefektīvu būvju konstrukciju siltuma un mitruma migrācijas kontrolei.</i></p>	<p><i>Izstrādāta sistēma datu uzkrāšanai, uzsākta datu apstrāde. Iesniegta 1 publikācija.</i></p>
<p>Lai izpildītu otrajā periodā uzstādīto mērķi tika izstrādāta datu apkopšanas sistēma, kas piemērota energoefektīvu būvju konstrukciju siltuma un mitruma migrācijas kontrolei. Tā tika testēta lauka un laboratorijas apstākļos un tai veikti attiecīgi uzlabojumi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lai nodrošinātu atsevišķus mērījumus gan apkārtējās vides relatīvajam mitrumam un temperatūrai, gan noteiktu temperatūru uz konstrukciju virsmas, kas nepieciešama siltumvadītspējas aprēķināšanai, esošā sistēma tika papildināta ar diviem Sensirion SHT75 sensoriem. • Tika veikta sistēmas papildināšana ar atsevišķu zemējuma vadu barošanai, jo testēšana ar dažādiem strāvas avotiem uzrādīja, ka iespējamās siltuma plūsmas mērījumu novirzes ar nesazemētu sistēmu. • Izstrādāta sagatave un metode iegūto datu ērtai apstrādei. • Sistēma testēta un kalibrēta laboratorijas apstākļos izmantojot FOX600 siltumplūsmas mērītāju un lauka apstākļos izmantojot Ahlborn Almeno 8590-9 datu uzkrājēju. <p>Pēc sistēmas pilnveidošanas tā tika izmantota, lai noteiktu mitruma migrācijas un siltuma plūsmas procesus sienas blokam tūlīt pēc ražošanas. Bloka izveidē izmantotas dabīgās šķiedras – kaņepju spaļi no vietējiem ražotājiem, kā arī kaļķa bāzes vietējas izcelsmes minerālā saistviela. Sākotnēji iegūtie dati apstiprina laboratorijā noteiktos – siltumvadītspējas koeficients un žūšanas ilgums ir līdzīgs.</p> <p>Paralēli tam otrajā posmā tika veikta šķiedru kompozītmateriālu mehānisko un fizikālo īpašību noteikšana. Tika izstrādāti sastāvi, izmantojot dažādas vietējas izejvielas – kaļķa, ģipša, u.c. bāzes, kopā ar hidrauliskajām piedevām – metakaolīnu, mikrosilīku, u.c. Tāpat tika izmantoti dažādu veidu un apstrādes pakāpes kaņepju spaļi no visiem lielākajiem vietējiem ražotājiem. Noteiktas mehāniskās un fizikālās īpašības – spiedes un lieces stiprība, siltumvadītspēja, ugunsizturība, salīdzinātas ar līdzīgu materiālu īpašībām.</p>	

2.4. Projekta Nr. 1 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 iespējamus risinājumus, turpmākā darba virzienus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz četras A4 lapas)

Valsts programmas un šī projekta mērķis ir radīt inovatīvus un ilgtspējīgus materiālus (cementa, bitumena un šķiedraugu kompozītus), izmantojot vietējās izejvielas.

Šajā atskaites periodā plānotie mērķi sasniegti pilnībā.

Pārskata periodā tika plānoti mērķi veikt cementa kompozītmateriālu ilgmūžības pārbaudes, kā arī turpināt iesāktās ilgmūžības pārbaudes esošajiem un no jauna izgatavotajiem augstas veiktspējas betona paraugiem. Pārbaudes pilnībā veiktas augstas veiktspējas cementa kompozītiem ar metakaolīnu saturošu atkritumproduktu mikropiedevām kā daļēju cementa aizvietotāju no 5 līdz 15%. Ir iesāktas un tiek turpinātas ilgmūžības pārbaudes augstas veiktspējas cementa kompozītiem ar cenošfēru mikropiedevu, mikrosilīciju, cementa ražošanas apvadkanālu putekļu mikropiedevu, kā arī dezintegrētām smiltīm (īpaša smilšu sasmalcināšanas metode, kas veikta Tallinas Tehniskajā universitātē, Igaunijā). Dezintegrētas tika dolomīta un kvarca smiltis (Saulkalne-S, frakcija 0.3-2.5 un kvarca smilti (Saulkalne-S, frakcija 0-1mm).

