

2. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS PROJEKTIEM

2.1. Projekts Nr. 4

nosaukums	„Zemes dziļņu resursu izpēte - jauni produkti un tehnoloģijas” (Zeme) [30.06. 2015- 31.12.2015]
projekta vadītājs:	
vārds, uzvārds,	Valdis Segliņš
zinātniskais grāds	Dr. geol.
zinātniskā institūcija	Latvijas Universitāte
amats	Vadošais pētnieks
kontakti	<i>Tālrunis</i> 29265952 <i>E-pasts</i> Valdis.Seglins@lu.lv

2.2. Projekta Nr. 4 mērķi

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

Veikt Latvijas zemes dziļņu resursu (galvenokārt mālu, dolomītu, kūdras un sapropeļa) pētījumus, uzsākt pētījumu eksperimentālo un analītisko daļu

2.3. Projekta Nr. 4 uzdevumi

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

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Veikt Latvijas zemes dziļņu resursu (galvenokārt mālus, dolomītus, kūdras un sapropeļa) pētījumus un novērtējot resursu daudzveidību un izmantošanas iespējas	Pētīts plašs spektrs Latvijas zemes dziļēs pieejamos derīgos izrakteņus, galvenokārt izceļot dolomīta un kūdras pētījumus. Pētīti arī smilts, māli un to veidoto iegulu izvietojuma likumsakarības, kā arī pārstrādei nozīmīgāko īpašību sadalījuma likumsakarības iegulās. Izceļami sasniegumu ģeofizikālo pētījumu metodiku attīstība, kas šobrīd ir nodotas uzņēmumiem to aprobācijai.
2. Mālu īpašību izpēte izmantošanai saules aizsargkrēmos, emulsiju stabilizēšanai, biodegradablu kompozītmateriālu un jauna granulveida sorbenta iegūšanai	Veikti pētījumi par izsmidzināšanas iekārtas parametru ietekmi uz mālu mikrosfēru izmēru, morfoloģiju un īpatnējo virsmu, izmantojot atšķirīga mineraloģiskā sastāva un koncentrācijas Latvijas mālu suspensijas. Pētīta UV starojuma caurlaidība laboratorijā iegūtiem krēmiem, kas satur dabīgas izcelsmes komponentes un Latvijas brūno mālu, kā arī mālu pievienošanas ietekme uz emulsiju eļļa-ūdenī stabilitāti. Veikti pētījumi par

	<p>dažādu komponentu un mālu daudzuma ietekmi uz biodegradabla kompozītmateriāla masas konsistenci. Mālu saturošajiem granulveida sorbentiem (dobas sfēras) noteiktas ūdens un organisku savienojumu sorbcijas īpašības. Veikti priekšpētījumi poraina mālu saturoša sorbenta iegūšanai un sorbcijas īpašību noteikšanai.</p>
<p>3. Zemitemperatūras keramikas materiālu izstrāde, pielietojot Latvijas minerālās izejvielas</p>	<p>Realizēti vairāki secīgi pētniecības uzdevumi: - mālu -dolomītu poru keramikas mehānisko īpašību pārbaude; - nanolīmeņa pulveru sagatavošana dažādu substrātu virsmas īpašību modificēšanai, - Prometeja mālu sagatavošana "Sakret" pelnu iestrādei zemitemperatūras keramikas izstrādei.</p>
<p>4. Iegūt augsti porainu mālu un oksīdu keramiku un analizēt šādas keramikas sorbcijas īpašības.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sintezēta augsti poraina mālu keramika ar papildus poras veidojošu piedevu – glicerīnu, kas ir biodegvielas ražošanas atkritumprodukts un biodegvielas ražošanas procesā paliek pāri lielā daudzumā; 2. Sintezēta augsti poraina oksīdu keramika uz filosilikāta (talka) bāzes; 3. Kupravas mālu granulas apstarotas ar paātrinātajiem elektroniem; 4. Sorbcijas procesu analīzes rezultātā konstatēts, ka mālu keramikas granulām piemīt selektīva sorbcijas spēja, ko nosaka galvenokārt materiāla iegūšanai izmantotie māli un to termiskā apstrāde. <p>Par iegūtiem rezultātiem ziņots konferencēs, tie apkopoti publikācijās un promocijas darbā.</p>
<p>5. Kūdras īpašību izpēte, mālu modifikācijas risinājumi, sorbcijas izpēte</p>	<p>Pētīts organiskas izcelsmes zemes dzīļu resursu (kūdra, dziednieciskās dūņas) sastāvs, īpašības un modifikācijas iespējas, lai izstrādātu jaunus substrātus izmantošanai tautsaimniecībā (mežsaimniecība, lauksaimniecībā, dārzkopībā, citur), ģeosorbentus (organiskas, neorganiskas izcelsmes, hibrīdmateriālus), līmvielas, videi draudzīgus būvmateriālus.</p> <p>Projekta rezultāti sekmēt jaunu, inovatīvu Latvijas zemes dzīļu organiskas izcelsmes izmantošanas iespēju attīstību, izstrādāt jaunus to izmantošanas risinājumus, sekmējot vides rekultivācijas (ezeru tīrīšana un piesārņotas vides attīrīšana) uzdevumus.</p>

