

2. sadaļa – Informācija par programmas projektiem

2.1. Projekts Nr. 3

Nosaukums

Risku ievērtēšana drošām, efektīvām un ilgtspējīgām būvēm

vārds, uzvārds,
zinātniskais grāds
Institūcija
ieņemamais amats
Kontakti

Ainārs Paeglītis	
Dr.sc.ing.	
Rīgas Tehniskā universitāte	
Profesors	
Tālrunis	+371 29269448
E-pasts	ainars.paeglitis@rtu.lv

2.2. Projekta Nr. 3 mērķi

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

Projekta mērķis: Izstrādāt jaunas metodes riska izvērtēšanai būvēm un konstrukcijām, lai nodrošinātu to drošu, efektīvu un ilgtspējīgu ekspluatāciju

1.pamatuzdevums: *Izpētīt Latvijas autoceļu tiltu dinamiskos raksturojumus un noskaidrot to ietekmi uz konstrukciju drošumu, izstrādāt konstrukciju risku, drošuma un robustuma noteikšanas metodes.*

2.pamatuzdevums: *Izstrādāt metodoloģiju konstruktīvo elementu bojājumu vai ar bojājumu (dažādu veidu materiāla degradācijas formas) dinamisko parametru (svārstību frekvenču, svārstību modu, svārstību dzišanas parametru, utt.) eksperimentālai noteikšanai un to pielietošanai konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringam.*

3.pamatuzdevums: *Izstrādāt inovatīvās viedas konstrukcijas ar uzsvāru uz atjaunojamo dabas resursu izmantošanu ar paaugstinātu ilgtspējību un drošumu, kas ir vērsti uz būvniecības un infrastruktūras objektiem.*

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.

1.pamatuzdevums: *Izpētīt Latvijas autoceļu tiltu dinamiskos raksturojumus un noskaidrot to ietekmi uz konstrukciju drošumu, izstrādāt konstrukciju risku, drošuma un robustuma noteikšanas metodes.*

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

3.posma uzdevumi:

3.1. Transportlīdzekļu svara un kustības ātruma ietekmes novērtēšana uz konstrukcijas dinamiskajām īpašībām.

Transportlīdzekļu svara un kustības ātruma ietekmes novērtēšana uz konstrukcijas dinamiskajām īpašībām.

Pārskata periodā veikts pētījums par transportlīdzekļu svara un kustības ātruma ietekmes

novērtēšana uz konstrukcijas dinamiskajām īpašībām. Noteikts, ka transportlīdzekļa kustības ātrumam ir daudz lielāka nozīme tilta dinamikā nekā automašīnas svaram, jo tas ir atkarīgs no autoceļa seguma līdzenuma. Jo zemāks ātrums un nelīdzens segums, jo lielāku Dinamisko ietekmi ir iespējams iegūt.

3.2. Iedarbju uz tiltiem teorētisko varbūtību sadalījuma modeļu aprobācija Latvijas apstākļiem

Izpētīt Latvijas autoceļu tiltu dinamiskos raksturojumus un noskaidrot to ietekmi uz konstrukciju drošumu, izstrādāt konstrukciju risku, drošuma un robustuma noteikšanas metodes.

Šajā nodevumā aprakstīta metode iedarbju uz tiltiem teorētisko varbūtību sadalījuma modeļu aprobācijai Latvijas apstākļiem. Tiltiem visnozīmīgākās, atskaitot pašvaru, ir transporta iedarbes, tādēļ apskatījām tieši tās. Tā kā slodzes īsiem un vidējiem laidumiem ir dotas 1. eirokodeksā [1], tad tika apskatīti sadalījumi garu laidumu transporta slodzēm.

Pētījumu rezultāti tika ziņoti 3 konferencēs:

1. Paeglite I., Smirnovs J., Paeglītis A., Traffic load effects on dynamic bridge performance, Bridge Maintenance, Safety, Management, Resilience and Sustainability, Proceedings of the Eight International IABMAS Conference (IABMAS 2016), Brazil, Foz do Iguacu, 26.-30. June, 2016, 2364-2369
2. Paeglite I., Smirnovs J., Paeglītis A., Dynamic behavior of pre-stressed slab bridges, Proceedings of 12th International conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques", (MBMST 2016), 26.-27.maijs, 2016, Viļņa, Lietuva
3. Freimanis A., Paeglītis A., Mesh sensitivity analysis for quasi-static simulations, Proceedings of 12th International conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques", (MBMST 2016), 26.-27.maijs, 2016, Viļņa, Lietuva. 8.lpp. (būs WoS)

Ir publicēti vai pieņemti publicēšanai 3 pilna teksta zinātniskie raksti (1 raksts iekļauts datu bāzēs Web of Science vai Scopus):

1. Paeglītis, A., Freimanis, A. (2016) Comparison of constant-span and influence line methods for long-span bridge load calculations. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, (2016), Vol.11, No.1, pp.84–91. ISSN 1822-427X. Available from: doi:10.3846/bjrbe.2016.10. [M.kr.: 02T]; [Citav. rod.: 0.76(F) (2016)].
2. Paeglite I., Smirnovs J., Paeglītis A., Dynamic behavior of pre-stressed slab bridges, Proceedings of 12th International conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques", (MBMST 2016), 26.-27.maijs, 2016, Viļņa, Lietuva,
3. Freimanis A., Paeglītis A., Mesh sensitivity analysis for quasi-static simulations, Proceedings of 12th International conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques", (MBMST 2016), 26.-27.maijs, 2016, Viļņa, Lietuva. 8.lpp. (būs WoS)

2.pamatuzdevums: Izstrādāt metodoloģiju konstruktīvo elementu nebojātu vai ar bojājumu (dažādu veidu materiāla degradācijas formas) dinamisko parametru (svārstību frekvenču, svārstību modu, svārstību dzišanas parametru, utt.) eksperimentālai noteikšanai un to pielietošanai konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringam.

**1.pamatuzdevuma aktivitāšu izpildes laika grafiks ir pievienots pielikumā 3-B
3.posma uzdevumi:**

3.3. *Sendviča tipa konstruktīvo elementu ekspluatācijas laikā radušos bojājumu identifikācijas metodikas izstrāde*

Pārskata periodā metodikas izstrādei tika izmantoti ar POLYTEC bez-kontakta lāzera vibrometrijas iekārtu izmērītie siju, plātņu un sendviča tipa konstrukciju eksperimentālie dinamiskie parametri (pašsvārstības frekvences un modas) bojāto vietu lokalizācijai ar noteiktām signālu transformācijas metodēm. Metodoloģijas efektivitāte tika pārbaudīta arī izmantojot skaitliskās stimulācijas, variējot tādus konstruktīvo elementu dinamisko parametru ieejas datus kā pieejamo datu apjoms, signālu trokšņa līmenis, kā arī bojājuma intensitāte. Sendviča tipa konstrukcijai tika mērīti arī elektromehāniskās impedances spektri, pētot attāluma starp sensoru un bojājumu ietekmi.

3.4. *Iepriekš saspriegto dzelzsbetona konstruktīvo elementu skaitliskā modelēšana un simulācijas*

Paredzēts izstrādāt metodoloģiju konstruktīvo elementu nebojātu vai ar bojājumu (dažādu veidu materiāla degradācijas formas) dinamisko parametru (svārstību frekvenču, svārstību modu, svārstību dzišanas parametru, utt.) eksperimentālai noteikšanai un to pielietošanai konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringam.

