

**ATSKAITE**  
**par VPP programmas Nr. VPP-5**  
**projekta Nr.1 „Jaunu tehnoloģiju izstrādāšana**  
**inovatīvu produktu radīšanai no Latvijas zemes**  
**dzīļu resursiem (ZEMES DZĪLES)”**

1.etapa (29.05.2010. - 31.12.2010.) izpildi

Atskaite par VPP programmas Nr. VPP-5 projekta Nr.1 „Jaunu tehnoloģiju izstrādāšana inovatīvu produktu radīšanai no Latvijas zemes dzīļu resursiem (Zemes dzīles)” 1.etapa (29.05.2010. - 31.12.2010.) izpildi sagatavota 2010. gada novembra beigās un atspoguļo projekta izstrādi uz šo brīdi. Pētījumi turpinās visos apakšprojektos arī decembrī, tiek iegūti jauni rezultāti, kā arī turpinās darbs pie to apkopošanas un analīzes. Jaunākā informācija par projektu un tā rezultātiem ir pieejama mājas lapā [www.lu.lv/VPP/](http://www.lu.lv/VPP/) kuras saturs tiek atjaunots katru nedēļu.

## Satura rādītājs

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>IEVADS .....</b>                                                                                                                                                                                                                                             | <b>4</b>  |
| <b>1.1. APAKŠPROJEKTS „LATVIJAS MĀLU PIEMĒROTĪBAS NOVĒRTĒŠANA JAUNU<br/>PRODUKTU UN TO RAŽOŠANAS TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDEI” (ATBILD. IZPILD. V.<br/>SEGLIŅŠ). .....</b>                                                                                             | <b>6</b>  |
| <b>1.2. APAKŠPROJEKTS „AUGSTI DISPERSU SISTĒMU IEGUVES TEHNOLOĢIJA UN IZPĒTE<br/>UZ LATVIJAS MĀLU PAMATNES INOVATĪVAM PIELIETOJUMAM SORBCIJAS PROCESOS,<br/>VIDES TEHNOLOĢIJĀS, MEDICĪNĀ UN KOSMETOLOĢIJĀ” (ATBILD. IZPILD. L. BĒRZIŅA<br/>– CIMDIŅA) .....</b> | <b>9</b>  |
| <b>1.3. APAKŠPROJEKTS „JAUNI KERAMIKAS MATERIĀLI UN TEHNOLOĢIJAS” (ATBILD.<br/>IZPILD. G. SEDMALE) .....</b>                                                                                                                                                    | <b>12</b> |
| <b>1.4. APAKŠPROJEKTS „ĒNERGOTAUPĪGAS AUGSTI PORAINA KERAMZĪTA IEGŪŠANAS<br/>TEHNOLOĢIJAS NO LATVIJAS MĀLIEM” (ATBILD. IZPILD. V. ŠVINKA).....</b>                                                                                                              | <b>16</b> |
| <b>1.5. APAKŠPROJEKTS „KŪDRAS ĪPAŠĪBU UN MODIFIKĀCIJAS IESPĒJU IZPĒTE JAUNU<br/>IZMANTOŠANAS RISINĀJUMU IZSTRĀDEI” (ATBILD. IZPILD. M.KĻAVIŅŠ). .....</b>                                                                                                       | <b>19</b> |
| <b>1.6. APAKŠPROJEKTS „UZ KERAMZĪTA BĀZES IZVEIDOTI JAUNI BIOTEHNOLOĢIJAS<br/>PRODUKTI UN TEHNOLOĢIJAS” (ATBILD. IZPILD. O. MUTERE). .....</b>                                                                                                                  | <b>26</b> |
| <b>KOPSAVILKUMS PAR PROJEKTA IZPILDES REZULTĀTIEM 1. ETAPĀ .....</b>                                                                                                                                                                                            | <b>30</b> |

## Ievads

Valsts pētījumu programmas Nr. 2010.10-4/VPP-5 „Vietējo resursu (zemes dzīļu, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana - jauni produkti un tehnoloģijas (NatRes)” 1. projekta „Zemes dzīļu resursi” realizācija tika uzsākta 2010. gada 29. maijā. Sekojošais atskaites ziņojums aptver pārskatu par paveikto līdz 2020. gada beigām.

