



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 01.12.2019 līdz 29.02.2020 (11. atskaite 2.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 12.pārskata periodā (01.11.2019 - 29.02.2020) bija jāīsteno sekojošas darbības:

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

1.6. Bitumena ilgizturības izpēte UV starojuma, temperatūras un mitruma ietekmē.

4. Ceļa segas konstruktīvo slāņu projektēšana un dzīves cikla analīze

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 12. atskaites posmā izvirzītajiem pētnieciskajiem uzdevumiem ir veiktas sekojošas darbības:

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 1.6.** turpināta alternatīvu metodiku analīze bitumena un tā kompozīciju paātrinātai novecināšanai, pētīti bitumena novecināšanu raksturojošie rādītāji. Analizēts bitumena un bitumena kompozīciju novecošanas process un tā specifika. Veikta ar dažādām metodēm novecinātu bitumenu un tā kompozīciju, kā arī atjauninātu bitumena sistēmu struktūras, virsmas, reoloģisko un kalorimetrisko īpašību noteikšana un iegūto rezultātu analīze. Īpaša uzmanība pievērsta ar biodīzeļa oksidēšanās produktu (BOP) modificētu bitumena kompozīciju ar SBS, EOC38 un SBS/EOC38 maisījumu struktūras, reoloģisko un kalorimetrisko īpašību analīzei. Bitumena kompozīciju novecošanas procesā notikušās izmaiņas atkarībā no modifikatora satura konstatētas ar Furjē transformāciju infrasarkanās spektropijas (FTIR) palīdzību. Konstatēts, ka bitumena saistvielu modificēšanas ar BOP rezultātā būtiski uzlabojas sistēmu zemas temperatūras īpašības pateicoties biopiedevas plastificējošam efektam. Vienlaicīgi tika konstatēts, ka no praktiskā pielietojuma viedokļa visperspektīvākās modificētās novecināta bitumena sistēmas saturēja gan polimēra piedevu, gan BOD, jo uzlabojās to zemas temperatūras un augstas temperatūras īpašības. Iesniegts un akceptēts publicēšanai raksts A. Abele, R. Merijs-Meri, R. Berzina, J. Zicans; V. Haritonovs, T. Ivanova “Effect of bio-oil on rheological and calorimetric properties of RTFOT aged bituminous compositions” zinātniskajā žurnālā International Journal of Pavement Research and Technology, kuram kategorijā Civil and Structural Engineering citēšanas indekss ir virs 50% no nozares vidējā.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 4.2.** Lai salīdzinātu dažādas ceļa konstrukcijas, šajā aktivitātē tika izstrādāta integrēta un visaptveroša dzīves cikla izmaksu analīze (LCCA) un dzīves cikla novērtēšanas (LCA) metodika un rīks. Tika apkopoti pēdējos gados pieejamie dati no ceļu būves objektiem: materiāli, būvniecības metodes, celtniecības aprīkojums, datu bāzes aprēķināšanas rīka izveides izmaksas. Šajā pētījumā ir parādīti aprēķina programmas izstrādes 2. līmeņa rezultāti (no 3), kas ietver dzīves cikla izmaksu analīzi (LCCA) un dzīves cikla novērtējumu (LCA) no ceļa īpašnieka puses ceļa segas konstrukcijai. Šajā pētījumā tika salīdzinātas astoņas dažādas ceļu seguma konstrukcijas un rekonstrukcijas plāni. Atšķirība starp šiem segumiem ir saistīta ar slāņa biezumu (BBTM un HMAC), pārstrādāta asfaltbetona (RAP) saturu asfalta slāņos un cementa vai vieglo pelnu izmantošanas ceļa segas pamatnes slāņos. Montekarlo simulācija tika izmantota, lai ģenerētu lielu skaitu nejausu ievades vērtību lietotāja norādītajās robežās. Aprēķinu rīka testēšanas nolūkā tika izvēlēts ceļa posms, kas tika rekonstruēts 2018. gadā, tādējādi bija pieejami faktiskie dati par būvniecības izmaksām. Pētījuma rezultātā tiek izstrādāts visaptverošs rīks, kuru var izmantot lēmumu pieņemšanas politikā, lai no vides un ekonomiskās puses izveidotu ilgtspējīgāko ceļu segas konstrukciju. Iesniegts un akceptēts publicēšanai raksts A. Riekstins, V. Haritonovs, V. Straupe “Life cycle cost analysis and life cycle assessment for road pavement materials and reconstruction