Pārskata periodā sākts darbs pie iepriekš saspriegto dzelzsbetona konstruktīvo elementu iepriekšējā sasprieguma zuduma novērtēšanas metodes koncepcijas izstrādes. Pētījuma pirmajā posmā veikts darbs pie iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes modelēšanas un aprēķiniem, izmantojot galīgo elementu metodi (GEM) programmā ANSYS. Izstrādāti gan dzelzsbetona pārseguma plātnes, gan iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes 3D reprezentatīvie galīgo elementu modeļi. Veikta izstrādāto modeļu pielāgošana, aprēķini un rezultātu salīdzinājums. Sekojoši tika izstrādāts iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes 3D reprezentatīvais galīgo elementu modelis ar bojājumiem stiegrojumā. Veikta izstrādātā galīgo elementu metodes modeļa pielāgošana, aprēķini un rezultātu salīdzinājums ar iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes galīgo elementu modeļa bez bojājumiem stiegrojumā.

Pētījumu rezultāti tika ziņoti 4 konferencēs:

1. Janeliukstis R., Rucevskis S., Wesolowski M., Chate A., Damage Identification Dependence on Number of Vibration Modes Using Mode Shape Curvature Squares, MoViC & RASD 2016 – „Joint International Conference: Motion and Vibration Control & Recent Advances in Structural Dynamics” 2016, 3.–6. jūlijs, Southampton, Lielbritānija.
2. Janeliukstis R., Rucevskis S., Akishin P., Chate A., Wavelet Transform Based Damage Detection in a Plate Structure, WMCAUS – „World Multidisciplinary Civil Engineering Architecture Urban Planning Symposium” 2016, 13.–16. jūnijs, Prāga, Čehija.
3. Janeliukstis R., Rucevskis S., Wesolowski M., Chate A., Multiple Damage Identification in Beam structure Using Wavelet Transform Technique, MBMST 16 – 12th International Conference „Modern Building Materials, Structures and Techniques”, 2016, 26.–27. maijs, Viļņa, Lietuva.
4. Rucevskis S., Janeliukstis R., Akišins P., Čate A., Vibration-Based Approach for Structural Damage Detection, 23rd International Congress on Sound and Vibration,

2016, 10.-14. Jūlijs, Atēnas, Grieķija.

Ir publicēti 5 pilna teksta zinātniskie raksti (1 raksts iekļauts datu bāzēs Web of Science vai Scopus):

1. Rucevskis, S., Janeliukstis, R., Akishin, P., Chate, A. Mode shape-based damage detection in plate structure without baseline data (2016) Structural Control and Health Monitoring, 23 (9), pp. 1180-1193. (SNIP>1)
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/stc.1838/abstract;jsessionid=5415D140388699A27A3163581B086C65.f01t04>
2. Janeliukstis, R., Rucevskis, S., Wesolowski, M., Kovalovs, A., Chate, A. Damage Identification in Polymer Composite Beams Based on Spatial Continuous Wavelet Transform (2016) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 111 (1), art. No. 012005, pp. 1-12.
<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/111/1/012005/meta>
3. Rucevskis, S., Janeliukstis, R., Akishin, P., Chate, A. Vibration-based approach for structural damage detection (2016) ICSV 2016 - 23rd International Congress on Sound and Vibration: From Ancient to Modern Acoustics, pp. 1-6.
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84987922684&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=65A5B84061915A7510FB3A88D485205C.wsnAw8kcdt7IPYL00V48gA%3a230&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=18&s=AU-ID%2816310397700%29&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=>
4. Janeliukstis, R., Rucevskis, S., Akisins, P., Chate, A. Wavelet Transform Based Damage Detection in a Plate Structure. Procedia Engineering, 2016, Vol.161, pp.127-132.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816327175>
5. Janeliukstis, R., Rucevskis, S., Wesolowski, M., Chate, A. Damage Identification Dependence on Number of Vibration Modes Using Mode Shape Curvature Squares. Journal of Physics: Conference Series, 2016, Vol.744, No.1, pp.1-12.
<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/744/1/012054/meta;jsessionid=E4BB7A397DBB62D5B904A2DD24B7CA9C.c4.iopscience.cld.iop.org>

Ir sagatavoti un iesniegti 4 abstrakti vai pilna teksta raksti 4 konferencēm, kas notiks 2017. gadā.

1. Janeliukstis R., Rucevskis S., Kovalovs A., Chate A., Numerical Investigation on Multiclass Probabilistic Classification of Damage Location in a Plate Structure, ICEDyn 2017 – “International Conference on Structural Engineering Dynamics”, 3.-5. jūlijs, Ericeira, Portugāle.
2. Janeliukstis R., Rucevskis S., Wesolowski M., Chate A., Algorithm of damage identification in beam structure based on thresholded variance of normalized wavelet scalogram, IMST 2017 – “3rd International Conference: Innovative Materials, Structures and Technologies”, 27.-29. septembris, Rīga, Latvija.
3. Janeliukstis R., Rucevskis S., Chate A., Hybrid localization of damage in a plate structure exploiting classification and wavelet transform, SMAR 2017 – “4th International Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures”, 13.-15. septembris, Cīrihe, Šveice.
4. A. Kovalovs, S. Rucevskis, A. Chate, Numerical Investigation on Damage Detection in a Prestressed Concrete Beam by modal analysis, IMST 2017 – “3rd International Conference: Innovative Materials, Structures and Technologies”, 27.-29. septembris,

Rīga, Latvija.

3.pamatuzdevums: *Izstrādāt inovatīvās viedas konstrukcijas ar uzsvaru uz atjaunojamo dabas resursu izmantošanu ar paaugstinātu ilgtspējību un drošumu, kas ir vērsti uz būvniecības un infrastruktūras objektiem.*

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

3.posma uzdevums:

3.5. Konstruktīvo elementu no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes aprēķina metodikas izstrāde.

Uz tekošo laika brīdi eksistē sekojošas aprēķina metodes konstruktīviem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes: Gamma metode, Bīdes analogiju metode, Kompozītu metode. Šo metodes raksturojas ar palielināto, salīdzinājumā ar reducēto šķērsriezuma metodē, aprēķina darbietilpību. Ievērojot, ka uzdevuma mērķis ir inovatīvās viedas konstrukcijas izstrāde, kas satur konstruktīvos elementus no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes, nepieciešama vienkāršota aprēķina metodika, kas ļauj veikt liekto un spiesti-liekto konstruktīvo elementu no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes aprēķinus. Tāda metodika ļauj samazināt optimizācijas uzdevuma darbietilpību.

Trešajā projekta posmā pabeigta konstruktīvo elementu no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes (jeb CLT no angļu valodas *cross-laminated timber*) aprēķina metodikas izstrāde un eksperimentālas pārbaudes. Piedāvātas metodikas pamatā ir LVS EN 1995-1-1 un reducētā šķērsriezuma metode. Paveikti aprēķina metodikas eksperimentālas pārbaudes elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes, apskatot dažādas liekto un spiesti-liekto elementu statistiskās shēmas.