<p>6. Iekapsulēti mikroorganismu konsorciji augsnes bioremediācijai un flotējoši biopreparāti naftas produktu biodegradācijai ūdenī</p>	<p>Atklāts, ka eļļas klātbūtne labvēlīgi ietekmēja granulu flotēšanu un iegūtās granulas ir piemērotas baktēriju imobilizācijai. Izpētīts, ka testēto augu dīgtspēja bija būtiski augstāka variantos ar bioogli, neatkarīgi no ogles veida un augsnes īpašībām. Eksperimentos ar kukurūzu ir pierādīta testēto biopreparātu stimulējošā ietekme uz augu augšanu.</p>
---	--

2.4. Projekta Nr. 4 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)

4.1. Zemes dziļu un resursu pētījumi. Pētīts plašs spektrs Latvijas zemes dzīlēs pieejamos derīgos izrakteņus, galvenokārt izceļot dolomīta un kūdras pētījumus. Pētīti arī smilts, māli un to veidoto iegulu izvietojuma likumsakarības, kā arī pārstrādei nozīmīgāko īpašību sadalījuma likumsakarības iegulās.

Detalizēti pētīti dolomīta resursi, to pieejamība un īpašības, kas rezultējušies plašā pārskata A. Stinkules un Ģ. Stinkuļa monogrāfijā un šī apzināšanas joma līdz ar to būtu slēdzama un turpmāk uzmanība pievēršama tikai atsevišķu dolomīta paveidu apzināšanai, kuru tehnoloģiskās īpašības ir piemērotas augtas pievienotās vērtības produktu ražošanai. Savukārt dolomīta zinātniskai izpētei ļaujot paplašināt noteiktu īpašību dolomīta prognozes veltīta ir D. Pipiras disertācija.

Smilts, grants un māla nogulumu veidošanās apstākļu izzināšanai un pamata likumsakarību noskaidrošanai ir veltīts K. Lamstera promocijas darbs. Savukārt L. Zariņas promocijas darbs veltīts ir kramam - gan kā izejvielai, tā arī materiālam, no kura darināti artefakti ir interpretējami daudz plašākā kontekstā.

Izceļami sasniegumu ģeofizikālo pētījumu metodiku attīstībai, kas attiecībā uz kūdras ir detalizēti apskatīti J. Karuša promocijas darbā, bet metodiskās novitātes- uzbērumu un grunts uzbērumu pētīšanā ar radiolokācijas metodi (apskatīti izdotā monogrāfijā). Minētās metodiskās izstrādes šobrīd ir nodotas uzņēmumiem to aprobācijai.

4.2. Mālu kosmētikā izmantojamo un sorbcijas īpašību pētījumi. 1. Pētījumi liecina, ka, izmantojot izsmidzināšanas žāvētavu, var iegūt viendabīgas un blīvas mikrosfēras ar raupju virsmu. Novērots, ka lielākā ietekme uz mikrosfēru izmēru ir gaisa spiedienam izsmidzināšanas sprauslā, savukārt pārējie pētītie parametri atstāj relatīvi nelielu ietekmi. Mālu sastāvs ietekmē daļiņu virsmas raupjumu. Turpmākajos pētījumos jānovērtē žāvējamās suspensijas stabilitātes ietekme uz mikrosfēru morfoloģiju un spēja atkārtoti suspendēties pēc žāvēšanas.

2. Ar izsmidzināšanas žāvētavu iegūts mālu pulveris (frakcija zem 2 μm) brūnā krāsā, kas nodrošina labāku krēma homogenitāti nekā izmantojot piestā mehāniski saberztu pulveri, līdz ar to uz ādas nav novērojami mālu aglomerāti. Lielākais iegūtais krēmu SPF (saules aizsardzības faktors) ir 1,35 (mālu daudzums 15%), līdz ar to projekta 3. posmā tiks turpināts izstrādāt mālu saturošus krēmus ar lielākām SPF vērtībām.

3. Latvijas illītu saturošo mālu (frakcijas zem 2 μm) pievienošana emulsijai eļļa-ūdenī (iegūst Pikerīnga emulsiju) uzlabo tās stabilitāti. Palielinoties Pikerīnga emulsiju

viskozitātei attiecīgi uzlabojās to stabilitāte. Visstabilākās emulsijas izveidojās pievienojot mālus ar lielāko mālu minerālu koncentrāciju, kā arī palielinot pievienotās mālu frakcijas daudzumu līdz 10 masas%. Lielāka stabilitāte bija emulsijām ar pH 5,5 nekā ar pH 7-8. Projekta 3. posmā tiks pētīta stabilitāte emulsijām ar mazāku eļļas daudzumu un kuras pagatavotas lielākā temperatūrā.