Pētījumos par augstas veiktspējas cementa kompozītmateriāliem infrastruktūras un sabiedriskām būvēm, tiek izmantots Latvijā ražots cements un Latvijā iegūtas dolomīta un kvarca pildvielas (2 veidu smiltis un oļi). Lai nodrošinātu augstu stiprību (virs 80 MPa) betona izstrādājumiem, nepieciešams izvēlēties vienu no betona receptūras projektēšanas metodēm: paaugstināt cementa īpatsvaru betona sastāvā, samazināt ūdens-cementa attiecību, pievienot superplastificējošas piedevas, nodrošināt optimālu pildvielu pakojumu, izmantojot ne tikai tradicionālās pildvielas, bet arī mikropildvielas, kas paver iespēju aizstāt arī energoietilpīgo cementu, saglabājot augstvērtīgas (pat uzlabotas) cementa kompozīta (betona) īpašības.

Realizējot pārskata periodā paredzētos uzdevumus secināts, ka mikropiedevu (piem., metakaolīnu saturoši atkritumprodukti) iekļaušana betona sastāvā būtiski uzlabo betona ilgmūžības rādītājus. Betona struktūras pretošanās hlorīdu iespiešanās dziļumam palielinās līdz 3.5 reizēm, kas ir svarīgs rādītājs, projektējot dzelzsbetona konstrukcijas, kurās stiegrojums jāaizsargā no korozijas. Sārnu-silīcija reakcijas tiek ierobežotas, kā rezultātā samazinās betona plaisāšanas risks, tā caurlaidība un saglabājas struktūras nemainība. Noskaidrots, ka salturību iespējams uzlabot līdz 500 sasaldēšanas-atkuššanas cikliem, ja betona struktūrā tiek pievienoti 10% metakaolīna saturošu atkritumproduktu kā cementa aizvietotāju.

Rezultātu zinātniskā vērtība ir attiecināma uz zināšanu izpratni par augstu īpašību betona projektēšanu un fizikālo, mehānisko un ilgmūžības īpašību novērtēšanu. Veiktie pētījumi ļauj izprast mikropiedevu nozīmi, analizēt mikropiedevu īpašības un to mijiedarbību ar cementa minerāliem betona struktūrā. Pasaulē aizvien tiek meklētas jaunas izejvielas betona izgatavošanai, kas spēs efektīvi aizstāt energoietilpīgo cementu, samazināt saražoto atkritumu apjomu, deponēt esošos uzkrātos atkritumus, izmantojot efektīvas apstrādes metodes. Pētnieciskais darbs ļaus novērtēt tādu atkritumproduktu efektivitāti kā metakaolīnu saturoši atkritumprodukti, apvadkanālu putekļi no cementa ražošanas, dolomīta atsiju un smilšu dezintegrēšanas apstrādes ietekmi, kā arī cenošfēras un mikrosilīciju.

Rezultātu praktiskais nozīmīgums ļauj iegūt augstvērtīgu augstu īpašību betonu ar praktisku pielietojumu, jo tas ir kā loģisks tradicionālā betona attīstības posms, kas teorētiski ražotājam ļauj ieviest šādu materiālu ražošanā, minimāli mainot pašreizējās

ražošanas tehnoloģijas. Efektīva mikropiedevu izvēle ļauj samazināt cementa patēriņu betona ražošanā, saglabājot un pat uzlabojot betona mehāniskās un ilgmūžības īpašības.