Trešajā projekta posmā tiek turpināts pētījums par viedas konstrukcijas izstrādi un tās racionālo konstruktīvo risinājumu. Tiek pētīta konstrukcija ar 60 m laidumu, kura sastāv no divām iepriekš uzspriegtajām tērauda trošu kopnēm un klāja no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes. Ar programmu ANSYS v15. izstrādāts konstrukcijas ar galvenajiem stieptajiem nesošajiem elementiem un sekundārajiem nesošajiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes modelis, kas ļauj aprakstīt konstrukcijas uzvedību. Ir paveikts vanšu kopnes konstruktīvo risinājumu salīdzinājums un izvēlēts labākais variants no materiālu patēriņa un maksimālo vertikālo pārvietojumu viedokļa. Uzsākta algoritma izstrādē, kas ļautu novērtēt racionālus parametrus minētai konstrukcijai. Uzsākta viedas konstrukcijas fiziskā modeļa izstrāde. Konstrukcijas fiziskā modeļa laidums ir vienāds ar 2 m.

Par iegūtajiem rezultātiem ziņots 5 starptautiskajās zinātniskajās konferencēs un semināros:

1. Buka-Vaivade K., Serdjuks D., Goremikins V., Vilguts A. Experimental Verification of Design Procedure for Elements from Cross-Laminated Timber , 12 th International Conference „Modern Building Materials, Structures and Techniques” 2016, Maijs 26 – 27, Viļņa, Lietuva.
2. Serdjuks D., Goremikins V., Buka-Vaivade K. Inovatīvas viedas konstrukcijas izstrādē ar uzsvaru uz atjaunojamo dabas resursu izmantošanu ar paaugstinātu ilgtspējību un drošumu, kas ir vērstas uz būvniecības un infrastruktūras objektiem. Riga Technical University International Scientific Conference 2016, Oktobris 14–18, Rīga, Latvija.
3. Serdjuks D. Design of Timber Structures by EN 1995-1-1, Starptautiskais zinātniskais seminārs „Design of Timber Structures by EN 1995-1-1” 2016, 24. februāris, Sanktpēterburga, Krievija.
4. Serdjuks D. Fire Design of Timber Structures by EN 1995-1-2, Starptautiskais

zinātniskais seminārs „Fire Design of Timber Structures by EN 1995-1-2” 2016, 26. marts, Sanktpēterburga, Krievija.

5. Serdjuks D. Design of Timber Structures by EN 1995-1-1, Starptautiskais zinātniskais seminārs „Design of Timber Structures by EN 1995-1-1” 2016, 17. novembris, Rīga, Latvija.

Ir publicēti vai pieņemti publicēšanai 3 pilna teksta zinātniskie raksti:

1. Buka-Vaivade K., Serdjuks D., Goremikins V., Vilguts A., Pakrastins L. "Experimental Verification of Design Procedure for Elements from Cross-Laminated Timber. Procedia Engineering 00(2016) 000-000 (pieņemts publicēšanai, paredzēta citēšana WoS datu bazē).
2. Saknite T., Serdjuks D., Goremikins V., Pakrastins L., and Vatin N. „Fire Design of Arche-type Timber Roof”. Magazine of Civil Engineering (2016), Volume 64, Issue 4, ISSN: 2071-0305, 2071-4726, Sanktpēterburga, Krievija, doi: 10.5862/MCE.64.3, pp. 26-39. http://www.engstroy.spbstu.ru/index_2016_04/03.html, (citēts SCOPUS datu bazē, paredzēta citēšana WoS datu bazē).
3. Gusevs E., Serdjuks D., Artebjakina G., Afanasjeva E., Goremikins V. „Behaviour of Load-Carrying Members of Velodromes Long-span Steel Roof”. Magazine of Civil Engineering (2016), Volume 65, Issue 5, ISSN: 2071-0305, 2071-4726, Sanktpēterburga, Krievija, doi: 10.5862/MCE.65.1, pp. 3-16. http://www.engstroy.spbstu.ru/index_2016_05/01.html (paredzēta citēšana SCOPUS un WoS datu bazē).

Populārzinātniskas publikācijas:

1. Paeglītis A., Līmēta koka gājēju pārvads pār autoceļu P103 Dobeles-Bauska 17.44 km Tērvetē // Latvijas būvniecība, 2016, Nr.3, 79-85 lpp. ISSN 1691-4058.

Atskaites posmā par projekta tēmām izstrādāti un aizstāvēti 10 maģistra darbi:

1. Reinis Tukišs, “Satiksmes drošības pilnveides pasākumu analīze Liepājā”, vad. prof. J.Smironovs.
2. Mārtiņš Jākobsons, “Satiksmes organizācijas ietekme uz vides kvalitāti Liepājā”, vad. prof. J.Smironovs.
3. Vaivods Edgars, “Lokveida ceļa mezglu satiksmes drošības līmeņa analīze Latvijā”, vad. prof. J.Smironovs.
4. Vaivods Edgars, “Satiksmes drošības problēmu analīze Ogres pilsētā”, vad. prof. J.Smironovs.
5. Renārs Krišānovskis “Tērauda tiltu elementu bojājumu ietekme uz konstrukciju veiktspēju”, vad. prof. Ainārs Paeglītis.
6. Zigmārs Krūmiņš “PPP piemērotākā modeļa noteikšana autoceļa E67/A7 Ķekavas apvedceļa posma izbūvei”, vad. prof. Ainārs Paeglītis.
7. Līnards Malmeisters, „Kompozītā nesoša elementa darbības analīzē”, vadītājs Dr.sc.ing. prof. D.Serdjuks.
8. Inga Drobiševska, „Ugunsizturības analīzē koka lokveida pārsegumam” (vadītājs Dr.sc.ing. prof. D.Serdjuks).
9. Kaspars Spricis, „Kompozīta stiepta nesoša elementa parametru analīzē”, vadītājs Dr.sc.ing. prof. D.Serdjuks).
10. Jānis Stepanovs, „Kombinētā tilta konstrukciju darbības izpētē”, vadītājs Dr.sc.ing. prof. D.Serdjuks.

Atskaites posmā par projekta tēmām izstrādāti un aizstāvēti šādi bakalaura darbi ar inženierprojektu:

1. Aleksandrs Trokšs-Traško “Šķērssiņu nepieciešamības analīze saspriegtos saliekamos dzelzsbetona tiltos (inženierprojekts: Ceļa pārvada rekonstrukcija pār autoceļu V972 Madliena – Lēdmane)”, vad. prof. Ainārs Paeglītis.
2. Andris Vētra “Drošības barjeru lietošanas analīze Latvijā (inženierprojekts: Rāmavas ielas rekonstrukcija Rāmavā, Ķekavas novadā)”, vad. prof. Juris Smirnovs.
3. Jānis Praličs “Tiltu balstu izskalojumi un to radītās sekas (inženierprojekts: Autoceļa P5 Ulbroka-Ogre pārbūve)”, vad. prof. Ainārs Paeglītis.
4. Lauris Spiģeris “Satiksmes drošības problēmu analīze Siguldā (inženierprojekts: Autoceļa A12 posma Rēzekne – Ludza pārbūve)”, vad. prof. Juris Smirnovs.
5. Mārtiņš Cepurnieks “Satiksmes organizācijas un drošības analīze un iespējamie uzlabojumi Limbažu pilsētā (inženierprojekts: Rostokas ielas pārbūve Rīgā, posmā no Zolitūdes ielas līdz Jāņa Endzelīna ielai)”, vad. prof. Juris Smirnovs.
6. Ivars Loits “Dzelzsbetona konstrukciju aizsargkārtas izbūves precizitātes analīze saskaņā ar 2.Eiropkodeksu (inženierprojekts: Gājēju pārvads pār autoceļu A5)”, vad. lekt. Ilze Paeglīte.
7. Karīna Buka-Vaivade „Aprēķina metodiku pārbaude šķērsvirzienā kārtaini līmētam koka elementam. Veselības aprūpes centrs”, vadītājs Dr.sc.ing. prof. D.Serdjuks.