4. Izveidotas vairākas suspensijas biodegradablu kompozītmateriālu iegūšanai izmantojot 1-20 masas% Latvijas mālu. Pievienojot vairāk kā 10 masas% mālu ievērojami palielinās kompozītmateriāla viskozitāte. Eksperimentāli noskaidrots mālu koncentrāciju diapazons (< 7 masas%), pie kura veidojas nepieciešamās konsistences slānis. Homogēna slāņa veidošanos ietekmē kompozītmateriālu veidojošo sastāvdaļu hidrofobās īpašības - tikai daļa izveidoto kompozītmateriālu sastāvu, kuriem pievienotas mālu daļiņas, veido homogēnu pārklājuma slāni. 3.posmā tiks turpināta biodegradablu pārklājumu slāņa iegūšana un veikta to fizikālo īpašību izpēte atkarība no pievienoto mālu daudzuma.

5. Dobo sfēru granulas, kas apdedzinātas 1000°C, uzrādīja vislielākās organisku savienojumu adsorbcijas spējas, piemēram, dīzeļdegvielas un benzīna adsorbcija ir attiecīgi 0,30±0,002 un 0,29±0,007 g/g. Šīs granulas vismazāk adsorbēja organiskos šķīdinātājus toluolu un heksānu - aptuveni 0,24 g/g. Vismazākā adsorbcijas spēja bija granulām, kuras apdedzinātas pie 1100°C. Šo granulu adsorbcijas spēja nepārsniedza 0,2 g/g (toluola adsorbcijas). Maksimālā materiālu adsorbcijas spēja praktiski tiek sasniegta pirmajās piecās izturēšanas minūtēs. 3. posmā tiks turpināti pētījumi par ar kombinēto metodi iegūta poraina mālu saturoša sorbenta iegūšanu un organisku savienojumu sorbcijas īpašību noteikšanu.

4.3. Jaunu keramikas tehnoloģiju un produktu izstrāde. Galvenie zinātniskie un praktiskie secinājumi, kas vērsti uz enerģiju taupošu keramikas materiālu izstrādi, ir sekojoši:

a) porainas kordierīta keramikas, kas sintezēta no MgCO₃ -Bāles smiltis kompozīcijām ar 30-35% illīta mālu un Al(OH)₃ piedevu elastības moduļa izmaiņas paraugu temperatūras trieciena 800-1000°C/20°C ietekmē. Ir noteikts, ka pieaugot temperatūras trieciena diferencei, kā arī temperatūras ciklu skaitam poru keramikas elastības modulis no 95-75 GPa samazinās caurmērā par 25-40GPa vienībām, kas ir pieļaujamās robežās, lai šo poru materiālu pielietotu kā augsttemperatūras filtru (piem., atejošo dūmgāzu attīrīšanai), pakļaujot to relatīvi krasām temperatūras izmaiņām) porainas kordierīta keramikas, kas sintezēta no MgCO₃ -Bāles smiltis kompozīcijām ar 30-35% illīta mālu un Al(OH)₃ piedevu elastības moduļa izmaiņas paraugu temperatūras trieciena 800-1000°C/20°C ietekmē. Ir noteikts, ka pieaugot temperatūras trieciena diferencei, kā arī temperatūras ciklu skaitam poru keramikas elastības modulis no 95-75 GPa samazinās caurmērā par 25-40GPa vienībām, kas ir pieļaujamās robežās, lai šo poru materiālu pielietotu kā augsttemperatūras filtru (piem., atejošo dūmgāzu attīrīšanai), pakļaujot to relatīvi krasām temperatūras izmaiņām;

turpināti darbi pie nanolīmeņa augsttemperatūras pulverveida dažādu krāsu toņu materiāliem, kas iegūti no illītu -Al(OH)₃ saķepinātām 1000-1100 °C kompozīcijām, pielietošanai temperatūras izturīgu krāsu izstrādei;

- turpināti darbi pie zemtemperatūras ar sārnu aktivētu materiālu izstrādi -sagatavoti Prometeja (karbonātus saturoši māli) un Lažas atradnes māli (mazkarbonātu māli) salīdzinošiem pētījumiem par ķīmiskās apstrādes ietekmi uz to spēju pazeminātās temperatūrās (100 -150°C) veidot cietējošus saistmateriālus;

-sagatavoti karbonātus saturoši māli (Ugāles/Usmas, Prometeja atradnes) ražošanas atlikumu - A/S Sakret ražotnes pelnu iestrādei mālu maisījumos iespējamai keramikas materiāla ar palielinātu porainību izstrādei. Veikta pelnu fāžu pārvērtību izpēte, pielietojot diferenciālo termisko analīzi un sagatavotas izejas kompozīcijas.

4.4. Augsti poraina keramika ar aktivētu virsmu. Galvenie zinātniskie un praktiskie secinājumi tiks sagatavoti turpmākajos pētījumu posmos, bet šajā posmā atzīmējami:

Galvenie zinātniskie un praktiskie secinājumi:

1. Iegūtajiem materiāliem piemīt selektīva sorbcijas spēja attiecībā uz dažiem neorganiskām un organiskām ūdeni piesārņojošām vielām. Sorbcijas spējas lielums ir atkarīgs no vairākiem faktoriem: a) māla izejvielu ķīmiskā un mineraloģiskā sastāva; b) apdedzināšanas temperatūras un apstākļiem; c) no keramikas virsmas papildus apstrādes, t.i., nanodispersa pārklājuma vai apstarošanas ar paātrinātajiem elektroniem.
2. Materiālu īpašību uzlabošanai iespējams izmantot atsevišķas organiskas izcelsmes izejvielas. Svarīga loma ir materiālu porainībai.
3. Atkarībā no izmantojamā māla ķīmiskā sastāva un apdedzināšanas temperatūras, arī pats materiāls var ietekmēt attīrāmās vides pH, kas savukārt ietekmē sorbcijas procesus.

