



Atskaite

Par Rīgas Tehniskās universitātes projekta **“Inovatīva frēzētā asfaltbetona izmantošana ilgtspējīgiem ceļa segas konstruktīvajiem slāņiem”** Nr.1.1.1.1/16/A/148 norisi laika posmā no 01.12.2018 līdz 28.02.2019 (8. atskaites posms).

Projekta mērķis ir: izmantojot frēzēto asfaltbetonu un pielietojot ekoinovatīvus materiālus un tehnoloģijas, izstrādāt jaunus ceļa segas konstruktīvo slāņu materiālus ar augstām ekspluatācijas īpašībām.

Šajā praktiskas ievirzes projektā galvenā uzmanība tiek vērsta uz novecojušā bitumena raksturošanu, modificēšanas iespēju izvērtēšanu, izmantojot specifiskas atšķirīgas molekulmasas piedevas, kā arī raksturošanas metožu rekomendēšanu, lai pārliecinātos par asfalta atjaunošanas efektivitāti. Projektā tiek veikta bitumena modificēšanas iespējas izpēte, lai uzlabotu materiāla ekspluatācijas īpašības, tostarp, termoplastiskās īpašības, izturību pret novecošanos, mitrumizturību un nogurumizturību. Tiek pētītas arī zemākas kvalitātes frēzētā asfaltbetona (nehomogenitāte, neatbilstoša granulometrija, bitumena novecošanas pakāpe, u.c.) efektīvas pielietošanas iespējas ceļa segas pamata kārtas izbūvei, veicot stabilizāciju ar vietēji iegūstamu biomasas sadegšanas blakusproduktu - vieglajiem pelniem kā cementa aizstājēju. Izmantojot šī projekta rezultātus tiks noteikta frēzētā asfalta optimāla izmantošanas iespēja (ceļa segas bituminētiem maisījumiem vai pamatkārtas maisījumiem) katrā konkrētā būvobjektā.

Saskaņā ar projekta laika grafiku 8.pārskata periodā (01.12.2018.-28.02.2019.) bija jāīsteno sekojošas darbības:

1. Novecojušā bitumena raksturošana, modificēšanas iespēju izvērtēšana un alternatīvu bitumena raksturošanas metožu izstrāde

- 1.3. Bitumena modificēšanas ar specifisko zemmolekulāro piedevu izpēte;
- 1.4. Bitumena modificēšanas ar specifisko lielmolekulāro piedevu izpēte;
- 1.5. Bitumena zemu temperatūru īpašību raksturošanas pieejas izstrāde;
- 1.6. Bitumena ilgizturības izpēte UV starojuma, temperatūras un mitruma ietekmē.

2. Asfaltbetona ar augstu frēzētā asfalta saturu izstrāde

2.2. Asfaltbetona sastāvu ar augstu frēzētā asfalta saturu projektēšana un ekspluatācijas īpašību novērtējums.

3. Augstas nestspējas ceļas segas pamatkārtas ar augstu frēzētā asfaltbetona saturu, stabilizētu ar vieglajiem pelniem, izstrāde

3.2. Ceļas segas pamatkārtas ar augstu frēzētā asfaltbetona saturu, stabilizētu ar vieglajiem pelniem, projektēšana.

4. Ceļa segas konstruktīvo slāņu projektēšana un dzīves cikla analīze

4.1. Optimizētas, stipras un ekoloģiskās ceļa segas konstrukcijas izstrāde izmantojot šajā pētījumā radītos materiālus - asfaltbetonu ar augstu frēzētā asfaltbetona saturu un ceļa segas pamatkārtas materiālu ar augstu frēzēta asfaltbetona saturu stabilizētu ar viegliem pelniem

4.2. Izstrādāto materiālu vides un ekonomiskā ieguvuma novērtējums izmantojot dzīves cikla (LCA) un dzīves cikla izmaksu analīzes (LCCA) metodes.

4.3. Izstrādāta materiāla iestrāde un īpašību pārbaude reālos ekspluatācijas apstākļos (reālās darbības vidē)

4.4. Optimālā frēzēta asfaltbetona pielietojuma algoritma izstrāde.

5. Projekta rezultātu izplatīšana un zināšanu pārnese

5.1. Publikāciju izstrāde iesniegšanai Web of Science vai SCOPUS datubāzēs

5.2. Publikāciju izstrāde un iesniegšana resursos ar augstu citēšanas indeksu

Atbilstoši 8. atskaites posmā izvirzītajiem pētnieciskajiem uzdevumiem ir veiktas sekojošas darbības:

Atbilstoši pētniecības **aktivitātes 1.3.** veikts darbs pie izejas, kā arī novecināta bitumena modificēšanas ar dažādām zemas molekulmasas funkcionālajām piedevām (tostarp maleīnskābes anhidrīdu, specifisku alifātisku ogļūdeņraža adhēzijas aģentu, pašsintezētu atjaunināšanas piedevu), izmantojot šim nolūkam atšķirīgus tehnoloģiskos risinājumus (atšķirīgs maisīšanas ātrums, temperatūru režīms un reakcijas vide – inerta vai oksidatīva). Veikta iegūto bitumena kompozīciju struktūras (t.sk., mikroskopija un FTIR), kā arī tehnoloģisko un ekspluatācijas īpašību (tostarp, atbilstoši virsmas, reoloģisko, kalorimetrisko, funkcionālo) analīze. Sintezēta bitumena atjaunināšanas piedeva, kura izmantota no atjauninātā bitumena iegūtu asfaltbetona paraugu izgatavošanai. Sagatavots aktivitātes 1.3. nodevums.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 1.4.** veikts darbs pie izejas, kā arī novecināta bitumena kompozīciju ar lielmolekulāriem modifikatoriem iegūšanas pie dažādiem tehnoloģiskajiem apstākļiem. Perspektīvākās no kompozīcijām iegūtas lielākos daudzumos un izmantotas, lai iegūtu asfaltbetona paraugus. Veikta atsevišķu iegūto bitumena kompozīciju struktūras (tostarp, ķīmiskās uzbūves, morfoloģijas), kalorimetrisko un funkcionālo (mīkstēšanas temperatūra, adatas penetrācija, uzglabāšanas stabilitāte, Frasa trausluma temperatūra un elastīgā atjaunošana) īpašību izvērtēšanas. Sagatavots aktivitātes 1.4. nodevums.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 1.5.** turpināta termomehāniskās analīzes un dinamiskās mehāniskās termiskās analīzes metožu izvērtēšana bitumena un atsevišķu tā kompozīciju zemas temperatūras īpašību raksturošanai. Veikti pētījumi pie paraugu kvalitātes uzlabošanas iespējām.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 1.6.** veikti izvērtēšana par paātrinātas novecināšanas (tostarp, ietverot tādas agresīvu apkārtējās vides faktorus kā UV starojums un paaugstināta temperatūra) iedarbību uz bitumenu īpašībām salīdzinājumā ar dabisko novecošanos. Turpināta atsevišķu bitumena kompozīcija paātrināta vecināšana. Veikti atsevišķu novecinātu bitumena kompozīciju ar zemas un/vai augstas molekulmasas piedevām struktūras, virsmas, kalorimetrisko, reoloģisko un funkcionālo īpašību pētījumi.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 2.2.** Šajā atskaites periodā uzprojektētiem SMA tipa un HMAC tipa asfaltbetoniem ar augstu RAP saturu (līdz 75%) noteikta risu noturība atbilstoši LVS EN 12697-22, termoplaisu noturība atbilstoši LVS EN 12697-46, puscilindra paraugu plaisu ieplatīšanās (SCB) atbilstoši LVS EN 12697-44 un ūdens jūtības tests (ITSR) atbilstoši LVS EN 12697-12. Turpinās asfaltbetona references paraugu, kuri nesatur RAP, testēšana uz risu un nogurumizturību, turpmākai rezultātu salīdzināšanai. Šajā atskaites periodā izgatavoti paraugi (50×50×410mm) asfaltbetona sastāviem ar augstu RAP saturu noguruma izturības noteikšanai ar četru punktu lieces testu atbilstoši standarta LVS EN 12697-26 prasībām. Šajā atskaites periodā uzsākta bitumena atjaunojošās piedevas FAME 6, kura izstrādāta aktivitātes A 1.3. ietvaros, aprobēšana uz AC tipa asfaltbetoniem ar augstu (līdz 100%) RAP saturu, kā arī modificētā bitumena (SBS. EOC), izstrādāta aktivitātes A 1.4. ietvaros aprobēšana uz BBTM tipa asfaltbetoniem. Šajā aktivitātē iegūtie rezultāti tiks atspoguļoti publikācijā R. Izaks, M. Zaumanis, V. Haritonovs. M. Rathore. “High modulus asphalt concrete using high content of reclaimed asphalt” (journal: Road Materials and Pavement Design (IF 2.199, SNIP 1,279, Q2).