Projekta ietvaros tiek izstrādāti sekojoši promocijas darbi:

1. **Ilzes Paeglītes** promocijas darba tēma ir “Kustīgās slodzes iedarbība uz tiltu dinamiskajām īpašībām”, zinātniskais vadītājs profesors Dr.sc.ing. Juris Smirnovs, aizstāvēšana paredzēta 2017. gadā.
2. **Andra Freimaņa** promocijas darba tēma ir „Risku ievērtēšana drošām, efektīvām un ilgtspējīgām tiltu būvēm”, zinātniskais vadītājs profesors Dr.sc.ing. Ainārs Paeglītis, aizstāvēšana paredzēta 2018. gadā.
3. **Rimsa Janeliukšta** promocijas darba tēma ir „Bojājumu identifikācijas metožu izstrāde konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringam”, zinātniskie vadītāji profesors Dr.sc.ing. Andris Čate un vadošais pētnieks Dr.sc.ing. Sandris Ručevskis, aizstāvēšanās ir paredzēta 2018. gadā.
4. **Aivara Vilguta** promocijas darba tēma ir „Rational structure of multy-storey buildings from cross-laminated timber”, zinātniskais vadītājs profesors Dr.sc.ing. Dmitrijs Serdjuks, aizstāvēšana paredzēta 2018. gadā.

Organizētie semināri:

1. Serdjuks D. Design of Timber Structures by EN 1995-1-1, Starptautiskais zinātniskais seminārs „Design of Timber Structures by EN 1995-1-1” 2016, 24. februāris, Sanktpēterburga, Krievija.
2. Serdjuks D. Fire Design of Timber Structures by EN 1995-1-2, Starptautiskais zinātniskais seminārs „Fire Design of Timber Structures by EN 1995-1-2” 2016, 26. marts, Sanktpēterburga, Krievija.
3. Serdjuks D. Design of Timber Structures by EN 1995-1-1, Starptautiskais zinātniskais seminārs „Design of Timber Structures by EN 1995-1-1” 2016, 17. novembris, Rīga, Latvija.

Atskaites posmā izstrādātās rekomendācijas:

1. Aprēķina metodika liekiem un spiesti-liekiem konstruktīviem elementiem no krusteniski līmētas koksnes.

Dalība starptautiskos projektos:

1. COST Action TU1406 Transport and Urban Development. Quality specifications for roadway bridges, standardization at a European level (BridgeSpec) (2014-2018).

Atskaites periodā ir licenzēta šāda Viļņas Ģedimina Tehniskās universitātes un Rīgas Tehniskās universitātes kopējā maģistru programma. Programmas nosaukums: “Inovatīvā Ceļu un tiltu inženierija”, paredzēta 1.5 gadu apmācība angļu valodā, apmācību veic VĢTU un RTU akadēmiskais personāls.

Privātā sektora līdzfinansējums un ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz 1.projektā ietvaros radītajiem rezultātiem 3.posmā sasniedz **8072 Eur**

Noslēgtie līgumdarbi 01.01.2016 -31.12.2016

Nr.	RTU.Nr.	Vadītājs	Nosaukums	Pasūtītājs	Līgumcena EUE (ar PVN)	Termiņš
1.	L8043/16	A.Paeglītis	Ģeorežģu testēšana	SIA “Lemmikai nen Latvia	3121.23	29.08.16. – 30.09.16.
2.	L8043_17	A.Paeglītis	Ar cementu saistītu paraugu elastības moduļu testēšana saskaņā ar LVS NE 13286-43	SIA Ceļu eksperts	871.31	1.08.16. – 22.09.16
3.	L8278	S. Ručevskis	Telpiskas kopnes no kārbveida profiliem spriegum-stāvokļa aprēķins un eksperimentālā testēšana	AS „UPB”	4080,00	25.04.2016– 30.05.2016
				Kopā	8072.54	

2.3. Projekta Nr. 3 uzdevumi

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

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
3.1. Transportlīdzekļu svara un kustības ātruma ietekmes novērtēšana uz konstrukcijas dinamiskajām īpašībām.	Piedalīšanās starptautiskā zinātniskā konferencē ar ziņojumu, 1 zinātniskais raksts.
<p>Tilta konstrukcijas svārstības rada tiltam pāri braucošas automašīnas. Automašīnas piekares sistēma pati par sevi ir kompleksa sistēma, kas slodzi no automašīnas līdz tilta konstrukcijai nodod caur riepu un ceļa seguma saskares virsmām. Lai noteiktu šo mijiedarbību analītiski, ir jāveic daudzi sarežģīti aprēķini, kas ietver sekojošus modeļus: Laiduma konstrukcijas modeli; Automašīnas ritošās daļas modeli; Automašīnas – tilta mijiedarbības modeli, kas parādīts 1.att.; Ceļa seguma stāvokļa aprakstu; Katra modeļa matemātiskā risinājuma algoritmu.</p> <p>Automašīnas svars, kas darbojas uz tilta konstrukciju un tā ietekme ir atkarīga no automašīnas asu skaita un svara sadalījuma. Tiltu dinamiskajās pārbaudēs gan tiek pielietotas automašīnas ar zināmu asu skaitu un svaru, lai iegūtos rezultātus varētu salīdzināt ar aprēķina</p>	

modeļa datiem.

Automašīnas kustības ātrums ir svarīgs raksturlielums, jo matemātiskajā aprēķinā automašīnas svars tiek pārveidots kā slodze uz konstrukciju, kas pārvietojoties ar ātrumu iesvārsta sistēmu. Reālajā situācijā šis svars tiks sadalīts uz automašīnas riteņiem, savukārt automašīnas riteņi saskaroties ar segumu un atkarībā no seguma profila (raupjuma) rada dažādus inerces spēkus, kas iedarbojas un tilta laiduma konstrukciju.

Tika pētīti saspriegtās nepārtrauktas konstrukcijas ribotu plātņu tilti un dinamiskuma koeficienta un pašsvārstību frekvences korelāciju ar automašīnas svāri. Automašīnas svāris pats par sevi maz ietekmē Dinamiskuma koeficientu un Pašsvārstību frekvences. Kā redzams tad ar 30t smagu automašīnu ir iespējams radīt konstrukcijā Dinamiskuma koeficientu zem 1.4, kā arī līdz par 2.4.