Veiktie pētījumi visai noteikti iezīmē turpmākos darba virzienus: (1) Izmantot papildus jaunas poras veidojošās piedevas; (2) Izmantot tādus nanodispersus pārklājumus, kur nanodaļiņas tiek iegūtas termiskās apstrādes procesā, kas varētu nodrošināt attiecīgu iegūto materiālu izmantošanu.

Darba izpildes laikā radušās problēmas: ļoti neoperatīva un mākslīgi apgrūtināta iepirkuma procedūra nepieciešamo ķīmikāliju un iekārtu nelielu rezerves daļu iegādei, kas aizkavē paredzēto pasākumu izpildi.

4.5. Kūdras, sapropēja, mālu īpašību un modifikācijas iespēju pētījumi. Māli ir plaši izplatīts, videi draudzīgs un lēts materiāls, tādejādi pēdējos gados ir augusi interese par modificētiem mālu produktiem ar uzlabotām īpašībām. Modifikācijas rezultātā tiek būtiski mainītas mālu minerālu īpašības, kā, piemēram, virsmas laukums, porainība, termālā stabilitāte, sorbcijas kapacitāte un citas. Jauniegūtās īpašības nodrošina mālu izmantošanu dažādās vides tehnoloģiju nozarēs - sorbentu notekūdeņu attīrīšanā, augsnes ielabotāju un inovatīvu videi draudzīgu materiālu izstrādē. Pētījuma mērķis ir, izmantojot sintezētus un dabiskus Latvijā sastopamus mālus, izstrādāt efektīvu modifikācijas metodi inovatīvu materiālu ieguvei un perspektīvai to izmantošanai vides tehnoloģijās. Pētījumā tika testētas vairākas mālu modifikācijas metodes gan izmantojot organiskas, gan neorganiskas vielas. No organiskām vielām tika izmantotas virsmas aktīvās vielas (piemēram, benziltrimetilamonija hlorīds (BTMAC)) un silīcijorganiskie savienojumi (piemēram, 3-aminopropiltrimetoksilāns (APTES)), kas ķīmisko reakciju rezultātā mālu minerāla starpplakņu telpā attiecīgi esošos neorganiskos katjonus aizvieto ar alkilamonija katjoniem un ar kovalento saišu palīdzību piesaista dažādas funkcionālās grupas, kā amino grupu (NH_2), būtiski palielinot starpslāņu telpu un sorbcijas kapacitāti. Savukārt no neorganiskām vielām tika izvēlēti dzelzs oksihidroksīds (FeOOH) un hidroksilapatīts ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), kuri būtiski izmaina māla struktūru, pārklājot virsmu attiecīgi ar dzelzs oksīda slānīti un hidroksilapatīta kristāliem. Modifikācijā galvenokārt tika izmantots rūpnieciski ražots mālu minerāla produkts Montmorillonite K 10 (Sigma-Aldrich), un dabiskie triasa perioda smektīta māli (Saltišķu atradne, Lietuva), kas sastopami arī dienvidrietumu Latvijā.

Iegūtie paraugi tika raksturoti izmantojot infrasarkanu Furjē spektroskopiju (FTIS), skenējošo elektronmikroskopiju (SEM), tāpat tika noteikts īpatnējās virsmas laukums pēc Brunauera-Emmeta-Tellera (BET) metodes. Mineraloģiskais sastāvs un starpplakņu attālumu izmaiņas tika noteiktas ar rentgenstaru difraktometrijas metodi (XRD). Katjonu apmaiņas kapacitāte (CEC) noteikta ar metilēnzilā sorbcijas metodi. Papildus paraugiem, kas tika modificēti ar FeOOH , tika noteikts dzelzs saturs un sākti As(V) sorbcijas kinētikas pētījumu eksperimenti. Iegūtie rezultāti apstiprina veiksmīgu

māla paraugu modifikāciju ar organiskām un neorganiskām vielām. Kā uzskatāmu piemēru var minēt triasa perioda smektīta māla modifikāciju ar hidroksilapatītu, kur modifikācijas rezultātā uz māla virsmas veidojas hidroksilapatīta kristāli.

Tālākie pētījumi sniegs detalizētāku informāciju par modificēto mālu materiālu īpašībām, to sorbcijas spējām un potenciālām izmantošanas iespējām vides tehnoloģijās. Pēc literatūras analīzes var secināt, ka modificēti māli ar silīcijorganiskajiem savienojumiem, dzelzs oksohidroksīdu un hidroksilapatītu var tikt izmantoti kā sorbenti smago metālu un metaloīdu sorbcijā, bet māli, kas apstrādāti ar virsmas aktīvām vielām efektīvi sorbē organiskos piesārņotājus, kā, piemēram, toluolu.

