



## IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

### Projekta īstenošana līdz 2015.gada 31.martam

**Projekta nosaukums:** „Jaunie "gudrie" nano-kompozītie materiāli ceļiem, tiltiem, būvēm un transporta mašīnām”

**Vienošanās par projekta īstenošanu numurs:**  
2013/0025/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/019

#### 1. aktivitāte “Jaunas zinātniskās grupas izveide”

Šīs aktivitātes ietvaros veikti šādi pasākumi un sasniegts šāds rezultāts:

- izveidota jauna zinātniskā grupa, noslēgti visi 11 projektā paredzētie darba līgumi;
- piesaistīti 11 cilvēki, 6.62 PLE.

Darbs šīs aktivitātes ietvaros turpinās.

#### 2. aktivitāte “Pētniecība”

Šīs aktivitātes ietvaros veikti šādi pasākumi:

2.1. apakšaktivitāte “Jaunie fibroasfaltbetoni ar konkurētspējīgu cenu un krietni augstākām ekspluatācijas īpašībām”:

- veikta literatūras avotu analīze par fibru īpašībām, to mijiedarbību ar bitumena saistvielu un fibroasfaltbetona sastāvu ar augstām ekspluatācijas īpašībām projektēšanu un eksperimentālām pārbaudēm;
- izstrādāts eksperimentu plāns;
- veikta dažādas izcelsmes mikro stiegru īpašību analīze un salīdzinājums;
- analizēti dažādu asfaltbetona seguma tipu minerāli karkasi;
- noteiktas dolomīta fizikālās un mehāniskās īpašības, kā arī izvēlēta fibroasfaltbetona sastāvu projektēšanas metode – Maršala metode;
- sagatavoti 2 kopsavilkumi pirmo projekta rezultātu ziņošanai starptautiskās konferencēs;
- analizēti citi pētījumi par fibras izvilkšanas mehānismu;
- veikta risu noturības analīze;
- veikts četru punktu lieces tests stinguma un nogurumizturības noteikšanai un analizēti tā rezultāti;
- veiktas fibroasfaltbetona stinguma un nogurumizturības pārbaudes;
- veikts stinguma vidējo vērtību salīdzinājums asfaltbetona sastāviem ar SIA „Pļaviņu dolomīts” šķembām ar un bez stiegrošanas’
- noteikta nogurumizturība asfaltbetona sastāviem ar SIA „Pļaviņu dolomīts” šķembām ar un bez stiegrošanas;
- noteikta noturība pret termoplaisu veidošanos asfaltbetona sastāviem ar SIA „Pļaviņu dolomīts” šķembām ar un bez stiegrošanas;
- veikta teorētiskā modeļēšana nelineāri viskoelastīgām materiālām ar plaisām.

- veikti riteņu sliežu veidošanās testi un to rezultātu analīze;
- veikta teorētiskā modelēšana nelineāri viskoelastīgam materiālam.

Šīs apakšaktivitātes ietvaros sasniegti šādi rezultāti:

- A.Krasņikova, O.Kononovas, A.Khabbaza, J.Varnas referāts “ELASTO-PLASTIC SINGLE FIBER PULLING OUT OF MATRIX WITH FRICTION”, nolasīts konferencē “ECCM16, 16th European Conference on Composite Materials”, kas notika 2014.g. 22.-26.jūnijam Seviljā, Spānijā; J.Andersona referāts “Modeling the non-linear deformation of flax-fiber-reinforced polymer matrix laminates” starptatiskā konferencē “22nd Annual international Conference on Composites or Nano Engineering”, kas no 2014.g. 13.-19.jūlijam notika Maltā; V.Haritonova referāts “Performance evaluation of HMAC and fibre-reinforced asphalt mixes” konferencē Ungārijā, Miskolcē, 2014.g. 6.-10.oktobrim “The 3rd International Conference on Competitive Materials and technology process”.
- žurnālam “Material Science and Engineering (MSE)” iesniegts V.Haritonova, J.Tihonova, M.Zaumaņa un A.Krasņikova raksts “Performance evaluation of high modulus asphalt concrete mixes”; žurnālam “The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering” iesniegts un publicēšanai pieņemts V.Haritonova raksts “Evaluation of Polyaminoamide as a Surfactant Additive in Hot Mix Asphalt”.