Kustības ātrumam ir daudz lielāka nozīme tilta dinamikā nekā automašīnas svārim, jo tas ir atkarīgs no autoceļa seguma līdzenuma. Jo zemāks ātrums un nelīdzens segums, jo lielāku Dinamisko ietekmi ir iespējams iegūt. Dinamiskuma koeficients ir atkarīgs no tilta konstrukcijas veida. Slaidākiem tiltiem ir augstāks dinamiskuma koeficients, automašīnai pārbraucot pa nelīdzenu brauktuvi, nekā automašīnai pārbraucot pa līdzenu brauktuvi. Liela nozīme ir tilta brauktuves profilam, jo vienpusējs slīpums konstrukcijai rada lielāku dinamiskuma koeficientu nekā divpusējs slīpums. Automašīnas svāra palielinājums virs normālas satiksmes automašīnu svāra nav tieši saistīts ar konstrukcijas dinamiskuma pieaugumu, tas ir nozīmīgs faktors pie tilta nestspējas analīzes statistiskos apstākļos. Savukārt automašīnas ātrums, iedarbojoties uz ceļa seguma raupjumu, spēj ļoti palielināt tilta dinamiskumu pie nelīdzena ceļa seguma. Pie līdzieniem ceļa seguma apstākļiem automašīnas nerada papildus dinamisko slodzi tilta konstrukcijai.

3.2. Iedarbju uz tiltiem teorētisko varbūtību sadalījuma modeļu aprobācija Latvijas apstākļiem.

Izstrādāt metodes koncepciju, 1 zinātnisks raksts.

Vienkārša metode slodžu aprēķinam ir sekojoša:

1. visi transportlīdzekļi sadalāmi joslās un nostādāmi rindā ar konstantu attālumu starp tiem, rekomendējam 5m starp transportlīdzekļa aizmugurējo un nākamā priekšējo asi, ja nepieciešams simulēt sastrēguma situāciju (gara laiduma tiltiem), bet šis pieņēmums ir ļoti konservatīvs. Vēlams lietot patiesi nomērītu attālumu sastrēguma situācijā. Īsa un vidēja laiduma tiltiem vēlams lietot distanci, kas aprēķināma no datiem reizinot distanci laikā ar transportlīdzekļu ātrumu;
2. Tad, ja nav pieejamas tilta ietekmes līnijas, izvēlas interesējošo tilta laiduma garumu. Rindu sadala šādos garumos un aprēķina izkliedēto slodzi dalot katras grupas svāri ar laiduma garumu, tā iegūstot izkliedēto slodzi;
3. Ja pieejamas tilta ietekmes līnijas šo pašu rindu bīda pāri tilta ietekmes līnijām un aprēķina izkliedēto slodzi pēc formulas (1):

$$q_i = \max \left(\frac{\sum P^*y > 0}{A_{pos}}; \frac{\sum P^*y < 0}{A_{neg}} \right) \quad (1)$$

kur q_i – izkliedētā slodze, P – transportlīdzekļa ass slodze, y – ass slodzes ietekme uz šķēlumu, A – pozitīvais vai negatīvais ietekmes līnijas laukums.

4. Ja nepieciešams aprēķināt slodzes no vairāk kā vienas joslas, tad divas vai vairāk rindas tiek nostādītas blakus, sadalītas vienlaicīgi un viena konstantā laiduma svāris aprēķināms saskaitot visas rindas un izdalot ar laiduma garumu. Aprēķinā ar ietekmes

līnijām nepieciešams rindas bīdīt atbilstoši attiecīgo joslu braukšanas virzieniem un slodze aprēķināma no formulas (1) apskatot visu tilta platumu;

5. Kad slodzes aprēķinātas visām dienām, jāizvēlas katras dienas maksimālā slodze. Šīs slodzes atbilstoši ekstrēmo ērtību teorijai aprakstīs Gumbela varbūtību sadalījums, kuru arī autori iesaka lietot, ja slodzes aprēķinātas iepriekš aprakstītajā veidā;
6. Literatūrā aprakstīti dažādi veidi kādos atrast slodzēm atbilstošā varbūtību sadalījuma koeficientus. Autori iesaka lietot lielākas varbūtības aplēsi, no angļu valodas maximum likelihood estimation (MLE), šīs metodes vienkāršības dēļ.

3.3. Sendviča tipa konstruktīvo elementu ekspluatācijas laikā radušos bojājumu identifikācijas metodikas izstrāde.

Izstrādāta metode sendviča tipa konstruktīvo elementu ekspluatācijas laikā radušos bojājumu lokalizācijai.

Pārskata periodā tika turpināts darbs pie metodoloģijas sijas, plātnes un sendviča tipa konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringam, izmantojot tādas dinamiskos raksturlielumus kā pašsvārstību frekvencēm atbilstošās formas. Šīs formas tika izmantotas kā ieejas dati veivletu transformācijai. Transformācijas rezultātā tika iegūts veivletu transformācijas koeficientu sadalījums pa visu konstrukcijas laukumu. Vietas, kur novērotas lielākās koeficientu vērtības, norāda bojājuma atrašanās vietu. Lielākai rezultātu ticamībai tika izvērtēts liels daudzums dažādu veivletu funkciju. Bojājuma identifikācija tika raksturota ar bojājuma indeksu, kurš tika standartizēts, balstoties uz statistiskās hipotēzes pārbaudi. Ieviestais parametrs „bojājuma noteikšanas paļāvība” tika pielāgots gan viendimensionālas, gan divdimensionālas konstrukcijas modelim, procentuāli raksturojot ticamību, ar kādu tiek lokalizēts bojājums ar konkrētu veivleta funkciju. Metodoloģijas jutības pārbaudei tika veiktas skaitliskās simulācijas, kurās svārstību formām mākslīgi tika pielikti dažādi trokšņa līmeņi, kā arī bojājumu lokalizācijas rezultāti tika novērtēti atkarībā no bojājuma intensitātes un samazināta svārstību formu datu apjoma ar mērķi izpētīt sensoru tīkla blīvuma ietekmi. Skaitliskās simulācijas veiktas ar galīgo elementu programmu ANSYS, savukārt visi bojājumu lokalizācijas aprēķini veikti ar programmatūru MATLAB.

Metodes efektivitāte bojājumu noteikšanai tika pārbaudīta eksperimentāli, izmantojot sekojošus paraugus:

1. divas atšķirīga garuma alumīnija sijas, kas satur vienu bojājumu,
2. divas atšķirīga garuma alumīnija sijas, kas satur divus bojājumus,
3. divas atšķirīga garuma polimēra kompozīta sijas, kas satur vienu bojājumu,
4. alumīnija plātne ar vienu bojājumu,

Eksperimentālās konstrukciju pašsvārstību frekvences un atbilstošās šo frekvenču svārstību formas tiks iegūtas, izmantojot POLYTEC bez-kontakta lāzera vibrometrijas iekārtu. Iegūtie rezultāti rāda, ka metode spēj dot ticamus bojājumu identifikācijas rezultātus gan ierobežota skaita, gan trokšņainu dinamisko parametru datu pieejamības gadījumos, gan arī pie dažādām bojājumu intensitātes pakāpēm.