Mālu modifikācijas pētījumi var būtiski papildināt zināšanas par māliežu un māla minerālu vēl nepilnīgi apzināto potenciālu un iezīmēt tālāko pētījumu virzienus koloidālo materiālu izmantošanai vides tehnoloģijās ar augstu pievienoto vērtību.

4.6. Iekapsulēti mikroorganismu konsorciji augsnes bioremediācijai un flotējoši biopreparāti naftas produktu biodegradācijai ūdenī

Pētījumā izstrādāti divi atsevišķi pētniecības virzieni, kas rezultējušies tautsaimniecisku risinājumu izstrādei nākamajā - 3. pētniecības posmā. Šajā posmā attiecībā uz *Flotējoši biopreparāti naftas produktu biodegradācijai ūdenī* keramikas granulas tika veidotas no Kvartāra māliem pie 1200 °C temperatūras, ar blīvumu 0.95 g cm⁻³. Granulu flotēšana tika pārbaudīta sintētiskajos notekūdeņos bez piedevām, kā arī notekūdeņiem pievienojot eļļu un naftas produktus degradējošo baktēriju konsorciju. Eļļas klātbūtne labvēlīgi ietekmēja granulu flotēšanu, acīmredzot, eļļas sorbcijas rezultātā. Granulas ir piemērotas baktēriju imobilizācijai

Pētījumu kopā *Imobilizēti mikrobioloģisko mēslošanas līdzekļu aktīvie komponenti* tika izstrādātas divas atsevišķas tēmas:

1. Pētīta baktēriju *Streptomyces griseoviridis* un *Azotobacter* sp. imobilizēšana uz kūdras un uz māla granulām un imobilizēto baktēriju dzīvotspējas pārbaude uzglabājot 20 °C, 4 °C un -18 °C. Salīdzinājumam tika pētīta arī baktēriju dzīvotspēja suspensijā bez substrāta. Gan *S. griseoviridis*, gan *Azotobacter* sp. dzīvotspēja vislabāk saglabājās 4 °C temperatūrā, ja kā imobilizācijas materiāls tika izmantota kūdra. Ja imobilizācijai tika izmantotas māla granulas, baktēriju dzīvotspēja vislabāk saglabājās -18 °C.

2. Pētījja bioogles un *Trichoderma* spp. mijiedarbību atkarībā no ogles īpašībām un daļiņu izmēra. Testēja micelijsēņu *Trichoderma viride* ietekmi uz

- rudzu augšanu 3% koksnes bioogles klātbūtnē (smilšaina augsne, eksperiments podos);
- uz kukurūzas augšanu 3% kviešu salmu bioogles klātbūtnē (mālsmilts augsnes, minilauka eksperiments).

Salīdzināja sēklu dīgtspēju, augu augšanas dinamiku, biomasas ķīmisko sastāvu, augsnes mikroorganismu aktivitāti.

Testēto augu dīgtspēja bija būtiski augstāka variantos ar bioogli, neatkarīgi no ogles veida un augsnes īpašībām. Eksperimentos ar kukurūzu ir pierādīta testēto biopreparātu stimulējošā ietekme uz augu augšanu, salīdzinot ar kontroli, šādā secībā:

[*Trichoderma viride*]>[*Trichoderma viride*+ salmu bioogle]>[Salmu bioogle].

2.6. Projekta Nr. 4 rezultatīvie rādītāji

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

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti							
	plānots	sasniegts						
	2014.–2017. g.	2014. g.		gads				
		kopā	t. sk. iepriekšējā periodā uzsākts	2015.	2016.	2017.	2018.*	2019.*
Zinātniskie rezultātīvie rādītāji								
1. Zinātnisko publikāciju skaits:								
oriģinālo zinātnisko rakstu (<i>SCOPUS</i>) (SNIP > 1) skaits	22	4		7				
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits <i>ERIH</i> (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	0	0		2				
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits citās datu bāzēs (<i>EBSCO</i> , <i>VINITI</i> , <i>Chemical Abstracts</i> et al):	36	3		13				
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	4	5		4				
Jaunu metodiku izstrāde	0	1						
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:								
promocijas darbu skaits	7	3		5				
maģistra darbu	19							

skaits								
3. Citi rādītāji un indikatori								
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji								
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:								
Organizētās konferences	36	1						
Semināri ("Zinātnieku nakts")	13	1						
rīkoti semināri	2	0						
populārzinātniskas publikācijas	15	2		1				
izstādes	1	0						
Radio pārraides un intervijas	0	2						
2. Līdzdalība starptautiskās zinātniskās konferencēs -publicēto tēžu skaits	0	5		10				
Tas pats vietējās zinātniskās konferencēs	0	11		2				
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:								
1.1. privātā sektora līdzfinansējums 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)								
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātības	1							
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:								
Latvijas teritorijā	8	1						
ārpus Latvijas								
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	12			1				
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	2							

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. _____
vadītājs

(paraksts¹)

(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.

