

2. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS PROJEKTIEM

2.1. Projekts Nr. 5

Nosaukums

Materiālu mehānisko mikro-,nano- mēroga īpašības un to ietekme uz cilvēka drošību

projekta vadītājs:

vārds, uzvārds,

zinātniskais grāds

zinātniskā institūcija

Jurijs Dehtjars

Dr. hab. fiz

Rīgas Tehniskā universitāte, Biomedicīnas inženierzinātņu un nanotehnoloģiju institūts

Amats

Institūta direktors, profesors

Kontakti

Tālrunis

29469104

E-pasts

jurijs.dehtjars@rtu.lv

2.2. Projekta Nr.5 mērķi

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

Projekta mērķis: Izpētīt polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīno sabrukšanu, izstrādāt diagnostikas metodes un analizēt metožu pielietojuma iespējas uzņēmumos.

5. projekta aktivitāšu izpildes laika grafiks ir pievienots pielikumā 5-A.

1. posma 1. uzdevums: Pētījumu metožu izstrāde polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikai: ūdens mikroorganismu ietekmes uz materiālu agrīno sabrukšanu pētījumu metode.

Uzdevuma sasniegšanai tika plānots: (1) izstrādāt paraugu sagatavošanas metodi un izgatavot paraugus; (2) izvēlēties optimālus fotoelektronu emisijas optiskās stimulācijas režīmus (maksimālai signāls/troksnis attiecībai) atkarībā no paraugu materiāla; (3) pielāgot no polimērcaurulēm izdalīto organisko savienojumu detektēšanas metodi.

1. posma 2. uzdevums: Pētījumu metožu izstrāde polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikai: agrīnas sabrukšanas vizuālās atpazīšanas metode, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu.

Uzdevuma sasniegšanai tika plānots: (1) izstrādāt paraugu sagatavošanas metodi un izgatavot paraugus; (2) izstrādāt mikrokapsulu ar krāsvielu uzklāšanas metodi uz paraugu virsmu.

5. projekta 1. posma plānotais mērķis un uzdevumi tika sasniegti pilnā mērā:

1. Izstrādātas stikla šķiedru polimērkompozītu (SKP), ar oglekļa nanocaurulēm pildītu polimērkompozītu, polimērcauruļu paraugu sagatavošanas metodes. SKP paraugu sagatavošanai tika pielāgota SKP lokšņu automatizētā sagriešanas tehnoloģija, izmantojot digitālo CNC apstrādes iekārtu. Tika izstrādāta ar oglekļa nanocauruļu pildītu polimērkompozītu paraugu sagatavošanas tehnoloģija, kas sastāv no komponentu samaisīšanas, formēšanas un žāvēšanas posmiem. Formēšanai tika izstrādāta un izgatavota

speciāla tehnoloģiskā ierīce. Lai iegūtu paraugus no polimērcaurulēm, tika izstrādāts cauruļu mehāniskās sagriešanas paņēmieni. Katram parauga veidam ir optimizēta paraugu specifiskā forma mehāniskās stiepšanas un elektronu emisijas eksperimentu veikšanai. Izstrādāta mikrokapsulu ar krāsvielu uzklāšanas metode uz kompozītmateriāla paraugu virsmu. Pielāgota spektroskopijas metode organisko savienojumu izdalīšanas kontrolei no polimērcaurulēm.

2. Katram parauga veidam tika izpētīti fotoemisijas strāvas pieaugumi mehāniskās slodzes laikā atkarībā no izmantojama fotostimulācijas viļņa garumu diapazona. Tika noteikti diapazoni, kas nodrošina vislielāko strāvas pieaugumu.
3. Ir veikti pirmie eksperimenti, kas liecina par:
 - iespēju novērot paraugu sabrukšanu jau kvazielastīgas deformācijas posmā;
 - organisko savienojumu izdalīšanos ūdenī no polimērcauruļu sienām, tomēr ir nepieciešami turpmākie pētījumi, lai noteiktu, vai izdalīto organisko savienojumu koncentrācija ietekmē ūdens esošo mikroorganismu vairošanos;
 - iespēju pielāgot mikrokapsulu ar krāsvielu mehāniskās īpašības, lai vizualizētu polimēru kompozītu materiālu agrīnas sabrukšanas sākumu.