Papildus tam tika strādāts pie bojājumu noteikšanas metodes izstrādes, izmantojot elektromehāniskās impedances spektroskopiju. Mērījumi tika veikti oglekļa kompozīta sendviča tipa konstrukcijām. Konstrukcijas serdē, ko veido alumīnija kopnes elementi tika veikts iegriezums. Šī konstrukcija tika ierosināta ar vienu pjezoelektrisko elementu, kas tika izmantots vienlaicīgi gan kā aktuators, gan kā sensors. Tika uzņemti elektromehāniskās impedances spektri, kuros attēlota konstrukcijas kompleksās elektriskās pretestības vai elektrovadāmības atkarība no pievadītā maiņsprieguma frekvences. Šai pieejai nepieciešami nebojātas konstrukcijas spektri un spektri, kas iegūti bojātai konstrukcijai. Konstrukcijas bojājums izraisa lokālas stinguma izmaiņas, kā rezultātā notiek spektrālo rezonanses joslu nobīde un/vai amplitūdu izmaiņa. Metodes jutība tika pārbaudīta, mainot attālumu starp

<p>pjezoelektrisko elementu un bojājumu. Pētījums tiks turpināts un attīstīts, salīdzinot efektivitāti dažādiem pjezoelektriskiem elementiem, kas, ierosinot konstrukciju, ģenerē elastīgos viļņus paralēli vai perpendikulāri virsmai.</p>	
<p>3.4. Iepriekš saspriegto dzelzsbetona konstruktīvo elementu skaitliskā modelēšana un simulācijas</p>	<p><i>Izstrādātā metodes koncepcija ļauj veikt iepriekš saspriegto dzelzsbetona konstruktīvo elementu skaitlisko modelēšanu un simulācijas.</i></p>
<p>Pārskata periodā sākts darbs pie iepriekš saspriegto dzelzsbetona konstruktīvo elementu iepriekšējā sasprieguma zuduma novērtēšanas metodes koncepcijas izstrādes. Pētījumā tiek apskatīta stiegrojuma sabrukšanas noteikšana iepriekš saspriegtajā dzelzsbetona plātnē, izmantojot tās dinamiskās īpašības (pašsvārstību frekvences un modas). Pētījuma pirmajā posmā sākts darbs pie iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes modelēšanas un aprēķiniem, izmantojot galīgo elementu metodi (GEM) programmā ANSYS. Izstrādāti gan dzelzsbetona pārseguma plātnes, gan iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes 3D reprezentatīvie galīgo elementu modeļi. Veikta izstrādāto modeļu pielāgošana, aprēķini un rezultātu salīdzinājums. Aprēķinu rezultāti rāda, ka iepriekšējais saspriegums būtiski nemaina pašsvārstību frekvenču vērtības, bet tā ietekmē mainās pašsvārstību modas. Sekojoši tika izstrādāts iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes 3D reprezentatīvais galīgo elementu modelis ar bojājumiem stiegrojumā. Veikta izstrādātā galīgo elementu metodes modeļa pielāgošana, aprēķini un rezultātu salīdzinājums ar iepriekš saspriegtās dzelzsbetona pārseguma plātnes galīgo elementu modeļa bez bojājumiem stiegrojumā. Rezultāti apstiprina pieņēmumu, ka metode, kas balstīta uz konstruktīvo elementu dinamisko īpašību izmaiņām, būs pielietojama praktiskai iepriekš saspriegto dzelzsbetona konstruktīvo elementu iepriekšējā sasprieguma zuduma novērtēšanai, izmantojot atbilstošu eksperimentālu aparātūru.</p>	
<p>3.5. Konstruktīvo elementu no šķērsvirzienā kārtainas līmētas koksnes aprēķina metodikas izstrāde.</p>	<p><i>Piedāvāta aprēķina metodika liektiem un spiesti-liektiem konstruktīviem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes. Paveiktas piedāvātas aprēķinā metodikas eksperimentālas pārbaudes, apskatot dažādas liekto un spiesti-liekto elementu statistiskās shēmas.</i></p> <p><i>Turpināti pētījumi par viedas konstrukcijas racionālo konstruktīvo risinājumu. Uzsākta konstrukcijas no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes topoloģijas optimizācija un no materiāla patēriņa viedokļa racionālo parametru noteikšana. Uzsākta nesošas konstrukcijas izstrāde, kas sastāv no galvenajiem stieptajiem nesošajiem elementiem un sekundārajiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes. Publicēti un sagatavoti publicēšanai: viens raksts konferenču rakstu krājumā un divi raksti žurnālā.</i></p>
<p>Lai realizētu 3. projekta 3. posma 3. uzdevumu paveiktas piedāvātas aprēķina metodikas eksperimentālas pārbaudes šķērsvirzienā kārtaini līmētiem koka nesošajiem elementiem. Piedāvātas metodikas pamatā ir LVS EN 1995-1-1 un reducētā šķērsgriezuma metode. Tika paveikti trīs eksperimenti. Par pētījuma objektiem tika izvēlēti šķērsvirzienā kārtaini līmēti koka paneļi ar izmēriem 2x0.35 m un kopējo biezumu 60 mm. Paneļa garuma un laiduma</p>	

attiecība ir vienāda ar 5.71. Ārējo un vidējo dēļu šķērsriezumi ir 20x110 mm. Ārējos slāņos šķiedru virziens orientēts paneļa garākās malas virzienā. Vidējās kārtas šķiedras ir orientētas 90° leņķī pret ārēja slāņa šķiedru virzienu. Slāņi tiek salīmēti kopā ar putupolouretāna līmi zem 600 kg/m² liela spiediena. Paneļu izgatavošanai izmantota C24 stiprības klases priede.

Pirmajā eksperimenta gaitā panelis no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes tika noslogots ar koncentrēto statiski pielikto spēku laiduma vidū līdz paneļa sabrukumam. Paneļa statiskā shēma – brīvi balstīta sija ar laidumu 1.8 m. Spēka intensitāte mainās robežās no 1 līdz 22.6 kN ar minimālo soli vienādu ar 0.2 kN. Apskatāmais panelis no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes tiks aprēķināts izmantojot reducēto šķērsriezuma metodi (kas ir piedāvātas aprēķina metodikas pamatā), gamma metodi, kompozītu metodi, bīdes analogiju metodi un GEM ar RFEM 5.0 programmas palīdzību. Konstatēts, ka atšķirība starp rezultātiem, kas iegūti eksperimentāli un ar reducēto šķērsriezuma metodi atrodas robežās no 7 līdz 20%.

Otrajā eksperimenta gaitā tika apskatīts panelis no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes, kas piekārts četros punktos un ir simetriski noslogots ar statiski pielikto vienmērīgi izkliedētu slodzi paneļa divos posmos. Paneļa garums starp piekarināšanas punktiem laiduma un platuma virzienā ir attiecīgi 1.8 un 0.25 m. Panelis tika pakāpeniski slogots ar slogošanas pakāpi ap 1.5 kN. Apskatāmais panelis no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes tiks aprēķināts, izmantojot reducēto šķērsriezuma metodi, gamma metodi, kompozītu metodi, bīdes analogiju metodi un GEM ar RFEM 5.0 programmas palīdzību. Konstatēts, ka atšķirība starp rezultātiem, kas iegūti eksperimentāli un ar reducēto šķērsriezuma metodi nepārsniedz 19.45%. Atšķirība starp rezultātiem, kas iegūti eksperimentāli un ar RFEM 5.0 datorprogrammas palīdzību ir 20.23% robežās.

Trešajā eksperimenta gaitā tika noslogots panelis, līdzīgi kā otrajā eksperimentā, tikai papildus panelis tika novietots 16.8° leņķī pret horizontu. Tādā veidā vienlaicīgi pakļaujot paneli lieces momenta un spiedes spēka ietekmei. Panelis simetriski noslogots paneļa posmos ar vienmērīgi izkliedētu, statiski pieliktu slodzi. Paneļa slīpais novietojums, nodrošina paneļa vienlaicīgu darbību liecē un spiedē. Dotais panelis aprēķināts, izmantojot reducēto šķērsriezuma metodi, gamma metodi, kompozītu metodi, bīdes analogiju metodi un GEM ar RFEM 5.0 programmas palīdzību. Konstatēts, ka atšķirība starp rezultātiem, kas iegūti eksperimentāli un ar reducēto šķērsriezuma metodi nepārsniedz 20%. Atšķirība starp rezultātiem, kas iegūti eksperimentāli un izmantojot RFEM 5.0 programmu nepārsniedz 20%.