Rezultatīvo rādītāju izpilde - Zinātniskie rezultatīvie rādītāji

Zinātniskās publikācijas

Oriģinālo zinātnisko rakstu (*SCOPUS*) (SNIP > 1)

1. J.Burlakovs, F.Kaczala, K. Orupold, A.Bhatnagar, Z.Vincevica-Gaile, V.Rudovica, M.Kriipsalu, M.Hogland, M.Stapkevica, W.Hogland, M.Klavins (2015) Field-portable X-ray fluorescence spectrometry as rapid measurement tool for landfill mining operations: comparison of field data vs. Laboratory analysis. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, DOI: 10.1080/03067319.2015.1036865 IF 1.295
Pieejams elektroniski:
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03067319.2015.1036865>
2. M.Klavins, J.Burlakovs, R.Ozola, O.Muter (2015), Composite clay sorbents for immobilisation of biomolecules and cells. *Journal of Biotechnology*, 208, S56
Pieejams elektroniski: [http://findresearcher.sdu.dk/portal/en/publications/the-role-of-governance-in-realising-the-transition-towards-sustainable-societies\(0c4e2eab-b116-4a16-b0e1-60b4ae482d3d\).html](http://findresearcher.sdu.dk/portal/en/publications/the-role-of-governance-in-realising-the-transition-towards-sustainable-societies(0c4e2eab-b116-4a16-b0e1-60b4ae482d3d).html)
3. W.L.Filho, J.Platje, W.Gerstberger, R.Ciegis, J.Kaaria, M.Klavins, L.Kliucininkas (2015) The role of governance in realising the transition towards sustainable societies. *Journal of Cleaner Production*, DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.11.060
Pieejams elektroniski:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615017254> IF 4.167
4. L.Klavins, L.Klavina, A.Huna, M.Klavins (2015) Polyphenols, carbohydrates and lipids in berries of *Vaccinium* species. *Environmental and Experimental Biology*, 13, 147-158
Pieejams elektroniski: http://eeb.lu.lv/EEB/current/EEB_13_Klavins.pdf
5. I.Sperberga, M.Rundans, A.Cimmers, L.Krage, I.Sidraba. Mechanical properties of materials obtained via alkaline activation of illite-based clays of Latvia. 2015, IOP Conf.Series: *Journal of Physics*, 602. <http://dx.doi.:10.1088/1742-6596/602/1/012007> (SCOPUS)
Pieejams elektroniski:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884215010603>
6. I.Zake-Tiluga, V.Svinka, R.Svinka, L.Grāse. Thermal shock resistance of porous Al₂O₃-mullite ceramics. *Ceramics International*, 2015, vol. 41, pp. 11504–11509. ISSN 0272-8842. Pieejams: doi:10.1016/j.ceramint.2015.05.116 (SCOPUS)
7. I.Zake-Tiluga, V.Svinka, R.Svinka, B.Ziehrat, P.Greil, T.Fey. Thermal Conductivity and Microstructure Characterisation in Lightweight Alumina and Alumina-Mullite Ceramics. *J.Eur.Ceram.Soc.* 2016, vol.36, iss.6, p.1469-1477 (SCOPUS).
Pieejams elektroniski:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955221915302855>

Origināli zinātniskie raksti ERIH (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos

1. I.Dušenkova, I.Kusiņa, J.Mālers, L.Bērziņa-Cimdiņa. Application of Latvian illite clays in cosmetic products with sun protection ability. *Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources."*, 2015, Vol.I, 28-32.

Pieejams internetā: <http://journals.ru.lv/index.php/ETR/article/view/203/607>

2. A.Stunda-Zujeva, V.Stepanova, L.Bērziņa-Cimdiņa. Effect of spray dryer settings on the morphology of illite clay granules. *Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources."*, 2015, Vol. I, 216–222.

Pieejams internetā: <http://journals.ru.lv/index.php/ETR/article/view/200/642>

Originālie zinātniskie raksti citās datu bāzēs (SCOPUS) (SNIP<1) (EBSCO, VINITI, Chemical Abstracts)

1. Diāna Dūdare, Māris Kļaviņš (2015) Chemical Element Accumulation in Peat and Its Humic Substances. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, pp. 53-57.

Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21544>

2. J. Burlakovs, R. Ozola, J. Kostjukovs, I. Kļaviņš, O. Purmalis, M. Kļaviņš (2015) Properties of the Jurassic Clayey Deposits of Southwestern Latvia and Northern Lithuania. *Material Science and Applied Chemistry*, 32, 5-12

Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/20935>

3. Muter O., Limane B., Strikauska S., Klavins M. 2015. Effect of humic-rich peat extract on plant growth and microbial activity in contaminated soil. *Scientific Journal of RTU: Materials Sciences and Applied Chemistry*, 32: 68-74. doi: 10.1515/msac-2015-0012

Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21546>

4. 2.Muter O., Bērziņš A., Selga T., Švinka V. Floating ceramics vs floating oils: search for appropriate conditions. Submitted (*Scientific Journal of RTU: Materials Sciences and Applied Chemistry*). February, 2016.

Iesniegts elektroniski

5. Dokukins E., Muter O. Comparison of paraffin and diesel as cultivation medium supplements for preparing a hydrocarbon-degrading bacterial biomass. Submitted (*Scientific Journal of RTU: Materials Sciences and Applied Chemistry*). February, 2016. Iesniegts elektroniski.