Iesniegtas un apstiprinātas tēzes:

1. Aniskevich, A., Bulderberga, O., Dekhtyar, Yu., Denisova, V., Gruskevica, K., Juhna, T., Kozak, I., Romanova, M. Coloured Reactions and Emission of Electrons towards Early Diagnostics of Polymer Materials Overloading. 2nd International Conference „Innovative Materials, Structures and Technologies, September 30 – October 2, 2015, Riga, Latvia

Tika uzsākta maģistra darbu izstrāde, aizstāvēšana 2015.gada jūnijs:

1. Inguna Krista Anspoka, Kompozītmateriāla sagraušanas ietekme uz kompozītmateriāla virsmas elektronu emisiju, vadītājs prof. A.Balodis;
2. Irina Golovko. Plastikāta ūdensvada materiāla ietekmē uz dzeramā ūdens kvalitāti. vadītājs asoc. prof. vad. pētnieks, K. Tihomirova.

Tika uzsākta bakalaura darbu izstrāde, aizstāvēšana 2015.gada jūnijs:

1. Anna Korvena-Kosakovska, Kompozītmateriāla agrīna sabrukšana mehāniskā noslogojumā, vadītājs prof. A. Balodis;
2. Ēriks Dombrovskis, Polimēra cauruļu agrīnas sabrukšanas diagnostikas metode mehāniskā noslogojumā, vadītājs prof. J.Dehtjars;
3. Toms Vāvere, Polimēru matricas sfēriskas pildvielas mehānisko īpašību noteikšana netiešā veidā, vadītāji Dr. Sc. Ing. Andrejs Aņiskevičs, Msc. Olga Bulderberga.

Tiek izstrādāts promocijas darbs:

1. O. Bulderberga. Polimēru kompozītmateriāla ar mehānisko bojājumu indicēšanas funkciju: izstrāde un tā īpašību izpēte. Vadītājs A. Aniskevičs, aizstāvēšana paredzēta 2017.gadā.

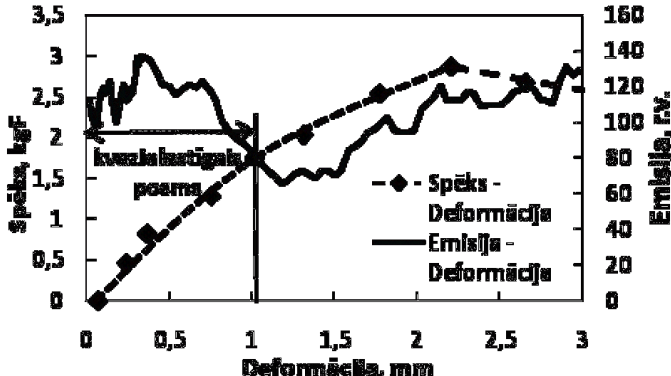
Rezultātu izplatīšana:

Projekta dalībniekiem notika 3 sanāksmes projekta rezultātu apspriešanai (07.11.2014,

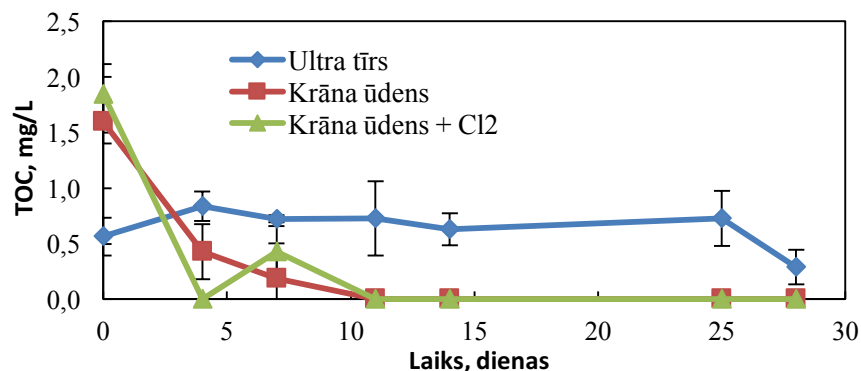
19.12.2014, 13.02.2015). Sanāksmes tika sludinātas visiem projektā iesaistītu struktūrvienību darbiniekiem, kā arī studentiem, kas piedalījās pētījumos.

