

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.

2. 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:

- Veikt TOC (*total organic carbon*) izdalīšanas un mikroorganismu skaita mērīšanas eksperimentus, izmantojot caurules novecināšanas paātrināšanu (60 °C temperatūrā).
- Izstrādāt pētījumu metodi polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei: *in situ* elektronu emisijas spektroskopijas metode (Nodevums).

2. 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:

- Veikt eksperimentālus mērījumus un modelēšanu un noskaidrot mikrokapsulu, ieslēgto elastīgā matricā, mehāniskās īpašības.
- Izstrādāt pētījumu metodi polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu (Nodevums).

5. projekta 2. posma plānotais mērķis un uzdevumi tika sasniegti pilnā mērā:

- Tika testētas polietilēna caurules attiecībā uz to potenciālu izdalīt dzeramajā

ūdenī organiskās vielas (izdalīšanu sekmējošos apstākļos – pie 60°C), kas, savukārt var kalpot barības vielām mikroorganismiem un sekmēt mikroorganismu vairošanās. Tika parādīts, kā cauruļu izdalītas organiskās vielas ietekmē ūdens mikroorganismu (uz Evian ūdens mikroorganismu konsorcija piemēra) un fekālā piesārņojuma indikatoru baktēriju *E.coli* vairošanās.

- Izmantojot fotoelektronu emisijas spektroskopijas metodi, tika noteikts, ka strukturālas izmaiņas polimēru kompozītu materiālu virsmā notiek jau elastīgas deformācijas apgabalā.
- Tika izgatavoti 2 veidu materiālu paraugi, kas satur mikrokapsulas ar krāsvielu un attīstītāju. Tika veikti mehāniskie testi, kā rezultātā tika iegūti paraugu pamatraksturlielumi. Pielietojot maisījuma likumu pēc Voigt un Reuss modeļiem, netiešā veidā tika novērtēts efektīvais elastības modulis paraugos esošām mikrokapsulām.
- Bija izgatavots elektropasīvs, vienvirzienā stiegrots kompozīts uz nanomodificētas epoksīdsveķu saistvielas bāzes. Eksperimentāli noteikta materiāla vadāmības anizotropija: longitudinālā un transversālā vadāmība atšķiras aptuveni 10 reizes.
- Noskaidrots, ka palielinot nanocauruļu koncentrāciju epoksīdsveķu saistvielā līdz 1.5%, izmainās materiāla elektrovadāmība (no izolatora līdz vadītājam), un īpatnējā pretestība samazinās aptuveni 100 reizes.
- Uzsākts literatūras apskats par mikrokapsulu testēšanas metodēm, kas tiek izmantotas polimēru kompozītmateriālā ar sabrukšanas diagnostikas iespējam.
- Tika izstrādāta pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot *in situ* elektronu emisijas spektroskopiju (nodevums).
- Tika izstrādāta pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu (nodevums).

Piedalīšanās konferencēs 2015.gadā:

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 (IMST 2015)*, September 30 – October 2, 2015, Riga, Latvia,
2. Ē. Dombrovskis, I. Kozaks, K. Gruškeviča, J. Dehtjars. Polimēra cauruļu agrīnās sabrukšanas diagnostikas metode mehāniskā noslogojumā. *Rīgas Tehniskās universitātes 56. starptautiskā zinātniskā konference*, 2015. gada 14.-16 oktobris, Rīga, Latvija
3. Aniskevich, A., Kulakov, V. Express procedure for evaluation of durability of complex shape pultruded composite profiles. *Baltic Polymer Symposium 2015*, September 16-18, 2015, Sigulda, Latvia,
4. Zeleniakiene, D., Leisis, V., Griskevicius, P., Bulderberga, O., Aniskevich, A. A numerical study to analyse mechanical properties of polymer composites with smart microcapsules for high performing sensing applications. *Baltic Polymer Symposium 2015*, September 16-18, 2015, Sigulda, Latvia.