6. Žvagiņa S., Petriņa Z., Nikolajeva V., Lielpētere A. Immobilization and survival of root nodule bacterium *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*. *Material Science and Applied Chemistry*, 2015, 32, 75-79. doi:10.1515/msac-2015-0013

Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21549>

7. M.Rundans, I.Sperberga. Porous cordierite ceramics from natural clays. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, 33-38.. <http://dx.doi:10.1515/msac-2015-0006> (EBSCO, ProQuest, VINITI, Chemical Abstracts)
Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21540>
8. G.Sedmale, M.Randers, L.Grāse, J.Kostjukovs. Use of differential treatment of illite to modify their structure and properties. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, 19-22. <http://dx.doi:10.1515/msac-2015-0003> (EBSCO, ProQuest, VINITI, Chemical Abstracts)
Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21484>
9. G.Sedmale, I.Raubiska, A.Krumina, A.Hmelov. Effect of illite clay additive on sintering, phase composition and properties of mullite-ZrO₂ ceramics. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, 27-32. <http://dx.doi:10.1515/msac-2015-0004> (EBSCO, ProQuest, VINITI, Chemical Abstracts)
Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21485>
10. I.Sperberga, P.Spēla, M.Rundans, A.Cimmers. Chemically and thermally activated illite clay from Latvia. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, 27-32. <http://dx.doi:10.1515/msac-2015-0005> (EBSCO, ProQuest, VINITI, Chemical Abstracts)
Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21486>
11. Ruta Švinka, Visvaldis Švinka, Inga Pudže, Mārīte Damberga 2015 Clay Ceramic Pellets for Water Treatment. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, 39-44.
Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21541>
12. Olita Medne, Rita Seržāne, Līga Bērziņa-Cimdiņa 2015 Composition of Alternative Daily Cover Materials with a Perspective of Use of Latvian Local Resources. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, 45-48.
Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21542>
13. Daiga Pipira, Juris Kostjukovs, Ģirts Stinkulis 2015 Mineral Composition and Morphology of Dolocretes of the Devonian Burtņieki and Amata Formations, Latvia. RTU zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2015, 32, 13-18.
Pieejams elektroniski: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/21483>

Originālas recenzētas zinātniskas monogrāfijas

1. Karušs, J. Ģeoradara izmantošana ceļu seguma un ceļu uzbēruma izpētē. Rīga : LU, 2015. 41 lpp.

Iesniegts IZM grāmatas formātā.

2. Stinkule, A., Stinkulis, Ģ. Latvijas devona dolomīti. Daugavpils Universitātes izdevniecība "Saule", 2015, 80 lpp.

Iesniegts IZM grāmatas formātā.

3. Karušs, J. Ģeoradara izmantošana purvu nogulumu pētījumos. Latvijas Universitāte, LU Akadēmiskais Apgāds, 2015, 136 p.

Iesniegts IZM grāmatas formātā.

4. Lamsters K. Zemgales ledus loba subglacialās reljefa formas un to uzbūve. Latvijas Universitāte, LU Akadēmiskais Apgāds, 2015, 157 p.

Iesniegts IZM grāmatas formātā.

Izstrādātas jaunas metodes un metodikas

Programmas ietvaros aizstāvētie promocijas darbi

1. Karušs Jānis Radiolokācijas metodes izmantošana purvu nogulumu pētījumos, aizstāvēts 2015. gadā

Pieejams

internetā:

http://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/zinas/Disertacija_Janis_ka_russ.pdf

2. Lamsters Kristaps Fenoskandijas ledus vairoga Zemgales loba subglaciālā reljefa sistēmas un dinamika, aizstāvēts 2015. gadā.

Pieejams

internetā:

http://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/zinas/Prom-kops_Lamsters_Kristaps__final.pdf

3. Pipira Daiga Subaerālās atsegšanās notikumu pazīmes un veidojumi devona slāņkopā , aizstāvēts 2015. gadā

Pieejams internetā:

http://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/zinas/Pipira_PROMOCIJAS_DARBS_13.08.2015_gala.pdf

4. Zariņa Līga Krama rīki kā liecības par prasmju un zināšanu attīstību paleolītā, aizstāvēts 2015. gadā

Pieejams

internetā:

http://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/31330/298-51430-Zarina_Liga_lz12007.pdf?sequence=1

5. L.Zaķe-Tiļuga. Mullītu veidojošu piedevu ietekme uz porainas alumīnija oksīdā keramikas īpašībām. Aizstāvēts 2015. gadā

Pieejams

internetā:

http://www.rtu.lv/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,13210/ievas-zakes-tilugas-promocijas-darba-kopsavilkums.pdf

Diploma kopija iesniegta IZM elektroniskā un papīra kopijas formātā

Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji

Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie- konferences

Starptautiskās zinātniskās konferencēs nolasītie referāti/publicētās tēzes

1. Muter O., Nikolajeva V., Klavins M. Optimization of microbial biopreparations for soil quality improvement: Testing new formulations. Journal of Biotechnology, Volume 208, Supplement, 20 August 2015, Pages S55–S56, European Biotechnology Congress 2015, Bucharest (WEB of KNOWLEDGE) (poster, abstract)

Pieejams

elektroniski:

https://www.researchgate.net/publication/282633872_Optimization_of_microbial_biopreparations_for_soil_quality_improvement_Testing_new_formulations