2.3. Projekta Nr. 5 uzdevumi

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

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Pētījumu metožu izstrāde polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikai: ūdens mikroorganismu ietekmes uz materiālu agrīno sabrukšanu pētījumu metode.	Izstrādāta metodes koncepcija.
<p>Atskaites periodā tika sasniegti sekojošie rezultāti:</p> <ol style="list-style-type: none"> Izstrādāta paraugu izgatavošanas metode un sagatavoti paraugi noslogošanas eksperimentu veikšanai: <ol style="list-style-type: none"> epoksīdsveķu paraugi ar dažādām oglekļa nanocauruļu koncentrācijām (0%; 0,2%; 0,5%, 1,0%); polimērcauruļu paraugi (sagatavju izgriešana ar lentzāģi, smalka izgriešana ar vertikālo koordināšu frēzi); stikla šķiedras polimērkompozīta paraugi (sagatavju izgriešana ar lentzāģi, smalka izgriešana ar vertikālo koordināšu frēzi). Noregulēta un pielāgota iekārta elektronu emisijas reģistrācijai paraugu noslogošanas laikā vienelektronu darbības režīmā. Optimizēti fotoelektronu emisijas (FE) optiskās stimulācijas režīmi aukstāk minētiem materiāliem. Tika veikti sākuma eksperimenti, kas demonstrē iespēju detektēt FE kvazielastīgas deformācijas posmā. Eksperimenti liecina par agrīnas sabrukšanas diagnostikas metodes koncepcijas izmantošanu, novērojot materiālu virsmas sabrukšanu kvazielastīgas deformācijas posmā (1. att.). 	
	
<p>1. att. Polimēra caurules PE-80 fotoemisijas izmaiņas kvazielastīgas deformācijas posmā.</p>	
<p>4. Pārbaudītas iespējas noteikt Evoaqua HDPE (<i>high-density polyethylene</i>, augstā</p>	

blīvuma polietilēns) cauruļu paraugu spējas izdalīt ūdenī organiskās vielas (TOC – *total organic carbon*, kopējais organiskais ogleklis), kas kalpo par barības vielām mikroorganismiem. Eksperimenti tika veikti, izmantojot dažādus ūdens paraugus (krāna ūdens, krāna ūdens ar pievienoto Cl₂ (0,5 mg/L) un ultra tīrs dejonizēts ūdens). Rezultāti parādīja, ka novērotā laika periodā caurules neizdala pietiekoši daudz organiskas vielas, lai baktērijas varētu tās izmantot kā barības vielas.



2. att. Izmaiņas TOC koncentrācijā eksperimentos ar dažādiem ūdens paraugiem.

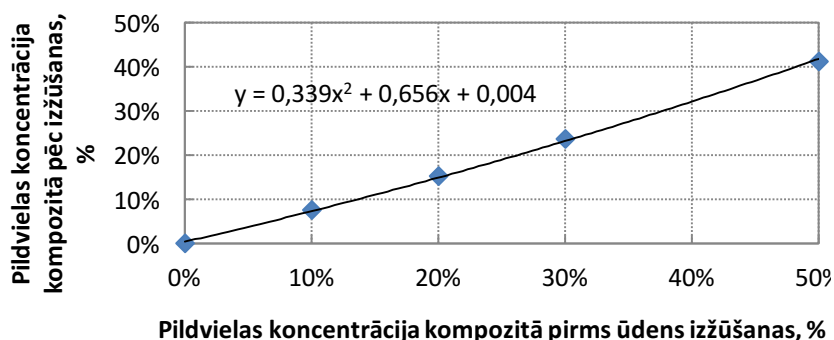
5. Uzsākti eksperimenti izdalītās TOC koncentrācijas ietekmes noteikšanai uz ūdenī esošo dabisko (*Pseudomonas Fluorescens*) un fekālo (*Escherichia Coli*) mikroorganismu vairošanos.

2. Pētījumu metožu izstrāde polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikai: agrīnas sabrukšanas vizuālās atpazīšanas metode, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu.

Izstrādāta metodes koncepcija.