Kopējais Valsts pētījumu programmas **mērķis** ir noteikts kā sekojošs: Pētīt un izstrādāt jaunus produktus un to ražošanas tehnoloģijas, izmantojot Latvijas zemes dzīļu resursus, meža nozares resursus, vietējo augu un dzīvnieku izejvielas, un izstrādāt priekšlikumus transporta ilgtermiņa attīstībai. Minētā mērķa sasniegšanai programma apvieno vadošās pētniecības un izglītības institūcijas Latvijas zemes dzīļu, meža, pārtikas un transporta izpētes jomās.

Programmas 1. projekts “Zemes dzīļu resursi” ir mērķorientēta vairāku pētnieku grupu sadarbība, kas ļauj risināt sadarbība **sešus** savstarpēji saistītus, sinerģiskus pētniecības virzienus ar augstu un tiešu izmantošanas potenciālu tautsaimniecībā.

Projekta mērķa sasniegšanai tika noteikti vairāki **uzdevumi**:

- novērtēt Latvijas mālu piemērotību jaunu produktu un to ražošanas tehnoloģiju izstrādei;
- augsti dispersu sistēmu ieguves tehnoloģija un izpēte uz Latvijas mālu pamatnes inovatīvam pielietojumam sorbcijas procesos, vides tehnoloģijās, medicīnā un kosmetoloģijā;
- izstrādāt jaunas tehnoloģijas un pielāgot inovatīvu keramikas produktu ieguvei;
- izstrādāt Latvijas minerālo izejvielu maisījumu keramzīta ieguvei pēc jaunas – energoekonomējošas termošoka tehnoloģijas ar palielinātu porainību, sorbcijas spēju, biotehnoloģisko aktivitāti un inovatīvām izmantošanas iespējām;
- izveidot Latvijas tautsaimniecības attīstībai nozīmīgu dabas resursu – kūdras un sapropeļa izpētes un analīzes kapacitāti, attīstot inovatīvus to izmantošanas risinājumus;

izstrādāt inovatīvus, funkcionālus keramzītu un mikroorganismus saturošus vides biotehnoloģijas produktus.

Iepriekšēji minēto uzdevumu izpildei projekta paredzēja un tā pirmajā etapā (2010. gadā no 29. maija) tika uzsākta sekojošu **aktivitāšu realizācija**:

- apzināt mālu iegulu veidošanās un saguluma apstākļus, novērtēt to selektīvas ieguves iespējas; izpētīt Latvijas mālu minerālu sastāvu, novērtēt noteikta sastāva mālu atrašanas iespējas un izmaksas; pilnveidot un attīstīt netiešās zemes dzīļu pētījumu metodes noteiktas kvalitātes izejvielu atklāšanai;
- novērtēt un iegūt dabisko mālu augstas kvalitātes separācijas produktus (precīzas frakcijas iegūšana); modificētu augsti dispersu sistēmu ieguve un izpēte;

- izstrādāt jaunas tehnoloģijas un pielāgot inovatīvu keramikas produktu ieguvei, novērtēt jaunus produktus un tehnoloģijas, ieviest tehnoloģiskās shēmas (vai tās būtiskus elementus) ražošanā (testa režīmā);
- jauna inovatīva produkta - šūnu keramikas ieguve laboratorijas apstākļos no devona perioda izejvielām ar aleirītu saturu 30% un 40 %;
- novērtēt paātrināta termiskās apstrādes procesa (temperatūra, laiks) ietekmi uz šūnu keramikas īpašībām – tilpummasu, sorbcijas un filtrācijas īpašībām, koksnes un augu valsts pārstrādes blakus produktu ietekme uz šūnu keramikas struktūru un uz mālvielām balstītu augsti dispersu sistēmu materiālu īpatnējās virsmas palielināšanu, kā arī fosilo organisko izejvielu aizstāšana ar koksnes un augu valsts pārstrādes blakus produktiem keramzīta tehnoloģijai;
- izpētīt un novērtēt keramzīta granulu sorbcijas un filtrējošās īpašības ūdens kvalitātes uzlabošanai, naftas produktu saistīšanai, piesārņojuma līmeņa samazināšanai atklātās ūdens tilpnēs;
- izpētīt kūdras īpašības un to atkarību no veidošanās apstākļiem, novērtēt īpašību ietekmi uz izmantošanas iespējām;
- izstrādāt jaunus inovatīvus kūdru saturošus materiālus un produktus (kūdras sorbentus, metālu, naftas produktu un organisko vielu sorbcijai; kūdras modifikācijas produktus, izmantojot graft kopolimerizāciju; humusvielas, to atvasinājumus, izmantošanai lauksaimniecībā);
- noskaidrot dažādu keramzīta materiālu piemērotību mikroorganismu imobilizācijai un izpētīt imobilizēto mikroorganismu dzīvotspēju un aktivitāti gaisa biofiltrācijas procesā un augsnē;