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 3.2.** Šajā atskaites periodā, atbilstoši Proktora metodei (LVS EN 13286-2), turpinās sešu sastāvu (1. - 30% vieglie pelni (fly ash); 2. -1.5% cements + 30% vieglie pelni; 3. - 2.5% cements; 4. - 2.5% cements + 10% vieglie pelni; 5. - 2.5% cements + 20% vieglie pelni; 6. - 2.5% cements + 30% vieglie pelni) izgatavošana un maksimālā blīvuma un optimālā mitruma noteikšana. Katram maisījumam (ar optimālo mitrumu un maksimālo blīvumu) uzsākta sešu cilindrisku paraugus izgatavošana (kopā 36 paraugi) turpmākai pārbaudei uz spiedes stiprību un salizturību. Tāpat šajā etapā veikta Proktora paraugu izgatavošanu diviem sastāviem - viens ar 1,5% cementu un otrs ar 20% vieglajiem pelniem, kuriem iepriekš ir noteikts optimālais mitrums un maksimālais blīvums, turpmākai pārbaudei uz salizturību pie 10, 25 un 50 cikliem. Šajā aktivitātē iegūtie rezultāti tiks atspoguļoti publikācijā P.Skels, V. Haritonovs, K. Bajars “Road base layer material with high RAP content stabilized with fly ash”, kuru plānots iesniegt 4th International Conference “Innovative Materials, Structures and Technologies” (IMST 2019), kura notiks 2019. gadā no 25. līdz 27. septembrim Rīgā.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 4.1.** turpinās ceļa segas konstrukcijas projektēšana ņemot vērā šajā projektā radīto materiālu īpašības, lai iegūt visfunkcionālāko un ekonomiskāko struktūru no aktivitātē A 3.2. radītiem materiāliem. Projektēšana veikta četriem pamatkārtas slāņiem, no kuriem viens ir references (nesatur vieglos pelnus) un trīs ir aktivitātē A 3.2. radīti maisījumi (vieglie pelni, kā arī kombinācija no cementa un viegliem pelniem). Aktivitātē 3.2. radīto materiālu iestrādei izvēlēta aukstā pārstrādes metode, kura ietver nepieciešamo izejmateriālu, arī reciklētu materiālu, sagatavošanu un piegādi, esošā seguma uzirdināšanu un samaisīšanu, no jauna pievienojamo materiālu iemaisīšanu, kārtas sablīvēšanu, kā arī uzbūvētas kārtas kopšanu līdz nosedzošās kārtas būvniecības uzsākšanai. Pirms darba izpildes tiks veikta pamatnes profilēšana un blīvēšana.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 4.2.** Tiek identificēti būtiskākie LCCA ievaddati, ievērojot spēju iegūt ticamas vērtības. Tiek iegūti dati par pēdējo gadu ceļu būvobjektiem: materiāli, celtniecības metodes, celtniecības tehnika, izmaksas. Šie ievaddati ir iekļauti LCCA algoritmā un izstrādāta programmatūra. Tika attīstīta LCCA varbūtiskā pieeju, jo to var izmantot arī determinētiem aprēķiniem, ievadot novirzes parametrus, kas ir vienādi ar 0. Monte-Carlo simulācijas metode tiek izmantota, radot lielu skaitu nejaušu ievad vērtību noteiktās robežās. Programmatūras testēšanas nolūkiem tika izvēlēts konkrēts ceļa posms, kurš tika rekonstruēts 2018. gadā, līdz ar to ir pieejami faktiskie dati par būvniecības izmaksām. Turklāt tiek pieņemti seši ceļa seguma veidi, ieskaitot tradicionālos asfaltbetona slāņus, kā arī BBTM dilumkārtu un HMAC saistes kārtu (izstrādāti aktivitātes A 2.2. ietvaros). Šajā aktivitātē iegūtie rezultāti tiks atspoguļoti publikācijā A. Riekstins, V. Haritonovs, V. Abolins, V. Straupe, J. Tihonovs “Life Cycle Cost Analysis of BBTM and traditional asphalt concretes in Latvia”, kuru plānots iesniegt 18. starptautiskajā konferencē Engineering for Rural Development, kura notiks 2019. gada 22.-24. maijā Jelgavā.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 4.3.** Tika veikts darbs pie tehniskās specifikācijas izstrādes, lai veiktu projektā izstrādātā materiāla ar augstu RAP saturu iestrāde reālā ceļa segas konstrukcijā, kura tiks pakļauta smago transportlīdzekļu slodzei.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 4.4.** Balstoties uz iegūtajiem rezultātiem aktivitātē 2.2. un 3.2., turpinās RAP optimālā pielietojuma galveno faktoru - viendabīgums, bitumena un minerālmateriāla īpašības, nepieciešamība pēc RAP frakcionēšanas, jauno materiālu un frēzēta asfaltbetona proporcija, attālums līdz jauniem dabiskiem materiāliem, tehniskie noteikumi, transporta intensitāte, vides aizsardzības politika, u.c. apkopošana. Turpinās komplekso sistēmu optimizācijas pieeju apkopošana.