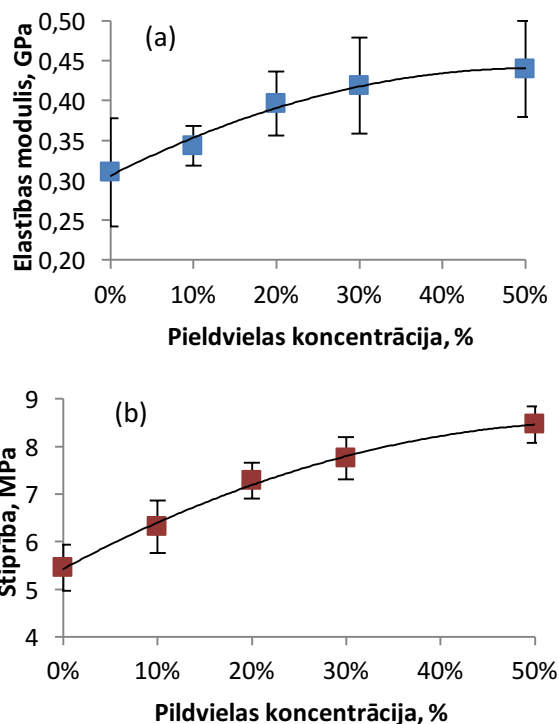
Atskaites periodā tika sasniegti sekojošie rezultāti:

1. Izstrādātas paraugu izgatavošanas un mikrokapsulu uzklāšanas metodes. PVA līme tika izmantota kā saistviela uz ūdens bāzes, kā pildviela tika izmantotas mikrokapsulas ar krāsvielu un mikrokapsulas ar krāsu attīstītāju, samaisītās proporcijās 1:1, ūdens suspensijas veidā. Pildvielas koncentrācija sastādīja 0–50% šķidrā veidā no kopējās masas.
2. Noteiktas pildvielas koncentrācijas paraugā pēc parauga pilnas izžūšanas (3.att.).



3. att. Pildvielas koncentrācija kompozītā pēc ūdens izžūšanas.

3. Paraugi notestēti stiepē (elastības modulis atkarībā no pildvielas koncentrācijas, spriegums atkarībā no deformācijas). Tika panākts, ka mikrokapsulas iekrāso paraugus, iestājoties kritiskai lokālai deformācijai. Eksperiments demonstrē agrīnas sabrukšanas diagnostikas iespējamību.



4. att. Paraugu (a) elastības modulis atkarībā no pildvielas koncentrācijas; (b) stiprība atkarībā no pildvielas koncentrācijas.

4. Notestēti polimēru kompozīta materiāli (mikrokapsulas apvalks – 2 veidi) spiedē ar/bez indentora. Rezultātu apstrāde: grafiku veidošana (spriegums – deformācija), elastības moduļa un stiprības noteikšana.

2.4. Projekta Nr. 5 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)

Sasniegto rezultātu zinātniskā un praktiskā nozīmība:

1. Ir sasniegta tehnoloģiskā gatavība paraugu sagatavošanai 2. posmā pētījumiem (skat. lūdzu uzdevumus zemāk).
2. Ir pierādīta materiālu agrīnas sabrukšanas diagnostikas metodes izstrādes iespējamība. Eksperimenti liecina, ka metode ļaus kontrolēt sabrukšanu jau kvazielasīgas noslogošanas posmā. Rezultātā:
 - attīstīsies zināšanas par sabrukšanas procesiem polimēru kompozītu materiālos un ūdensvadu polimēru caurulēs, kas notiek mikro- un nano- mērogā;
 - paaugstināsies polimēru kompozītu materiālu un attiecīgo konstrukciju, ūdensvada polimēru cauruļu kvalitāte un drošums; pieaugs arī dzeramā ūdens piegādes sistēmu ilgtspējīgums un drošums.

Sasniegtie 1. posmā rezultāti veicinās materiālu virsmas agrīnas sabrukšanas diagnostikas metodes izstrādi projekta turpmākajos posmos.

Projekta 1. posma izpildes laikā radusies problēma:

Finansējums projekta posmam tika piešķirts tikai 2014.gada novembrī, līdz ar to tika aizkavēta posma uzsākšana un ar to izmaksas saistītās (darba algas, iepirkumu

procedūras).

Problēmu novēršanai turpmāk ir paredzēts iesniegt/gatavot dokumentus stipri agrāk pirms plānotas aktivitātes/pasākuma.