Sagatavotie raksti vai tēzes 2016. gadam:

1. Ivanov, D. S., Le Cahain, Y. M., Surush Arafati, Dattin, A., Ivanov, S. G., Aniskevich, A. Novel method for functionalising and patterning textile composites: liquid resin print. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* (SNIP 2.518, raksts pieņemts publicēšanai);
2. Aniskevich A., Bulderberga O., Dekhtyar Yu., Korvena-Kosakovska A., Kozak I., Romanova M. Electron emission of the carbon nanotube-reinforced epoxy surface nano layer towards detection of its destruction induced by elastic deformation. *International Nanotechnology Conference & Expo*, April 4-6, 2016 Baltimore, USA (tēzes pieņemtas publicēšanai)
 - a. <http://nanotech.madridge.com/programs.php?day=1>

Projekta ietvaros tika aizstāvēti 2 maģistra darbi:

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.

Projekta ietvaros tika aizstāvēti 3 bakalaura darbi:

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 Aniskevičs, MSc. Olga Bulderberga.

Tiek izstrādāts promocijas darbs:

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

Sagatavoti attiecīgi dokumenti, kas apraksta 5. projekta 2. posma laikā izstrādātās metodes (pielikums elektroniski: Nr. NN):

1. Pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot *in situ* elektronu emisijas spektroskopiju;
2. Pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu.

Rezultātu izplatīšana:

Projekta dalībniekiem notika 4 sanāksmes projekta rezultātu apspriešanai (13.04.2015, 13.05.2015, 10.09.2015, 21.12.2015). Apmeklēt sanāksmes tika aicināti projektā iesaistītu struktūrvienību darbinieki, kā arī studenti, kuri piedalījās pētījumos.

2015. gada 26. maijā projekta rezultāti tika prezentēti seminārā par IMATEH programmas zinātniskās izpētes virzību un sasniegtajiem rezultātiem, kas notika RTU Būvniecības inženierzinātņu fakultātē.

2015. gadā 2. oktobrī projekta rezultatīvie rādītāji tika prezentēti IMST 2015 konferences atsevišķā sekcijā, kas tika veltīta IMATEH programmai: J. Dehtjars "Material mechanical micro- nano- scaled features and their impact on human safety".

2016. gada 3. martā SIA "Aviatest" telpās, Rīgā, Rēzeknes ielā 1 tika rīkots seminārs, kura mērķis bija iepazīstināt uzņēmējus ar projekta rezultātiem un pārrunāt

turpmākās sadarbības iespējas.

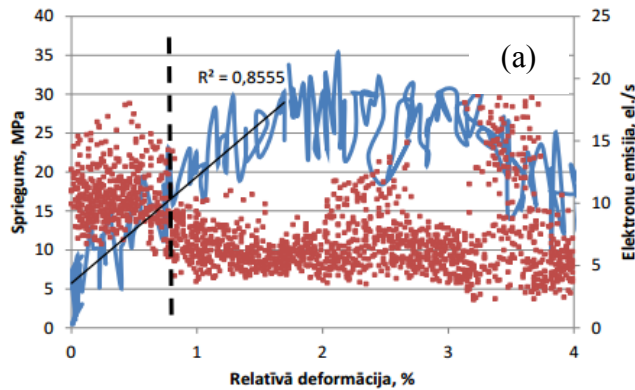
Par projekta izpildes progresu regulāri tiek ziņots IMATEH programmas mājas lapā <http://imateh.rtu.lv/>.

2.3. Projekta Nr. 5 uzdevumi

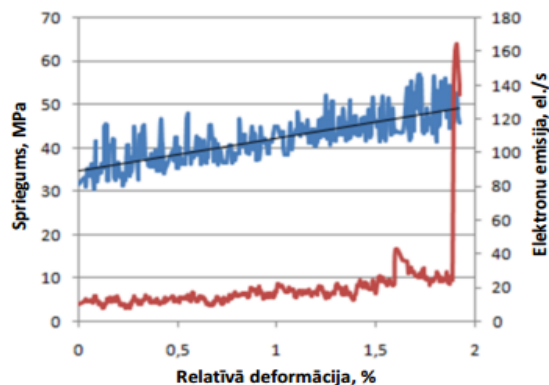
(Norāda projekta pārskata periodā plānotās darbības un galvenos rezultātus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz divas A4 lapas)