Iesniegts elektroniskā formātā

2. Klavins M., Burlakovs J., Ozola R., Muter O. Composite clay sorbents for immobilisation of biomolecules and cells. Journal of Biotechnology, Volume 208, Supplement, 20 August 2015, Pages S56. European Biotechnology Congress 2015, Bucharest (WEB of KNOWLEDGE) (poster, abstract)

Pieejams elektroniski: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/composite-clay-sorbents-for-immobilisation-of-biomolecules-and-cells-rHXv06NfJ3>

Iesniegts elektroniskā formātā

3. Muter O. Complex natural amendments enhance cellulolytic activity of bacterial consortium. VI Int. Conf. Industrial and Applied Microbiology – BioMicroWorld 2015, Barcelona, Spain, October 28-30, 2015, p.493.

Pieejams elektroniski: <http://www.biomicroworld2015.org/> (poster, abstract)

Iesniegts elektroniskā formātā

4. Vestaudza D., Stelmahere S., Grantina-Ievina L., Kasparinskis R., Selga T., Strikauska S., Steinberga V., Steiner C., Muter O. Interactions of *Trichoderma* spp. in soils with biochars differed by feedstock and particle size: case studies with rye and corn. ECO-BIO 2016, March 6-9, Rotterdam, the Netherlands. (poster, abstract, abstract acceptance notification)

Iesniegts elektroniskā formātā

5. M. Rundāns, I. Šperberga. Kordierīta keramika cikliska termiskā šoka apstrādē. RTU 56. starptaut. zinātniskā konference, 14-16 Oct. 2015, p. 43. ISBN 978-9934-10-733-7

http://www.rtu.lv/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,13080/rtu-56-zk-programma.pdf

6. I. Zake-Tiluga, R. Svinka, V. Svinka, L. Grase. Thermal Shock Resistance of Porous Al₂O₃ – Mullite Ceramic, 56th International Scientific Conference of the Riga Technical University, Riga, 14-16 October 2015, pp.41.

http://www.rtu.lv/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,13080/rtu-56-zk-programma.pdf

7. A. Stunda-Zujeva, V. Stepanova, L. Bērziņa-Cimdiņa. Izsmidzināšanas žāvētavas parametru ietekme uz māla granulu virsmas laukumu. *Rīgas Tehniskās universitātes 56. Starptautiskā zinātniskā konference, 2015*, 16. oktobris, Rīga, Latvija, 29.

http://www.rtu.lv/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,13080/rtu-56-zk-programma.pdf

Pievienots elektroniski

8. D.Dudare, M.Klavins (2015) Influencing factors of chemical element accumulation in peat and peat humic substances. In: Abstracts of 9th International scientific conference „The vital nature sign”, Kaunas, Lithuania, 97

Pieejams elektroniski: <http://gmf.vdu.lt/en/component/phocadownload/category/6-the-vital-nature-sign.html>

9. Ozola, R., Burlakovs, J., Klavins, M. 2015. Recovery Potential of Metals and Rare Earth's Elements from Landfills. 25th Goldschmidt Geochemistry Conference. Goldschmidt Abstracts. Prague, Czech Republic, 2373.

Pieejams elektroniski: <http://goldschmidt.info/2015/uploads/abstracts/origPDFs/4367.pdf>

10. Burlakovs, J., Vincevica-Gaile, Z., Stankevica, K., Ozola, R. 2015. Clay Minerals and Modified Species for Removal of Anionic and Cationic Pollutants. 25th Goldschmidt Geochemistry Conference. Goldschmidt Abstracts. Prague, Czech Republic, 4

Pieejams elektroniski: <http://goldschmidt.info/2015/uploads/abstracts/origPDFs/2104.pdf>

Starptautiskās zinātniskās konferencēs nolasītie referāti (bez tēzēm)

1. I.Dušenkova, I.Kusiņa, J.Mālers, L.Bērziņa-Cimdiņa. Application of Latvian illite clays in cosmetic products with sun protection ability. *The 10th International Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources."*, 2015, 18.-20. jūnijs, Rēzekne, Latvija.

Pievienots sertifikāts un prezentācija

2. A. Stunda-Zujeva, V. Stepanova, L.Bērziņa-Cimdiņa. Effect of spray dryer settings on the morphology of illite clay granules. *The 10th International Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources."*, 2015, 18.-20. jūnijs, Rēzekne, Latvija.

Pievienots sertifikāts un prezentācija

Populārzinātniskas publikācijas

1. V. Segliņš Latvijas zemes dziļļu resursi pārtop jaunos produktos. Ilustrēta Zinātne, 2015, nr. 120. Pieejams: <http://www.ilustretazinatne.lv/content/ilustreta-zinatne-novembris-2015>

Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji

3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos

Ģeoradara izmantošana ceļu seguma un ceļu uzbēruma izpētē - aprobēts SIA Baltijas Zemes Resursi, turpinās aprobācija vēl divos uzņēmumos, balstoties uz publicēto metodisko daļu izdevumā - Karušs, J. Ģeoradara izmantošana ceļu seguma un ceļu uzbēruma izpētē. Rīga : LU, 2015. 41 lpp.