Izgatavojot augstu īpašību betonu ar mikropiedevām, kas daļēji aizstāj cementu, ir sarežģīti nodrošināt betona stiprības rādītājus, jo saistvielas cementa daudzums tiek samazināts. Tikai efektīvas mikropiedevas spēj nodrošināt betona spiedes stiprību sākotnējā līmenī, vai pat nodrošināt spiedes stiprības pieaugumu. Otrs riska faktors, kas rodas, veidojot augstu īpašību betonu ar mikropiedevām, ir saistīts ar betona iestrādes problēmām, jo pievienojot smalkas piedevas, rodas nepieciešamība pēc papildus ūdens daudzuma, kas nepieciešams konsistences saglabāšanai, bet tas var negatīvi atsaukties uz mehāniskajām īpašībām un betona ilgmūžību. Lai novērstu nepieciešamību pēc papildus ūdens daudzuma, vēlamā konsistence tiek panākta ar superplastificējošu piedevu palīdzību. Lai noteiktu nepieciešamo superplastifikatoru daudzumu betonam, šīs pārbaudes jāveic eksperimentāli un pārbaudītajām mikropiedevām ir noteiktas eksperimentāli.

Turpmākais darba virziens saistīts ar mikropiedevu ietekmes novērtēšanu uz betona ilgmūžības īpašībām. Tiks turpinātas eksperimentālās pārbaudes salturībā, hlorīdu migrācijas koeficientu noteikšanā, sārmu-silīcija reakciju noteikšanā un sulfātu iedarbības noteikšanā augstu īpašību betonos ar dažāda veida mikropiedevām.

Tāpat viens no ekonomiskiem un ekoloģiskiem risinājumiem asfaltbetona sastāvu ar augstām ekspluatācijas īpašībām rādīšanai ir reciklētā asfaltbetona (RAP) izmantošana. RAP materiāls ir ļoti vērtīgs resurss asfaltbetona (HMA) maisījumu ražotājiem. Tas satur gan minerālmateriālu, gan bitumena saistvielu. RAP izmantošana HMA maisījumu ražošanā, aizvieto šos vērtīgos resursus, ietaupot naudu un materiālus. Naftas un minerālmateriālu resursu saglabāšana, kā arī izgāztuvju platību nepalielināšana ir galvenie vides aizsardzības un saglabāšanas ieguvumi. Rezultātā, ir mazāk transportlīdzekļu ko izmanto pārvadājumiem, mazāk patērētas enerģijas un sekojoši uzlabota gaisa kvalitāte. Rezultātā samazinās enerģijas patēriņa apjoms, kurš nepieciešams minerālmateriālu un bitumena saistvielas ražošanai. Projekta ietvaros, vidēji un smagi noslogotiem ceļiem, izstrādāti asfaltbetona sastāvi ar augstu RAP saturu pielietojot Latvijā iegūtus minerālmateriālus. Apkopota un analizēta literatūra par ārvalstīs gūto pieredzi attiecībā uz asfaltbetona segumu pārstrādi. Balstoties uz "Superpave" maisījuma projektēšanas metodi izpētīta asfaltbetona sastāvu projektēšana ar augstu RAP saturu. Noteikta RAP bitumena un jaunā bitumena īpašības atbilstoši LVS EN 12591 standartam, kā arī RAP un jaunā minerālmateriāla īpašības atbilstoši LVS EN 13043, kā arī šo izejmateriālu atbilstība Ceļu specifikācijas 2015 prasībām. Laboratorijā projektēti un izgatavoti asfaltbetona maisījumi ar augstu (30-50%) RAP saturu un noteiktas to fizikālās un mehāniskās īpašības.

Balstoties uz iegūtiem rezultātiem, tiks izstrādāta asfaltbetona sastāva ar augstu RAP saturu recepte, kā arī sagatavots ekonomiskais novērtējums un rekomendācijas projekta ietvaros radīta bituminēta kompozīta projektēšanai.

Trešā projekta mērķa sasniegšanai ir izstrādāta un izveidota datu apkopošanas sistēma, kas piemērota energoefektīvu būvju konstrukcijas siltuma un mitruma migrācijas kontrolei. Projekta pirmajā posmā iegādātajai sistēmai ir veikti nepieciešamie uzlabojumi, lai to varētu lietot konkrētā mērķa izpildei, novērsti iespējamie traucējumi rezultātiem, sistēma pārbaudīta un kalibrēta gan lauka, gan laboratorijas apstākļos.