Atbilstoši projekta laika grafikam un plānotajai **darbībai 5.1.** turpinās **projekta ietvaros radīto rezultātu izplatīšana**, gatavojot rakstus publicēšanai WEB of Science vai SCOPUS datubāzēs iekļautos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos:

Šajā atskaides periodā atbilstoši recenzentu ieteikumiem pilnveidotas pilna teksta publikācijas, kuras tiks izdotas SCOPUS datu bāzē citējamās zinātniskajās izdevumos:

1. A.Ābele, R.Meri Merijs, R.Bērziņa, J.Zicāns, T.Ivanova, V.Haritonovs "COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF AGED BITUMEN PROPERTIES", Journal of Physics: Conference Series (JPCS) pieņemts (SCOPUS)
2. R. Merijs-Meri, A. Abele, J. Zicans, V. Haritonovs. Development of polyolefine elastomer modified bitumen and characterization of its rheological and structural properties. Proceedings of 7th International Conference on Bituminous Mixtures and Pavements (7th ICONFBMP) CRC Press/Balkema (Taylor & Francis Group) pieņemts (SCOPUS)
3. J. Zicans, T. Ivanova, R. Merijs-Meri, R. Berzina, V. Haritonovs. Aging behavior of bitumen and elastomer modified bitumen. Proceedings of 7th International Conference on Bituminous Mixtures and Pavements, 12-14 June, 2019, Thessaloniki, Greece (7th ICONFBMP) CRC Press/Balkema (Taylor & Francis Group) pieņemts (SCOPUS)

Šajā atskaides periodā turpinās **publikācijas** P. Skels, V. Haritonovs, K. Bajars "Road base layer material with high RAP content stabilized with fly ash" **sagatavošana** publicēšanai un ziņošanai 4th International Conference "Innovative Materials, Structures and Technologies" (IMST 2019), kura notiks 2019. gadā no 25. līdz 27. septembrim Rīgā. Raksts tiks indeksēts Scopus un Web of science datu bāzē.

Šajā atskaides periodā **sagatavota** publikācija A. Riekstins, V. Haritonovs, V. Abolins, V. Straupe, J. Tihonovs "Life Cycle Cost Analysis of BBTM and traditional asphalt concretes in Latvia", kuru plānots iesniegt 18. starptautiskajā konferencē Engineering for Rural Development, kura notiks 2019. gada 22.-24. maijā Jelgavā. Raksts tiks indeksēts Scopus datu bāzē.

Atbilstoši projekta laika grafikam un plānotajai **darbībai 5.2.** ir veikta **projekta ietvaros radīto rezultātu izplatīšana**, turpinot sagatavot rakstus publicēšanai žurnālos vai konferenču rakstu krājumos, kuru citēšanas indekss sasniedz vismaz 50 procentus no nozares vidējā citēšanas indeksa.

- R. Izaks, M. Zaumanis, V. Haritonovs. "High modulus asphalt concrete using high content of reclaimed asphalt" (publicēšanai žurnālā: Road Materials and Pavement Design (IF 2,199, SNIP 1,279 un Q2)
- J. Zicāns, R. Merijs-Meri, T. Ivanova, A. Ābele and V. Haritonovs "Preparation and characterization of bituminous compositions modified with various elastomers" (publicēšanai žurnālā: Polymers (IF 2,935, SNIP 1,213 un Q1)

Projekta 8. atskaides posmā pilnīgi sasniegti izvirzīties atskaides punkti:

8. atskaides periodā tika sasniegti divi nododamie D1.3 un D1.4. un divi atskaides punkti (milestone) M1.3. un M1.4.

Nododamais (deliverable)				
Nododama numurs	Nododama nosaukums	Atbilstošie darba posmi	Paredzamais datums	Nododama statuss
D 1.3.	Vispiemērotākās frēzētā asfaltbetona (RAP) bitumena atjaunošanās piedevas izvēle un atjaunotā bitumena sastāva projektēšana	A1	28.02.2019	Sasniegts 28.02.2019
D 1.4.	Modificētā bitumena projektēšana ar lielmolekulārām modificējošām piedevām	A1	28.02.2019	Sasniegts 28.02.2019

Atskaites punkti (milestones)				
Atskaites punkta numurs	Atskaites punkta nosaukums	Atbilstošie darba posmi	Paredzamais datums	Atskaites punkta statuss
M 1.3.	Zemmolekulāro atjaunojošo piedevu izvēle nevecojušām bitumenam un atjaunoto bitumena sastāvu projektēšana	A1	31.12.2018	Sasniegts 31.12.2018
M 1.4.	Lielmolekulāro piedevu izvēle bitumena modifikācijai vai/un atjaunošanai un modificētā bitumena sastāvu projektēšana	A1	31.12.2018	Sasniegts 31.12.2018

Projekta zinātniskais vadītājs: Vadošais pētnieks Viktors Haritonovs

06.03.2019