Atskaites posmā minētās aktivitātes ir veiktas ar dažādu intensitāti, koncentrējoties uz atbilstošu metodiku izvēli, testiem un eksperimentiem, pilotiekārtām, kā arī iepriekšēji iegūto datu pārbaudēm un verifikāciju. Neskatoties uz salīdzinoši īso projekta uzsākšanas pirmā etapa laika posmu projekta pētnieki ir ieguvuši atzīstamus rezultātus – to apliecina publikācijas, aizstāvētās doktora disertācijas, sagatavotie patentu pieteikumi, kā arī pētījumu rezultātu zinātniskās kvalitātes aprobācija zinātniskās konferencēs.

Sekojošā atskaites ziņojuma daļā tiek sniegti izvērsti pārskati par paveikto un plānotām pētniecības aktivitātēm 2. pētījumu posmā (2011. gadā).

Projekta vadītājs,  
Valdis Segliņš

## **1.1. apakšprojekts „Latvijas mālu piemērotības novērtēšana jaunu produktu un to ražošanas tehnoloģiju izstrādei” (atbild. izpild. V. Segliņš).**

**1.tēma. Mālu iegulu veidošanās un saguluma apstākļu apzināšana, novērtēt to selektīvas ieguves iespējas (atbild. izpild. A. Karpovičs).** Mūsdienu mālu selektīvai ieguvei, inovatīvu materiālu izveidei, teritoriju attīstības plānošanas vajadzībām, resursu precīzai plānošanai vidējoti dati nav izmantojami, tādēļ ir nepieciešams mērķtiecīgi papildināt zinātnisko izpēti par mālu iegulu veidošanās un saguluma apstākļiem, raksturīgām grunšu īpašībām. Pētījuma mērķis ir gūt priekšstatu par reālo mālu resursu izpētes kvalitāti un atbilstību mūsdienu prasībām jaunu produktu un to ražošanas tehnoloģiju izstrādei. Izvirzīti un sekmīgi realizēti uzdevumi: Latvijas mālu resursu izvērtējums; potenciālo jaunu produktu un to ražošanas tehnoloģiju izstrādei atbilstošo māla atradņu fiksācija un fiziskā stāvokļa novērtēšana; praktiskiem pētījumiem izmantojamas un publiski pieejamas datu bāzes izveidošana; Izvirzīto uzdevumu īstenošanai veikta mālu iegulu detalizēta, ģeoloģiskās kartēšanas pārskatu revīzija. Informācija par Latvijas mālu resursiem iegūta no 139 pārskatiem (42 iegulas, 89 atradnes). Apkopoti dažādas ģenēzes un vecuma Latvijas mālaino grunšu fizikālmehāniskās īpašību analīžu rezultāti (3000). Veikta 15 mālu iegulu fiksācija un fiziskā stāvokļa novērtēšana dabā, ievākti 77 mālu paraugi. Lauku darbu rezultātā noteiktas vietas tehnoloģisko paraugu ievākšanai RTU pētnieku vajadzībām. Izvērtējot lauku darbu rezultātus par atbilstošām jaunu pētījumu veikšanai atzītas 13 mālu iegulas (Skaņkalne, Tūja, Planči, Pulvernieki, Pavāri, Apriķi, Laža, Strēļi, Ceplīši, Mauri, Ugāle, Prometejs, Baikā), atbilstība vērtēta pēc vairākiem kritērijiem: segkārtas biezums, gruntsūdeņu dziļums, piekļuve, karbonātu un dzelzs savienojumu piejaukums, mālu minerālā un granulometriskā sastāva variācijas. Kritiski aplūkojot iegūtos rezultātus ir pamats uzskatīt, ka lielākā daļa ģeoloģisko pārskatu mūsdienu zinātniskiem un praktiskās ievirzes pētījumiem inovatīvu produktu izstrādei nav izmantojami, vai ir izmantojami tikai daļēji pētījuma sākumetapā, apzinot mālu iegulu vidējotas fizikālmehāniskās, ķīmiskās, granulometriskās sastāva vērtības. Līdz ar to pamatojoties uz šobrīd pieejamo ģeoloģisko informāciju šī brīža pārskatos, ir jāsecina, ka jaunu keramikas produktu, sorbentu, augsti dispersu sistēmu u.c. izstrādei ir nepieciešama pilnīgi jauna pieeja gan mālu iegulu izpētē, gan ar augstu zinātnisko precizitāti vērtējama ģeoloģiskā pētījumu metodoloģija. 2011. gādā plānots turpināt mālu iegulu inventarizāciju un saguluma apstākļu detalizēti. Par iegūtajiem rezultātiem sagatavot publikāciju ISI saraksta zinātniskajā žurnālā.