Iegūtie sākotnējie rezultāti no eksperimentālā sienas paneļa ļauj secināt, ka žūšanas ilgums noteikts pie līdzīgiem apstākļiem lauka un laboratorijas testos atšķiras

par 20%. Šāda sakarība starp laboratorijas un lauka žūšanas apstākļiem jāpēta padziļināti, jo šāda sakarība par dabīgo šķiedru kompozītu žūšanas ilgumu ir nozīmīgs faktors šādu izstrādājumu potenciālajiem un esošajiem ražotājiem un pircējiem.

Otrkārt ir veikta šķiedru kompozītmateriāla sastāvu izstrāde un mehānisko un fizikālo īpašību noteikšana. Sastāvu izstrādes pamatā tika variēts ar trīs iespējamajiem mainīgajiem – saistvielas īpašībām, spaļu īpašībām un tehnoloģiskajiem apstākļiem. Tehnoloģiskie apstākļi bija žūšanas ilgums un faktori un maisītāju izvēle. Saistvielas tika izvēlētas kaļķu un ģipša bāzes ar hidrauliskām piedevām, spaļu īpašības tika variētas pārbaudot dažādas pārstrādes un tīrības pakāpes kaņepju spaļus no lielākajiem vietējiem kaņepju ražotājiem.

Sastāviem tika noteiktas mehāniskās un fizikālās īpašības. Kā optimālākā kaļķa bāzes saistviela tika atzīta dolomītkalķa-metakaolīna maisījums, sasniedzot 0,33 MPa spiedes stiprību. Ģipša-cementa-pucolāna maisījums līdzīgu stiprību uzrāda pie mazāka materiāla patēriņa, kā arī uzrāda labāku agro stiprību un pretošanos negatīvi stiprību ietekmējošo cukur iedarbībai, taču tā izdalītais CO₂ daudzums ir ievērojami lielāks, kas negatīvi ietekmēs dzīves cikla analīzi. Iegūtos rezultātus var izmantot materiālu ražotāji izvēloties savam produktam nepieciešamos apstākļus un īpašības.

Tika veikti arī mehāniskās izturības testi, izmantojot 3-punktu lieces shēmu, industriāli izgatavotam 200 mm biežam sienas izmēģinājuma elementam (SIA Esco Būve), kas sastāv no koka rāmja 1250 x 500 mm un iestrādātas kaņepju kaļķa kompozīta izolācijas, Paraugam, kas izzāģēts no industriāla sienas paneļa, tika konstatēts blīvums 317 kg/m³ un siltumvadāmības koeficients 0.069 W/mK.

Kā alternatīva saistviela kaņepju kompozītam tika izskatīts sapropelis, kas ir atjaunojamais un videi draudzīgs materiāls. Ir iegūts kaņepju sapropelja efektīvs kompozītmateriāls ar blīvumu no 100 līdz 200 kg/m³ un siltumvadītspējas koeficientu 0.052 – 0.061 W/mK. Materiāla galvenais trūkums ir zema ugunsizturība, kas jāņem vērā turpmākos pētījumos.

Lai sasniegtu projekta mērķi, projekta 3.posmā paredzēts:

1. Turpināt ilgmūžības pārbaudes augstas veiktspējas cementa kompozītmateriāliem (spiedes pretestība >100Mpa) infrastruktūras un sabiedriskām būvēm no vietējām izejvielām.
2. Izstrādāt receptūru bituminēto kompozītu sastāviem ar augstam ekspluatācijas īpašībām, izmantojot reciklēto asfaltbetonu (RAP) (rezultāts - receptūras, metode. Iesniegta 1 publikācija.)
3. Iegūt un analizēt datus no siltuma un mitruma migrācijas datu apkopošanas sistēmas, kā arī veikt dabīgo šķiedru kompozītmateriālu dzīves cikla aprēķinu.

Trešā pētījumu perioda ietvaros paredzēts turpināt augstas veiktspējas cementa kompozītmateriālu ilgmūžības pārbaudes - noteikt noturību pret sārnu silīcija reakcijām, sulfātnoturību, salturību, noturību pret hlorīdu destruktīvu iedarbību u.tml.