Darbs šīs apakšaktivitātes ietvaros turpinās.

2.2. apakšaktivitāte “Jaunie augstās stiprības fibrobetoni ar „mikro” un „nano” piedevām un armējumu”:

- veikta esošas situācijas analīze;
- sistematizēti un analizēti līdzšinējie izpētes rezultāti;
- veikts zinātniskās literatūras apkopojums;
- eksperimentu veikšanai pielāgota esošā materiāli tehniskā bāze;
- veikta iepazīšanās ar materiālu uz cementa un bitumena bāzes fizikālās izpētes jaunākām metodēm un analizēta to pielietošana projektā;
- apmeklēts seminārs par sarmu pildvielu reakcijām un konference par dažādu materiālu, tajā skaitā arī cementa kompozītu, modelēšanu un īpašībām;
- veikta cementa kompozīta matricas un šķiedras izvilšanas mehānisma izpēte, izmantojot augstas veiktspējas cementa kompozīta matricu ar mikro un nano komponentiem;
- aprēķināts nano-modificētas cementa matricas sastāvs, izmantojot augstas stiprības cementu un vietējo kvarca smilti, veikta granulometrijas modelēšana.
- veikta SolidWorks programmā izveidoto modeļu optimizācija;
- izveidots trikotāžas stiegrojums jaunajiem polimērkompozītmateriālu paraugiem;
- iesniegti 9 referāti dalībai starptautiskās konferencēs;
- veikta 1 zinātniskā raksta korekcija un sagatavots 1 zinātniskais raksts.
- veikti mikrostruktūras pētījumi sastāvam 6 (mix8, kas izgatavots 11.03.2014.) ar oglekļa nano šķiedrām MWCNT-I (0.2% solution) daudzumā 0.06% no cementa, izpētīts paraugs ar līdzīgu minerālas daļas sastāvu;

- analizētas fibru maksimālās izvilkšanas enerģijas līknes;
- noteikti maksimāli normālie spriegumi diegos 2 un 3 pēc otra sabrukūša šķērsgriezuma;
- veikta rezultātu apstrāde, kā arī turpināti pētījumi ar fibrām stiegotu fibrobetonu, t.s. ar “gudru un “pašārstēšanas” funkciju izstrādē - ar oglekļa šķiedru stiegotā īpaši lielās koncentrācijās cementa kompozīta iegūšana un mikrostrukturāras pētījumi.

Šīs apakšaktivitātes ietvaros sasniegti šādi rezultāti:

- A.Krasņikova, O. Kononovas, A.Vageles referāts “NUMERICAL SIMULATION OF FIBER PULL OUT OF ELASTIC MATRIX WITH FRICTION” kongresā “11th World Congress on Computational Mechanics (WccM X1), kas notika Barselonā, Spānijā 2014.g. 20.-25.jūlijam; O.Kononovas, A.Krasņikova, G.Harjkovas, V.Lūša referāts “Mechanical Properties Characterization for Composite Reinforced by Knitted Fabric”, kongresā “11th World Congress on Computational Mechanics (WccM X1)” Barselonā, Spānijā 2014.g. 20.-25.jūlijam; G.Šahmenko referāts “Use of Superabsorbent Polymers for Reducing Fire Spalling of High Performance Concrete”, konferencē Vācijā, Drēzdenē, 2014.g. 14.-17.septembrim “Application of Superabsorbent Polymers and other New Admixtures in Concrete Construction”;
- žurnālā ar citēšanas indeksu vismaz 50% no Thomson Reuters Journal Citation Report nozares vidējā citēšanas indeksa (1.188) “Journal of Reinforced Plastics and Composites”, 2015, Vol. 34, 248-256, publicēts J.Andersona, J.Modnika un E.Spārniņa raksts “Modeling the non-linear deformation of flax-fiber-reinforced polymer matrix laminates in active loading”;
- raksts J.Auziņš, A.Chate, R.Rikards, E.Skukis “Metamodelling and robust minimization approach for the identification of elastic properties of composites by vibration method” iesniegts publicēšanai žurnālā “Journal of Applied Mathematics and Mechanics”, kura citēšanas indekss ir vismaz 50% no Thomson Reuters Journal Citation Report nozares vidējā citēšanas indeksa – 1.008;
- G.Šahmenko referāts “The Use of High Performance Cement Composite in Renovation and Restoration of Architectural Elements of Buildings Facades” nolasīts konferencē “International Scientific Conference – Urban Civil Engineering and Municipal Facilities SPbUCEMF 2015” 2015.g. 18.-20. martam, Sankt-Pēterburgā, Krievijā.