Paveikto eksperimentu sērija dod iespēju secināt, ka piedāvātā aprēķina metodika, kas balstās uz LVS EN 1995-1-1 un reducētā šķērsriezuma metodi ļauj aprēķināt liekto un spiesti-liekto elementu no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes ar pietiekami augstu precizitātes līmeni, kas ir salīdzināms ar eksistējošajām aprēķina metodēm, tādām kā: Gamma metode, Bīdes analogiju metode, Kompozītu metode; un raksturojas ar samazināto aprēķinā darbietilpību. Tas nozīmē, ka piedāvātās aprēķina metodikas izmantošana ir efektīva liekto un spiesti-liekto šķērsvirzienā kārtaini līmēto koksnes elementu projektēšanai.

Trešajā projekta posmā tiek turpināts pētījums par viedas konstrukcijas izstrādi un tās racionālo konstruktīvo risinājumu. Tiek pētīta konstrukcija ar 60 m laidumu, kura sastāv no divām iepriekš uzspriegtām tērauda trošu kopnēm un klāja no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes. Ar programmu ANSYS v15. izstrādāts konstrukcijas ar galvenajiem stieptajiem nesošajiem elementiem un sekundārajiem nesošajiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes modelis, kas ļauj aprakstīt konstrukcijas uzvedību. Ir paveikts vanšu kopnes konstruktīvo risinājumu salīdzinājums un izvēlēts labākais variants no materiālu patēriņa un maksimālo vertikālo pārvietojumu viedokļa. Uzsāktā algoritma izstrādē, kas ļauj novērtēt racionālus parametrus minētai konstrukcijai. Noteikts, ka izvietojot tilta klāja izvietojums pa trošu kopnes apakšējo joslu ļauj samazināt materiāla patēriņu par 16.7% salīdzinājuma ar tilta klāja izvietojumu pa augšējo joslu. Noteikts, ka tilta klāja iekļaušana garenvirziena piepūļu

uzņemšanā ļauj samazināt materiāla patēriņu par 17.3% salīdzinot ar gadījumu, kad tilta klājs uzņem tikai šķērsvirzienā piepūles. Izvietojot tilta klāja izvietojums pa trošu kopnes apakšējo joslu ļauj samazināt materiāla patēriņu par 16.7% salīdzinājuma ar tilta klāja izvietojumu pa augšējo joslu. Apskatītie konstrukciju varianti atšķiras ar vanšu kopnes joslu un režģojuma parametriem. Uzsākta algoritma izstrādē, kas ļautu novērtēt racionālus parametrus minētai konstrukcijai. Uzsākta viedas konstrukcijas fiziskā modeļa izstrāde. Konstrukcijas fiziskā modeļa laidums ir vienāds ar 2 m.

2.4. Projekta Nr. 3 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**)*

Atbilstoši 3. Projekta 3.posma uzdevumam 3.1. tika pētīta Transportlīdzekļu svara un kustības ātruma ietekmes novērtēšana uz konstrukcijas dinamiskajām īpašībām. Iegūti šādi pētījuma rezultāti:

1. *Tiltu dinamiskie raksturlielumi (pašsvārstību frekvence, rimšanas koeficients, dinamiskuma koeficients) ir atkarīgi no tilta konstrukcijas materiāla veida un statiskās shēmas, savukārt dinamisko koeficientu stipri ietekmē seguma gludums.*
2. *Automašīnas svars pats par sevi maz ietekmē Dinamiskuma koeficientu un Pašsvārstību frekvences.*
3. *Automašīnas svara palielinājums virs normālas satiksmes automašīnu svara nav tieši saistīts ar konstrukcijas dinamiskuma pieaugumu.*

Uzdevuma 3.2. ietvaros ir pētīts iedarbju teorētisko varbūtību sadalījuma modeļu pielietojums tiltiem. Pētījuma rezultātā iegūta metode slodžu aprēķinam.

Ceturtajā posmā (2017.gadā), lai sasniegtu izvirzīto mērķi, ir paredzēts veikt divus uzdevumus:

3.1.apakšuzdevums – Tiltu dinamisko raksturojumu rekomendējamo robežvērtību noteikšana.

3.2.apakšuzdevums – Drošuma indeksa un atlikušās nestspējas novērtēšana ekspluatācijā esošiem tiltiem.

Atbilstoši 3. Projekta 3. posma izvirzītajam 2. uzdevumam: „Izstrādāt metodoloģiju konstruktīvo elementu bojātu vai ar bojājumu (dažādu veidu materiāla degradācijas formas) dinamisko parametru (svārstību frekvenču, svārstību modu, svārstību dzišanas parametru, utt.) eksperimentālai noteikšanai un to pielietošanai konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringam” atskaites periodā plānotie mērķi ir sasniegti pilnībā. Pētījumu rezultāti ir publicēti 5 WoS un Scopus datu bāzēs indeksētās publikācijās un ziņoti 4 starptautiskās zinātniskās konferencēs 2016. gadā.

Projekta īstenošanas 3. posma ietvaros tika tālāk attīstīta uz svārstībām balstīta bojājumu identifikācijas metode, kas paredzētas praktiskiem pielietojumiem. Bojājumu noteikšanas indeksi ir izstrādāti gan vienas dimensijas, gan divu dimensiju telpās, tādejādi nodrošinot bojājumu noteikšanu gan sijās, gan plātnes, gan sendvič tipa konstrukcijās. Tāpat tika sākts darbs pie iepriekš saspringto dzelzsbetona konstruktīvo elementu iepriekšējā sasprieguma zuduma novērtēšanas metodes koncepcijas izstrādes.

Ceturtajā posmā (2017.gadā), lai sasniegtu izvirzīto mērķi, ir paredzēts veikt sekojošus uzdevumus:

1. *Iepriekš saspringto dzelzsbetona konstruktīvo elementu iepriekšējā sasprieguma zuduma novērtēšanas metodes izstrāde.*
2. *Skaitliskie un eksperimentālie pētījumi par bojājuma datu klasifikāciju ar mērķi*

prognozēt bojājuma lokalizācijas varbūtību. Pētījumu objekts – oglekļa šķiedras kompozītmateriāla plātne ar integrētiem sensoriem eksperimentālo dinamisko raksturlielumu iegūšanai.

Atbilstoši 3. Projekta 3. posma 3. uzdevumam piedāvāta aprēķina metodika liekto un spiesti-liekto konstruktīvo elementu aprēķiniem no krusteniski līmētas koksnes. Piedāvātas metodikas pamatā ir aprēķina procedūras, kas ir aprakstītas LVS EN 1995-1-1 liektiem un spiesti-liektiem elementiem un reducētā šķērsriezuma metode. Piedāvāta metodika ļauj pārbaudīt liekto un spiesti-liekto konstruktīvo elementu no krusteniski līmētas koksnes atbilstību nestspējas (ULS) un lietojamības (SLS) robežstāvokļiem, ka arī prognozēt elementu uzvedību statiska slogojuma gadījumā. Piedāvāta aprēķina metodika atšķiras ar samazināto aprēķina darbietilpību un pietiekamo precizitāte salīdzinājumā ar eksistējošām aprēķina metodēm (kompozītu metode, salikto siju metode, bīdes analogiju metode).