*Iegūtie rezultāti ir apkopoti 2 datu bāzēs un publiski pieejami (<http://www.lu.lv/vpp/>). Par rezultātiem ziņots RTU Zinātniskajā konferencē (2 mutiskie, 2 stenda ziņojumi). Publicēts zinātnisks raksts Karpovičs, A., Popovs, K., Segliņš, V., Irbe, Z. 2010. Dažu ģeotehnisko īpašību sadalījums pamatmorēnā. Latvijas Universitātes raksti "Zemes un vides zinātņu sērija", 752, 45–54.*

**2.tēma. Izpētīt Latvijas mālu minerālo sastāvu, novērtēt noteikta sastāva mālu atrašanās iespējas (atbild. izpild. I. Lūse, D. Pipira, M. Randers).** Iepriekšējās desmitgadēs veikto pētījumu neatbilstība mūsdienu pētījumiem ir saistāma ar tā laika

atšķirīgu tirgus pieprasījumu, tādēļ ģeoloģiskajos pārskatos aplūkots analīžu rezultātu komplekss balstās uz ierobežotām Latvijas mālu izmantošanas iespējām: ķieģeļu, drenu cauruļu, kārniņu un blīvās keramikas izstrādājumu ražošanu. Darba mērķis ir izpētīt selektīvi iegūto paraugu minerālo sastāvu un izdarīt secinājumus par mālu minerālā sastāva variācijām, attīstīt mālu ģeoloģisko pētījumu metodiku. Mērķa realizācijai izvirzīti un sekmīgi izpildīti vairāki uzdevumi: veikt 2 mālu iegulu sedimentācijas un sagulumu apstākļu izpēti; veikt mālu paraugu mineraloģisko analīzi. Kvalitatīvi noteikts paraugu minerālais sastāvs 77 paraugiem, pēc iegūtajiem rezultātiem ir iespējams spriests, ka līdz šim ģeoloģiskajos pārskatos minētais paraugu minerālais sastāvs nav attiecināms uz kopējo minerālu fāžu attiecību paraugā, kā arī to kvantitatīvo attiecību. Ģeoloģiskajos pārskatos minētais minerālais sastāvs ir attiecināms uz mālu frakciju. Šajā pētījuma posmā ir iegūti nozīmīgi pētnieciskie rezultāti, kas norāda, ka Latvijas mālu minerālā un kvantitatīvā daudzveidība ir daudzas reizes lielāka nekā uzskatīts līdz šim. Ir noskaidrots, ka mālu minerālā sastāva mainība galvenokārt novērojama griezumā, kas varbūt izšķirošais faktors produktu izveidē ar augstu pievienoto vērtību, jo izejmateriālu ieguvē var tik izmantoti atsevišķi pat ļoti plāni nogulumu slāņi. Tādēļ, lai noskaidrotu mālu saguluma apstākļus, realizēta divu augšdevona iegulu (Kuprava, Liepa) detālizpēte, kas ļauj saskatīt jaunus risinājumus šo mālu izmantošanā. 2011. gadā plānots veikt mālu minerālā un granulometriskā sastāva analīzi mālu iegulās, veikt kvantitatīvo metožu korelāciju, attīstot ekspress metodes mālu pētniecībā, sagatavot publikāciju ISI saraksta zinātniskajā žurnālā.