Darbs šīs apakšaktivitātes ietvaros turpinās.

2.3. apakšaktivitāte “Fibrobetoni ar „gudro” materiālu funkciju-spēju sniegt informāciju par bojājumu uzkrāšanos un atjaunot materiāla nestspēju sabrukšanas stadijā:

- veikta literatūras un citu informācijas avotu meklēšana un analīze par mikro un nano-piedevu izmantošanas iespējām aktuātoru un sensoru izgatavošanā;
- aprēķināts betona nanomodificētas cementa matricas sastāvs, izmantojot augstas stiprības cementu un vietējo kvarca smilti, veicot granulometrisko modelēšanu;

- veikti SEM un analizēts oglekļa mikro un nano šķiedru izvietojums, to loma cementa kompozīta īpašību uzlabošanā, kā arī iespējamā ietekme uz tērauda fibras izvilkšanas procesu;
- veikta sasniegto rezultātu apstrāde un turpināti pētījumi ar materiāliem, kuriem piemīt “gudra un “pašārstēšanas” funkcijas – veikti “gudro” betonu ar superabsorbējošiem polimēriem sākotnējie testi.

Šīs apakšaktivitātes ietvaros sasniegti šādi rezultāti:

- V.Haritonova, M.Zaumaņa un A.Krasņikova raksts “Use of Balanced Mix Design for Increasing the Use of Low Quality Aggregate Portion in Mix Design” publicēts elektroniskā konferences “The 12th International Society for Asphalt Pavements Conference (ISAP 2014)”, kas notika 2014.gadā 1.-5.jūnijam ASV, Ziemeļkaro-līnā, Raleigtā, žurnālā;
- V.Haritonova referāts “Use of Balanced Mix Design for Increasing the Use of Low Quality Aggregate portion in Mix Design”, konferencē “The 12th International Society for Asphalt Pavements Conference (ISAP 2014)”, kas notika 2014.gadā 1.-5.jūnijam ASV, Ziemeļkaro-līnā, Raleigtā; J.Andersona referāts "Evaluation of the le effect for the tensile strength of aligned flax fiber-reinfo composites” konferencē “International Conference on Construction Materials and Structures” Johannesburgā 20.-28.novembrim.

Darbs šīs apakšaktivitātes ietvaros turpinās.

#### 2.4. apakšaktivitāte “Matemātikas optimizācijas jaunie modeļi orientētie uz „nano” un „gudro” kompozīto materiālu īpašību uzlabošanu.”

- izvestas formulas plānas čaulas soda funkciju aprēķinam;
- izstrādāts jaunu eksperimentu plānu uzbūves princips, ievērojot to pielietojumu robustajā eksperimentālajā optimizācijā ar modeļiem, kas iegūti ar sodīto Ležandra polinomu metodi;
- izveidots algoritms un programmatūra ortogonālo D-optimālo simetrisko eksperimentu plānu konstrukcijai;
- izstrādāta pirmā programmatūras testa versija aproksimācijai ar sodītajiem Ležandra polinomiem;
- izveidotas un pilnveidotas ortogonālo plānu optimizācijas programmas;
- atrasti jauni 3,4,5,6 faktoru 2-4 kārtas ortogonālie eksperimentu plāni;
- pārbaudītas atrasto plānu prognozes standartnovirzes un to sadalījuma vienmērīgums;
- izstrādāta pirmā programmatūras testa versija robustajai optimizācijai ar metamodelēšanas un Montekarlo metodes pielietojumu, Ar izveidoto programmatūru veikta vairāku testa uzdevumu optimizācija;
- izstrādāta identificēto elastības parametru nenoteiktības analīzes metode, izmantojot informāciju par eksperimentāli mērīto frekvenču, kompozītmateriālu paraugu ģeometrisku un fizikālo parametru izkliedi;
- vērtētas identificēto parametru standartnovirzes, izmantojot metamodeli ar tajā ieļautām trokšņainām konstantēm.
- formulēts identifikācijas uzdevums robustās optimizācijas formā kā vienlaicīgu nesakritības un parametru standartnoviržu minimizācija, variējot nezināmās identificējamo parametru vērtības un frekvenču svāra koeficientus;