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 metode.												
Atskaites periodā tika sasniegti sekojošie rezultāti: Tika testētas polietilēna ūdens caurules attiecībā uz organisku ogļūdeņražu izdalīšanu ūdenī. Tika uzmanots Evian ūdens, filtrēts caur 0.1µm filtru. Katru dienu ūdens caurulēs tika mainīts uz jaunu. Pēc 72 stundām ūdenī ar cauruļu izdalītām organiskām vielām tika inokulēti mikroorganismi (Evian ūdens konsorcijs un <i>Escherichia Coli</i> baktērijas). Rezultāti parādīja, ka testētās polimēru caurules izdala ūdenī organiskas vielas, kas sekmē baktēriju vairošanās. Turklāt, ūdenī pēc kontakta ar caurulēm vairojās gan Evian konsorcijs ūdens baktērijas (kas ir normāla parādība, jo tā ir ūdens baktērijām ierasta vide), gan <i>E.coli</i> baktērijas. Savukārt <i>E.coli</i> šūnu vairošanās norāda uz to, ka polimēra caurules var sekmēt fekālo baktēriju vairošanās tīkla netīša (vai tīša) piesārņojuma gadījumā.													
<table border="1"><caption>Baktēriju skaits pieaugums ūdenī</caption><thead><tr><th>Dienas</th><th>E.Coli</th><th>Evian</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>~1.5E+05</td><td>~6.5E+05</td></tr><tr><td>2</td><td>~1.5E+05</td><td>~5.5E+05</td></tr><tr><td>3</td><td>~1.0E+05</td><td>~1.0E+06</td></tr></tbody></table>		Dienas	E.Coli	Evian	1	~1.5E+05	~6.5E+05	2	~1.5E+05	~5.5E+05	3	~1.0E+05	~1.0E+06
Dienas	E.Coli	Evian											
1	~1.5E+05	~6.5E+05											
2	~1.5E+05	~5.5E+05											
3	~1.0E+05	~1.0E+06											
1. attēls. Baktēriju skaita pieaugums ūdenī, kas 24 stundas tika turēts polietilēna ūdens caurulē. Tika izstrādāta pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot <i>in situ</i> elektronu emisijas spektroskopiju (nodevums) – lai pētītu, kad notiek agrīnas izmaiņas materiālu virsmā, vienlaicīgi ar parauga sloģošanu jāreģistrē fotoelektronu emisija, kuru ierosina, apgaismojot paraugu ar ultravioleto starojumu. Jāseko emisijas izmaiņām (samazinājumam vai pieaugumam), kas notiek elastīgas deformācijas apgabalā. 2. (a) attēlā parādīta polimērcaurules PE-80 uzvedība deformācijas laikā. Spriegums ir lineāri atkarīgs no relatīvās deformācijas, līdz tā sasniedz 1,6 %. Varētu secināt, ka relatīvās deformācijas vērtību apgabalā 0–1,6 % PE-80 paraugs uzvedas kā elastīgs materiāls, tomēr, sekojot līdzī elektronu emisijas izmaiņām, redzams, ka paraugam													

elastīgajā apgabalā pie relatīvās deformācijas 0,8 % ir straujš kritums (attēlā atzīmēts ar melnu raustītu vertikālu līniju). Šis kritums ir izskaidrojams ar polimēra cauruļu strukturālām izmaiņām, kas maina elektronu emisijas intensitāti. 2. (b) attēlā ir parādītas emisijas izmaiņas, slogojot stiklašķiedras un epoksīda sveķu kompozītmateriāla paraugu. Šim paraugam emisija strauji pieaug pie relatīvās deformācijas 1,8 %, kas nozīmē, ka parauga virsmā ir notikušās strukturālās izmaiņas.



(b)



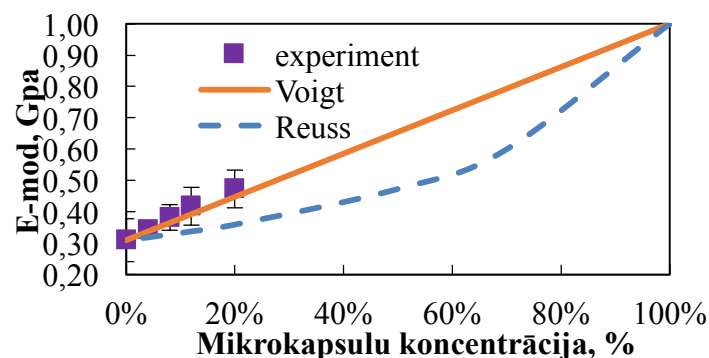
2. attēls. Sprieguma atkarība no relatīvās deformācijas (zilā krāsā) un elektronu emisijas atkarība no relatīvās deformācijas (sarkanā krāsā): (a) PE-80 polimēra caurules paraugs; (b) stiklašķiedras un epoksīda sveķu kompozītmateriāla paraugs.