Sasniegtie rezultāti un augstāk minētās problēmas novēršanas apsteidzošie plānotie pasākumi liecina par iespēju turpināt projektu atbilstoši sākotnējam pieteikumam. Līdz ar to 2. posmam ir plānoti sekojošie uzdevumi:

2. posma uzdevumi:

1. Pētījumu metožu izstrāde polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikai: ūdens mikroorganismu ietekmes uz materiālu agrīno sabrukšanu pētījumu metode.
 - Tiks veikti TOC izdalīšanas un mikroorganismu skaita mērīšanas eksperimenti, izmantojot caurules novecināšanas paātrināšanu (60 °C temperatūrā). Tiks izmantotas dabiskas baktērijas, kas atrodamas Evian ūdenī (jo apstākļos bez papildus substrāta pievadīšanas baktērijas neairojas, atšķirībā no baktērijām, kas ir sastopamas krāna ūdenī), kā arī *E.Coli* baktērijas.
 - Tiks izstrādāta pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei: *in situ* elektronu emisijas spektroskopijas metode (Nodevums).
2. Pētījumu metožu izstrāde polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikai: agrīnas sabrukšanas vizuālās atpazīšanas metode, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu.
 - Bojājumu indikācijas slāņa izmantošana maina kompozītmateriāla mehāniskās īpašības. Līdz ar to, projektējot kompozītmateriālu konstrukcijas, ir nepieciešams ņemt vērā mikrokapsulu ar krāsvielu mehāniskās īpašības. Veicot eksperimentālus mērījumus un modelēšanu, tiks noskaidrotas mikrokapsulu, ieslēgto elastīgā matricā, mehāniskās īpašības. Tiks izgatavoti un notestēti polimēra matricas paraugi ar dažādām mikrokapsulu koncentrācijām (0–50%). Iegūtie dati ļaus modelēt polimēra matricas ar ieslēgtām mikrokapsulām mehānisko uzvedību.
 - Tiks izstrādāta pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu (Nodevums).

2.5. Projekta Nr. 5 apgūtais finansējums (euro)

		Plānots 2014.– 2017. g.	1. posms	2. posms	3. posms	4. posms
1000– 9000*	IZDEVUMI – KOPĀ	129062.00	20580.88			
1000	Atlīdzība	85559.00	6132.72			
2000	Preces un pakalpojumi (2100+2200+2300)	35653.00	8657.36			
2100	Mācību, darba un dienesta komandējumi, dienesta, darba braucieni	11663.00	1385.00			

2200	Pakalpojumi	15231.00	2798.61			
2300	Krājumi, materiāli, energoresursi, preces, medicīniskās ierīces, medicīniskie instrumenti, laboratorijas dzīvnieki un to uzturēšana	8759.00	4473.75			
5000	Pamatkapitāla veidošana	7850.00	5790.80			

* Minētie skaitļi ir budžeta finansēšanas klasifikācijas kodi.

2.6. Projekta Nr. 5 rezultatīvie rādītāji

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

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti							
	plānots 2014.– 2017. g.	sasniegts						
		2014. g.		gads				
		kopā	t. sk. iepriekšējā periodā uzsākts	2015.	2016.	2017.	2018.*	2019.*
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātnisko publikāciju skaits:	5	0						
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP>1) skaits	2	0						
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits ERIH (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	3	0						
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0						
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:	3	0						
promocijas darbu skaits	1	0						
maģistra darbu skaits	2	0						
bakalauru darbu skaits	0	0						
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:	10	0						
konferences	3	0						
semināri	3	0						
rīkoti semināri	3	0						
populārzinātniskas publikācijas	1	0						
izstādes, demonstrācijas	0	0						
2. Internēta mājas lapu populārie ziņojumi	3	0						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:	0	0						
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	0	0						
1.2. ieņēmumi no programmas	0	0						

ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību)								
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	0	0						
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:	1	0						
Latvijas teritorijā	1	0						
ārpus Latvijas	0	0						
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	2	0						
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	0	0						
5. Programmas ietvaros izstrādāto jauno rekomendāciju skaits (komplekts)	2	0						
6. Ieviešanai nodoto jauno rekomendāciju skaits (komplekts)	0	0						

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 5 vadītājs
(paraksts¹) _____

/Jurijs Dehtjars/
(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