technologies.” The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, kuram kategorijā Civil and Structural Engineering citēšanas indekss ir virs 50% no nozares vidējā.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 4.3.** Šajā aktivitātē hidrauliski saistītie sastāvi, kuri izstrādāti apakšaktivitātes Nr. 3.2. ietvaros tika iestrādāti pilna mēroga testa posmā un tika pakļauts intensīvai transporta slodzei. Šķembu maisījuma tips 0/45 ceļa pamatnes slānim tiek izmantots eksperimentālajā daļā un tika iestrādāts pilna mēroga testa posmos. Eksperimentālais posms iekļāva piecas sekcijas, no kuriem divi ir references (viens nesatur RAP un vieglus pelnus, bet tikai hidraulisko saistvielu - Portlandcements 3,5% (CEM I 52,5) un dolomīta maisījums 0/45, bet otrajām references sastāvam kā hidraulisku saistvielu izmantoja 20% vieglo pelnu) un trīs apakšaktivitātē Nr. 3.2. rādītas kompozīcijas, kas stabilizētas, izmantojot vieglo pelnu un cementa kombinācijas, lai novērtētu cementa ietekmi (kā katalizatora) uz stabilizētā ceļa būves slāņa mehāniskām īpašībām. Šajā aktivitātē tika izdarīts vairāk, nekā tika plānots projekta sākumā, jo trīs posmu vietā tika uzbūvētas piecas pilna mēroga testa sekcijas. Stabilizēta ceļa segas slāņa izveidošanai ir izvēlēta aukstās pārstrādes metode. Tika veikta tradicionāli izmantoto ceļu būves tehnikas pielāgošana izstrādātajiem materiāliem un maisījumu sastāviem. Eksperimentālās posma garums ir 400m, kas sastāv no pieciem posmiem, katrs no kuriem ir 80 metru garš. Nesagraujošās un sagraujošās metodes tika izmantotas ceļu būves mehānisko un fizikālo īpašību novērtēšanai uz vietas. Krītošā svara deflektometrs (FWD) tika izmantots ceļa segas konstrukcijas slāņu stiprības un stingrības novērtēšanai. Izbūvētā ceļa veiktspēja tika noteikta 7 dienas pēc būvniecības, izmantojot FWD, un uzraudzība tiks turpināta arī pēc projekta beigām. Eksperimentālā posma testēšanas rezultāti apstiprināja laboratorijā iegūtos rezultātus, t.i., ja stabilizēšanai izmanto tikai vieglus pelnus, tad atbilstošie ekspluatācijas raksturlielumi netiks sasniegti.

Atbilstoši pētniecības **aktivitātei 4.4.** Pabeigta 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. Ir izveidots aprēķinu rīks, pamatojoties uz sistēmu dinamikas pieeju RAP daudzuma modelēšanai, ņemot vērā vides apsvērumus. Simulācija parādīja, ka pašreizējā ceļu būves līmenī Latvijā nav gaidāms būtisks spiediens uz RAP izmantošanu, tāpēc ceļu īpašniekiem ir jārada stimulsi.

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

Šajā atskaides periodā raksti žurnāliem, kuru, kura citēšanas indekss sasniedz vismaz 50 procentus no nozares vidējā citēšanas indeksa.

1. R. Izaks, M.Rathore, V. Haritonovs and M. Zaumanis. Performance properties of high modulus asphalt concrete containing high reclaimed asphalt content and polymer modified binder. International Journal of Pavement Engineering. (IF 2.298, SNIP 1.520, Q1);
2. R. Merijs-Meri, J. Zicans; A. Abele; V. Haritonovs, T. Ivanova. Characterization of modified bitumen rheological behaviour and thermal properties. Road Materials and Pavement Design (IF 2.16, SNIP 1.284, Q1);.

3. A. Abele, R. Merijs-Meri, R. Berzina, J. Zicans; V. Haritonovs, T. Ivanova. Effect of bio-oil on rheological and calorimetric properties of RTFOT aged bituminous compositions. International Journal of Pavement Research and Technology (IF 1.83, SNIP 0.833, Q2);
4. A. Riekstins, V. Haritonovs, V. Straupe. Life cycle cost analysis and life cycle assessment for road pavement materials and reconstruction technologies. Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. Q3 (according to the calculation using Scopus data, the rank of this journal reaches 50% of the average citation index in the sector).
5. P. Skels, V. Haritonovs. Wood fly ash stabilized road base layers with high recycled asphalt pavement content. Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. Q3 (according to the calculation using Scopus data, the rank of this journal reaches 50% of the average citation index in the sector).

Projekta 12. atskaides posmā pilnīgi sasniegti izvirzīties atskaides punkti:

12. atskaides periodā tika sagatavoti četri nodevumi D 1.6., D 4.2., D 4.3. un D 4.4.

<i>Nodevumi</i>				
Nodevums, numurs	Atskaides punkta nosaukums	Atbilstošie darba posmi	Paredzamais datums	Statuss
D 1.6	Rezultāti par modificētā un/vai atjauninātā bitumena ilgizturības izpēti UV starojuma, temperatūras un mitruma ietekmē	A1	29.02.2020	Sasniegts 29.02.2020
D 4.2.	Rezultāti par izstrādāto materiālu vides un ekonomiskā ieguvuma novērtējumu izmantojot dzīves cikla (LCA) un dzīves cikla izmaksu analīzes (LCCA) metodes	A4	29.02.2020	Sasniegts 29.02.2020
D 4.3.	Eksperimentālā ceļa posma testēšanas rezultāti izmantojot graužošās un negraužošās metodes	A4	29.02.2020	Sasniegts 29.02.2020
D 4.4.	Rīks optimālām RAP lietojumam	A4	29.02.2020	Sasniegts 29.02.2020

Projekta zinātniskais vadītājs: Vadošais pētnieks Viktors Haritonovs

06.03.2020