Turpināt vai sākt pārbaudīt izstrādāto betona paraugu salturību atbilstoši LVS 206 standarta un RILEM TC 117-FDC rekomendācijām (CDF tests). Pētījumos tiks pārbaudīts betons, kas ir izturējies standarta 500 sasāļšanas-atkuššanas ciklus, pārbaudot tos 5% NaCl šķīdumā un tas tiek raksturots kā augstvērtīgs betons, kas spēj pretoties mainīgai temperatūras ietekmei, kas ir raksturīgi Latvijas klimatiskajos apstākļos ziemas periodā, kā arī virsmas pārbaudes tests (CDF tests) 3% NaCl šķīdumā.

Hlorīdu penetrācijas (iespiešanās) dziļuma noteikšana saskaņā ar NT BUILD 492 metodiku. Turpinās noteikt betona spēju pretoties hlorīdu iekļūšanai betona struktūrā, kas ir svarīgi Latvijas klimatiskajos apstākļos, īpaši vietās, kur ziemā notiek pret apledojuma sastāvu kaisīšana un sāls šķīdumi kontaktējas ar betona virsmu, tādējādi

veicinot stiegrojuma koroziju, betona nodrupumus un nesošo konstrukciju nestspējas zudumus. Betona pretestība hlora jonu migrācijai tiks raksturota ar hlorīdu migrācijas koeficientu.

Betona sastāviem turpinās noteikt sārnu-silīcija reakciju ietekme saskaņā ar standartu RILEM AAR-2 – ultra paātrinātā javas prizmu testa metode.

Betona paraugiem tiks noteikta sulfātu noturība atbilstoši standartam SIA 262/1 pielikumam D: Sulfātu noturība.

Balstoties uz iegūtajiem ilgmūžības pārbaudžu rezultātiem izstrādāt rekomendāciju betona korozijas un salturības paaugstināšanai (nodevums).

Lai realizētu pētījumus par bitumena kompozītiem, projekta trešajā posmā paredzēts veikt bituminēto kompozītmateriālu (HMAC un RAP) sastāvu deformatīvo īpašību eksperimentālās pārbaudes, lietojot ekspluatācijas īpašību testēšanas metodes – riteņu sliežu veidošanās testus, stinguma un noguruma testus, termoplaisu veidošanas testus, kā arī ūdensjūtību (bitumen un minerālmateriāla adhēziju). Papildus tam paredzēts izstrādāt inovatīvus bituminētā kompozītmateriāla sastāvus, izmantojot vietējas grants šķembas, kā arī citu karjeru dolomīta šķembas, un salīdzināt to īpašības ar tradicionālajiem asfaltbetona veidiem;

Izstrādājot bituminētā kompozītmateriāla sastāvus, vienlaicīgi izmantojot dažādu veidu vietējos minerālmateriālus un importētos tradicionālos minerālmateriālus, būs iespējams salīdzināt to īpašības ar tradicionālajiem asfaltbetona veidiem un izstrādāt bituminēto kompozītmateriālu sastāvus (receptes) izmantot polimērmodificētu bitumenu.

Balstoties uz laboratorijā iepriekš iegūtajiem datiem, paredzēt izgatavot augstas stiprības bituminētus maisījumus ar augstu RAP (recycled asphalt pavement) saturu (ar RAP daļēji aizvietojojam Latvijā apstākļiem tradicionālo pildvielu). Tapāt, izmantojot silto asfaltbetonu (WMA), tehnoloģijas paredzēts radīt siltā asfaltbetona sastāvu receptes, kuru ražošanas un ieklāšanas temperatūra (viegliestrādājamība) ir par 15 - 25°C zemākā nekā tradicionāliem asfaltbetona sastāviem.

Apkopojot iegūtos rezultātus, projekta otrā posma beigās paredzēts sagatavot ekonomisku novērtējumu un rekomendācijas projekta ietvaros radītu bituminēto kompozītu projektēšanai, ražošanai un ieklāšanai, kā arī šo recepšu specifikācijas.