Iegūti šādi rezultāti:

1. Analizējot eksperimentāli un analītiski iegūtos rezultātus otrajā un trešajā eksperimenta gaitā, var secināt, ka atšķirība starp rezultātiem, kas iegūti ar reducēto šķērsriezuma metodi, GEM un eksperimentāli atrodas robežās no 0.1 līdz 20.23 %. Ņemot vērā aprēķina metodikas, kas balstās uz reducēto šķērsriezuma metodi un EN 1995-1-1 iekļauto liekto un spiesti-liekto koka elementu aprēķinu, pietiekami augstu precizitātes līmeni un aprēķina gaitas vienkāršību, šī metode tiek atzīta kā efektīva un tiek rekomendētā izmantošanai liekto un spiesti-liekto elementu no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes aprēķiniem.
2. Paveikts vanšu kopnes konstruktīvo risinājumu salīdzinājums un izvēlēts labākais no materiālu patēriņa un maksimālo vertikālo pārvietojumu viedoklī variants. Noteikts, ka izvietojot tilta klāju pa trošu kopnes apakšējo joslu ļauj samazināt materiāla patēriņu par 16.7% salīdzinājuma ar tilta klāja izvietojumu pa augšējo joslu. Noteikts, ka tilta klāja iekļaušana garenvirziena piepūļu uzņemšanā ļauj samazināt materiāla patēriņu par 17.3% salīdzinot ar gadījumu, kad tilta klājs uzņem tikai šķērsvirzienā piepūles.
3. Izstrādāts konstrukcijas modelis ar datorprogrammas ANSYS v15 palīdzību, kas ļauj aprakstīt konstrukcijas no divām iepriekš uzsprīgtajām trošu kopnēm ar laidumu 60 m un sekundārajiem nesošajiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes, kas balstās uz vanšu kopnēm.

Lai sasniegtu projekta mērķi, projekta 4.posmā paredzēts:

1. *Turpināt pētījumu par viedas konstrukcijas racionālo konstruktīvo risinājumu. Izstrādāt optimizācijas algoritmu. Paveikt konstrukcijas no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes topoloģijas optimizāciju un noteikt tās racionālos parametrus no materiāla patēriņa viedokļa.*
2. *Izstrādāt nesošo konstrukciju, kas sastāv no galvenajiem stieptajiem nesošajiem elementiem un sekundārajiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes.*
3. *Izstrādāt fizisko modeli nesošai konstrukcijai, kas sastāv no galvenajiem stieptajiem nesošajiem elementiem un sekundārajiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes.*

Ceturtajā pētījumu posmā paredzēts:

Turpināt pētījumu par konstrukcijas no šķērsvirzienā kārtainas līmētas koksnes topoloģiju optimizāciju un to racionālo no materiāla patēriņa viedokļa parametru noteikšanu. Paredzēts

izstrādāt optimizācijas algoritmu, kas ļauj novērtēt racionālie no materiāla patēriņa un maksimālo vertikālo pārvietojumu viedokļa konstrukcijas no šķērsvirzienā kārtainas līmētas koksnes parametri.

Izstrādāt nesošo konstrukciju, kas sastāv no galvenajiem stieptajiem nesošajiem elementiem un sekundārajiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes. Paredzēts izstrādāt konstrukcijas datora modelis, kas ļauj aprakstīt konstrukciju no divām iepriekš uzspriegtajām trošu kopnēm un sekundāriem nesošiem elementiem no šķērsvirzienā kārtaini līmētas koksnes ievērojot vanšu kopnes un sekundāro nesošo elementu kopējo darbību. Paredzēts izstrādāt konstrukcijas fiziskais modelis ar laidumu 2 m.

2.6. Projekta Nr. 3 rezultatīvie rādītāji

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

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti					
	plānots	sasniegts				
	2014.– 2017. g.	gads				t. sk. iepriekšējā periodā uzsākts
2014		2015	2016.	2017.		
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:	16	1	10	12	23	
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP>1) skaits	6	0	0	2	2	
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits ERIH(A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	10	1	10	10	21	
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0	0	0	0	
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:	12	4	6	17	27	
promocijas darbu skaits	3	0	0	0	0	
maģistra darbu skaits	9	1	4	10	15	
bakalaura darbu skaits	0	3	2	7	12	
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji						
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:	19	1	15	19	35	
konferences	9	0	11	12	23	
semināri	0	0	0	3	3	
rīkotie semināri un konferences	7	0	3	3	6	
populārzinātniskas publikācijas	3	1	1	1	3	
izstādes, demonstrācijas	0	0	0	0	0	
Betona olimpiāde	0	0	0	0	0	
2. Interneta mājas lapu populārie ziņojumi	30	9	5	5	19	
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:	99000	17000	0	8072	25072	
1.1. privātā sektora līdzfinansējums	95000	15000	0	0	0	

programmā iekļauto projektu īstenošanai						
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	0	
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	4000	2000	0	8072	25072	
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	12	0	0	6	6	
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	3	0	0	0	0	
5. Noslēgtie līgumi par praktisko pētījumu projektu realizāciju saistībā ar projekta mērķiem un RIS 3.	0	0	0	0	0	

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 3 vadītājs _____
(paraksts¹)

/ A. Paeglītis/
(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 Druvieta

3.projekta 1. uzdevuma aktivitāšu izpildes laika grafiks

	2014		2015				2016				2017			
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Matemātiskas metodes izstrāde tilta dinamisko raksturojumu pētīšanai.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
a. Pētījums par transportlīdzekļu svara un pārvietošanās ātruma ietekmi uz konstrukciju dinamiskajiem raksturlielumiem.			X	X	X	X	X	X	X	X				
b. Metodes izstrāde smago un ļoti smago transportlīdzekļu dinamisko ietekmju izvērtēšanai.							X	X	X	X				
c. Tiltu dinamisko raksturojumu rekomendējamo robežvērtību noteikšana un pamatošana, izmantojot izstrādātās metodikas dinamisko raksturlielumu novērtēšanai											X	X	X	X
2. Analīze satiksmes slodžu iedarbībai uz tiltu konstrukcijām, izmantojot teorētiskos varbūtību sadalījuma modeļus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
2.1. Metode ārējo iedarbju savstarpējās kombinēšanās prognozēšanai.	X	X	X	X	X	X	X							
1.1. Pētījums par tiltu būvniecībā izmantoto būvmateriālu īpašību izkliedi.	X	X	X	X	X	X	X							
1.2. Modeļu izstrāde būvniecībā izmantoto būvmateriālu īpašību izkļiežu teorētiskā varbūtību sadalījumam.				X	X	X	X	X	X					
1.3. Analīze par novecošanās procesu ietekmi uz būvmateriālu īpašībām un to izkliedi ekspluatācijā esošām būvēm.			X	X	X	X	X	X	X	X				
1.4. Varbūtību modeļa izstrāde būvniecības precizitātes u.c. „cilvēcisko faktoru” izraisīto būvju īpašību izkļiedes aprakstīšanai un to ietekmei uz nestspēju.							X	X	X	X				