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

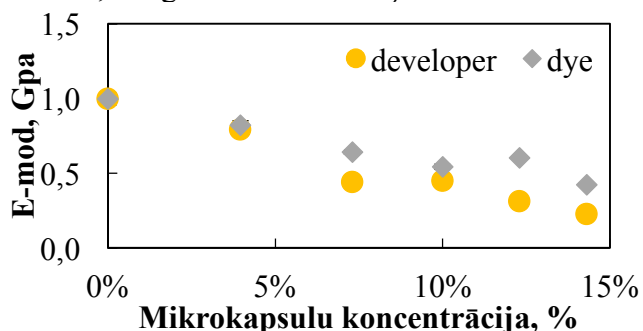
Izstrādāta metode.

Atskaites periodā tika sasniegti sekojošie rezultāti:

Tika izgatavoti 2 veidu parauga materiāli, kas satur mikrokapsulas ar krāsvielu un attīstītāju: 1) mikrokapsulas matricā no PVA līmes; 2) mikrokapsulas matricā no epoksīda sveķiem. Abiem paraugu veidiem bija izgatavoti paraugu sērijas ar dažādām mikrokapsulu koncentrācijām. Visi paraugi notestēti stiepē.



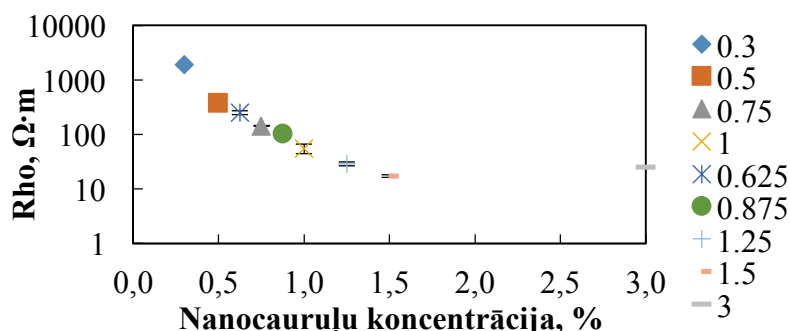
3. attēls. Mikrokapsulu efektīvais elastības modulis: eksperimentālie dati – tiešā veidā, Voigt un Reuss modeļi - netiešā veidā.



4. attēls. Paraugu (epoksīdsveķu matrica) elastības modulis atkarībā no mikrokapsulu koncentrācijas.

Ir izgatavots elektropasīvs, vienvirzienā stiegrots kompozīts uz nanomodificētas epoksīdsveķu saistvielas bāzes. Eksperimentāli noteikta materiāla vadāmības anizotropija: longitudinālā un transversālā vadāmība atšķiras aptuveni 10 reizes.

Palielinot nanocauruļu koncentrāciju epoksīdsveķu saistvielā Araldite LY 1564 + Aradur 3486 līdz 1.5%, izmainījās materiāla elektrovadāmība (no izolatora līdz vadītājam), un samazinājās īpatnējā pretestība aptuveni 100 reizes (līdz 20 $\Omega \cdot m$).



5.attēls. Epoksīdsveķu saistvielas Araldite LY 1564 + Aradur 3486 elektrovadāmība atkarībā no nanocauruļu koncentrācijas.

Uzsākts literatūras apskats par mikrokapsulu testēšanas metodēm. Izanalizēti zinātniskie raksti par mikrokapsulu testēšanu ar mikro manipulēšanas metodi un AFM (atomspēka mikroskopija).

Tika izstrādāta pētījumu metode polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas izstrādei, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu (novevums)

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)

Projekta plānotie mērķi un uzdevumi tika sasniegti pilnā mērā, ir sasniegta tehnoloģiskā un metodoloģiskā gatavība 3. posma pētījumiem.

Sasniegto rezultātu zinātniskā un praktiskā nozīmība:

- Sasniegtie rezultāti pierāda, ka, prognozējot materiālu sabrukšanu, ir svarīgi ņemt vērā mikro un nanomēroga izmaiņas materiālu struktūrā, kas notiek jau elastīgās deformācijas apgabalā.
- Šobrīd ūdens apgādes sistēmas plaši tiek izmantotas polimērcaurules, bet pastāv diezgan maz informācijas par to, kā organiskās vielas, kas izdalās no polimērcauruļu sienām ietekmē cilvēku veselību. Līdz ar to projektā iegūtie rezultāti pievērš uzmanību šai problēmai.