Projekta 3. posma trešais uzdevums ir iegūt un analizēt datus no siltuma un mitruma migrācijas datu apkopošanas sistēmas, kā arī veikt dabisko šķiedru kompozītmateriālu dzīves cikla aprēķinu.

Atbilstoši plānotajam uzdevumam ir paredzēts iegūt un uzkrāt siltuma un mitruma migrācijas datus no dabīgo šķiedru kompozītmateriāliem, kā arī sākt modeļa izstrādi, balstoties uz iegūtajiem datiem. Dati tiks vākti no materiāliem, kas iestrādāti dažādos apstākļos. Sākotnēji tiks veikta eksperimentāla sienas paneļa siltuma un mitruma datu uzkrāšana, lai novērtētu procesus, kas noris pie vienmērīga iekštelpu mikroklimata.

Tiks veikta arī sensoru iestrāde jaunuzceltā ēkā, kur izmantoti dabīgo šķiedru kompozītmateriāli, lai novērtētu to darbību fāzē pēc iestrādes, kā arī reālos ekspluatācijas apstākļos. Iegūstamie dati, kalpos par pamatu energoefektīvu būvju konstrukciju siltuma un mitruma migrācijas kontroles modelim, kas verificēs, ka iegūtie kompozītmateriāli ir paredzēti energoefektīvām būvēm, kas nodrošina cilvēka labsajūtai un veselībai piemērotu iekštelpu klimatu.

Šajā posmā plānots arī veikt dabīgo šķiedru kompozītmateriālu dzīves cikla aprēķinu. Tiks izveidots produkta dzīves cikla modelis, iegūti dati no literatūras un datubāzēm par materiāliem, energoresursiem un emisijas faktoriem, veikts aprēķins un ietekmes novērtējums. Paredzēts, ka izstrādājamā metode dos iespēju vieglāk novērtēt vai piedāvātais materiāls ir CO₂ neitrāls, kas ir viens no projekta

pamatuzdevumiem.

Projekta 3. posma ietvaros ir paredzēts arī izstrādāt metodi ekoloģisko kompozītmateriālu ražošanai no šķiedraugiem un vietējām minerālām saistvielām. Metodes izstrādē tiks apkopota iepriekš iegūtā informācija, kas gūta šķiedru kompozītmateriāla sastāvu izstrādes laikā un no mehānisko un fizikālo īpašību noteikšanas. Metode ļaus esošajiem un potenciālajiem dabisko šķiedru kompozītmateriālu ražotājiem izvēlēties parametrus (dažādas saistvielas, ražošanas tehnoloģijas, u.c.), kas visprecīzāk ļaus nonākt pie vēlamajām gatava materiāla īpašībām.

2.6. Projekta Nr. 1 rezultatīvie rādītāji

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

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti							
	plānots	sasniegts						
	2014.– 2017. g.	gads						
2014		2015	t. sk. iepriek- šējā periodā uzsākts.	2016.	2017.	2018.	2019.*	
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātnisko publikāciju skaits:	17	0	9	9				
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP>1) skaits	3	0	0	0				
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits ERIH(A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	14	0	9	9				
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0	0	0				
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:	26	7	19	26				
promocijas darbu skaits	4	0	2	2				
maģistra darbu skaits	22	5	4	9				
bakalaura darbu skaits	0	2	13	15				
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji								
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:	33	1	18	19				
konferences	14	0	9	9				
semināri	8	0	2	2				
rīkoti semināri un konferences	4	1	5	6				
populārzinātniskas publikācijas	4	0	1	1				
izstādes, demonstrācijas	0	0	0	0				
Betona olimpiāde	3	0	1	1				
2. Interneta mājas lapu populārie ziņojumi	30	12	5	17				
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:	421000	163526	231397	372602				
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	180000	22321	0	0				

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	0				
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	241000	141205	231397	372602				
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:	3	0	0	0				
Latvijas teritorijā	3	0	0	0				
ārpus Latvijas	0	0	0	0				
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobežti uzņēmumos	3	0	0	0				
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	2	0	0	0				

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 1 vadītājs _____/Diāna Bajāre/
 (paraksts¹) (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