- analizēta skalarizēto frekvenču lietošana, lai samazinātu elastības moduļu identifikācijas standartnovirzi.
- analizēta Puasona koeficienta ortotropai daudzslāņu kompozīta platei noteikšana;
- izveidots modulis universālā programmatūrā eksperimentu plānošanai, analīzei un robustajai optimizācijai;
- pilnveidota teorija robustās optimizācijas pielietojumam slāņainu kompozītmateriālu identifikācijā, izveidota un optimizēta oriģināla autonoma zemūdens transportlīdzekļa konstrukcija.

Šīs apakšaktivitātes ietvaros sasniegti šādi rezultāti:

- raksts J.Auziņš, A.Januševskis, A.Meļņikovs, J.Januševskis “Shape Optimization of Composite Structure under Uncertainty publicēts konferences “The 2014 International Conference on Industrial Engineering”, kas notika Santorini salā, Grieķijā 2014.g. 17.-21.jūlijam, rakstu krājumā; J.Auziņa raksts “High order orthogonal designs of experiments for metamodeling, identification and optimization of Mechanical systems” publikācija kongresa “11th World Congress on Computational Mechanics (WCCM XI)”, kas 2014.g. 20. – 25. jūlijam notika Barselonā, Spānijā, rakstu krājumā, kas ir indeksēts Scopus datu bāzē; žurnālam “Ciencia e tecnologia dos Materiais” iesniegts A.Januševska un A.Meļņikova raksts “Designing and optimization of new composite pallet” un A.Januševska, A.Meļņikova un J.Januševska raksts “Robust Shape optimization of Composite Structures Using Metamodels”;
- raksts J.Auziņš, E.Skukis “Robust optimization approach for mixed numerical/experimental identification of elastic properties of orthotropic composite plates”, iesniegts publicēšanai konferences “VI International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering- Coupled Problems 2015, Venice, Italy, 18-20 May 2015” rakstu krājumā, paredzams, ka raksts tiks publicēts SCOPUS datu bāzē;
- raksts J.Auzins, M.Eimanis “Dynamical Simulation and Optimization of Double-Helical Auv.”, iesniegts konferences “VI International Conference on Computational Methods in Marine Engineering MARINE 2015, 15-17 June, Italy” rakstu krājumā, paredzams, ka raksts tiks publicēts SCOPUS datu bāzē;
- raksts J.Auziņš “Robust Optimization Approach for Identification of Elastic Properties of New Composite Materials” iesniegts RTU Scientific Journal “Transport and Engineering”;
- raksts J.Auziņš “High Order Orthogonal Designs of Experiments for Metamodeling, Identification and Optimization of Composite Material Properties” iesniegts RTU Scientific Journal “Transport and Engineering”.

Darbs šīs apakšaktivitātes ietvaros turpinās.

### 3. aktivitāte “Jaunu darba vietu izveide”.

Šīs aktivitātes ietvaros veikti šādi pasākumi un sasniegts šāds rezultāts:

izveidotas 11 jaunas darba vietas, t.sk. izveidotas visas 3 darba vietas, kas tiks saglabātas vismaz 2 gadus pēc projekta beigām.

Darbs šīs aktivitātes ietvaros turpinās.

#### **4. aktivitāte “Darba vietu saglabāšana”.**

Šī aktivitāte tiks uzsākta pēc projekta īstenošanas perioda beigām.

Informāciju sagatavoja:

Vineta Fortiņa, RTU PPD PIUN projektu vadītāja

Publicēts: 2015.gada 31.martā