Sasniegtie 2. posma rezultāti veicinās materiālu virsmas agrīnas sabrukšanas diagnostikas metožu izstrādi projekta 3. posmā un ļaus turpināt projektu atbilstoši sākotnējam pieteikumam.

3. posma uzdevumi:

1. Polimēru kompozītu materiālu agrīnas sabrukšanas diagnostikas metožu izstrāde: agrīnas sabrukšanas diagnostikas metode, izmantojot *in situ* elektronu emisijas spektroskopiju; agrīnas sabrukšanas diagnostikas metode, novērtējot ūdens mikroorganismu ietekmi.
 - Tiks izstrādāta polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas metode, izmantojot *in situ* elektronu emisijas spektroskopiju (Nodevums).
2. Polimēru kompozītu materiālu agrīnas sabrukšanas diagnostikas metožu izstrāde: agrīnas sabrukšanas vizuālās atpazīšanas diagnostikas metode, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu.
 - Tiks izstrādāta polimēru kompozītu materiālu virsmu agrīnas sabrukšanas diagnostikas metode, izmantojot ar sabrukšanu inducēto nokrāsošanu (Nodevums).

Turpmākā darba virzieni:

1. Tiks izpētīts, ka ūdens mikroorganismi ietekmē polimērcauruļu mehāniskās īpašības. Ūdenim tiks pievienoti tipiskie ūdenī esošie mikroorganismi un *E.coli* baktērijas, un, izmantojot fotoelektronu emisijas mērījumus mehāniskās slogošanas laikā, tiks salīdzinātas caurules, kuru iekšējās sienas tika pakļautas ūdens mikroorganismu iedarbībai, ar jaunām, iepriekš nelietotām, caurulēm.
2. Izmantojot fotoelektronu emisijas mērījumus mehāniskās slogošanas laikā, tiks pārbaudīts, kā kompozītmateriālu mehāniskās īpašības ietekmē mikro un nanodaļiņu pievienošana. Tiks izmantotas SiO₂ mikro un nanodaļiņas.
3. Projekta 2. posmā iegūtie dati par mikrokapsulu mehāniskām īpašībām tiks izmantoti teorētiskā modeļa izveidei, lai modelētu polimēra matricas ar ieslēgtām mikrokapsulām mehānisko uzvedību.

2.6. Projekta Nr. 5 rezultatīvie rādītāji

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

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti
------------------------	-----------

	plānots	sasniegts						
	2014.– 2017. g.			gads				
		2014	2015	t. sk. iepriek šējā periodā uzsākts	2016.	2017.	2018.*	2019.*
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātnisko publikāciju skaits:	5	0	0	0				
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP>1) skaits	2	0	0	0				
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits <i>ERIH</i> (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	3	0	0	0				
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0	0	0				
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:	3	0	5	5				
promocijas darbu skaits	1	0	0	0				
maģistra darbu skaits	2	0	2	2				
bakalauru darbu skaits	0	0	3	3				
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:	10	0	9	9				
konferences	3	0	4	4				
semināri	3	0	1	1				
rīkoti semināri	3	0	4	4				
populārzinātniskas publikācijas	1	0	0	0				
izstādes, demonstrācijas	0	0	0	0				
2. Internēta mājas lapu populārie ziņojumi	3	0	1	1				
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:	0	0	0	0				
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	0	0	0	0				
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				
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātības	0	0	0	0				
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:	1	0	0	0				
Latvijas teritorijā	1	0	0	0				
ārpus Latvijas	0	0	0	0				
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	2	0	0	0				
4. Ieviešanai nodoto jauno	0	0	0	0				

tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)								
5. Programmas ietvaros izstrādāto jauno rekomendāciju skaits (komplekts)	2	0	0	0				
6. Ieviešanai nodoto jauno rekomendāciju skaits (komplekts)	0	0	0	0				

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 5. vadītājs
(paraksts¹)

/Jurijs Dehtjars/

(vārds,
(datums¹))

uzvārds)

Zinātniskās institūcijas vadītājs
(paraksts¹)

(vārds,
(datums¹))

uzvārds)

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