*Iegūtie rezultāti ir apkopoti un publiski pieejami (<http://www.lu.lv/vpp/>). Iegūtie rezultāti ir apkopoti 2 zinātniskos rakstos (Pipira D., Stinkulis G., Devona Lodes svītas uzbūve un sastāvs, Randers M., Lūse I., Stunda A., Karpovičs A. Augšdevona Katlešu svītas mālaino nogulumu krāsu nevienādība un ģenēze Liepas mālu atradnes rietumu daļā) Latvijas Universitātes rakstos. Zemes un Vides Zinātņu sērijā (pieņemts publicēšanai). Sniegti 4 ziņojumi (1 mutiskais, 2 stenda) MECC 2011(Budapest), 1 mutiskais ziņojums, Новое в геологии и геофизике Арктики, Антарктики и Мирового океана (St. Petersburg)*

**3.tēma. Pilnveidot un attīstīt netiešās zemes dzīļu pētījumu metodes noteiktas kvalitātes izejvielu atklāšanai (atbild. izpild. G. Sičovs, J. Karušs).** Netiešo ģeoloģisko pētījumu metožu izmantošana ģeoloģiskajā izpētē pasaulē un arī Latvijā ir plaši zināma un bieži pielietota, jo ar to palīdzību ir iespējams samazinātu ģeoloģiskās izpētes izmaksas. Tomēr līdz šim nav rasts veiksmīgs risinājums šo metožu izmantošanai mālu iegulu izpētē, tādēļ tēmas mērķis ir korelēt ģeofizikālos mērījumus ar mālaino grunšu fizikāli mehāniskajām īpašībām, kas palielinātu ģeofizikālās informācijas izmantošanas iespējas mālaino grunšu pētījumos. Mērķa realizācijai noteikti vairāki secīgi realizējami uzdevumi, kas ir veiksmīgi izpildīti: izstrādāt kvalitatīvu un informatīvu lauka darbu metodiku ģeofizikālo datu iegūšanai māla iegulās; veikt nepārtrauktus signāla ieraksti visā radiolokācijas profila garumā, kā arī radiolokācijas datu ieraksti stacionārā režīmā. Ņemot vērā iegūtos rezultātus, jāsecina, ka Latvijā ražotais impulsvēda ģeoradars „Zond 12e” ir piemērots doto uzdevumu risināšanai. Pēc ģeofizikālo datu apstrādes konstatēts, ka vispiemērotākās antenu sistēmas māla iegulu ģeometriskās uzbūves precizēšanai ir ekranētas antenu sistēmas ar vidējo frekvenci 900 Mhz un 1,5 Ghz. Nozīmīgu informāciju par iegulu ģeometriju kopumā sniedz nepārtraukti ieraksti, taču apjomīgu informāciju par konkrētām robežām radiolokācijas profilos iespējams iegūt stacionārā režīmā. Izstrādāta metodika optimālam radiolokācijas profilu izvietojumam plānā, kā arī analizēta profilu novietojuma (attiecībā pret māla

iegulu ģeometrijas īpatnībām) ietekme uz māla iegulu ģeometriskās uzbūves precizēšanu. Kvalitatīvas informācijas iegūšanai par iegulu ģeometrisko uzbūvi, būtisks ir radiolokācijas profilu savstarpējais novietojums. 2011. gadā plānots korelēt ģeofizikālos mērījumus ar mālaino grunšu fizikāli mehāniskajām īpašībām. Izstrādāt optimālu datu apstrādes metodiku kvalitatīvu rezultātu iegūšanai, sagatavot publikāciju ISI saraksta zinātniskajā žurnālā.

*Iegūtie rezultāti ir apkopoti un publiski pieejami (<http://www.lu.lv/vpp/>). Sagatavots raksts Karušs J., Pētījumi ar ģeoradaru Taurenes apkārtnes smilšu iegulās, Latvijas Universitātes rakstos. Zemes un Vides Zinātņu sērijā (pieņemts publicēšanai).*

| Darba izpildes rezultāti                                                                                                                                                                                               | Rezultatīvie indikatori                                                                                                                            | Skaits                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Zinātniskie RI</b>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    |                                                 |
| VPP tēmu izstrādei piesaistīti doktoranti, kuri izstrādājuši promocijas darbus.                                                                                                                                        | Aizstāvētie promocijas darbi                                                                                                                       | 2 darbi                                         |
| VPP pētījumos iesaistīti jaunie zinātnieki.                                                                                                                                                                            | Iesaistīto jauno zinātnieku īpatsvars pret kopējo iesaistīto zinātnieku skaitu (PLE izteiksmē)                                                     | 2 personas                                      |
| Pētījumi veikti zinātniski augstā līmenī, pieņemti publicēšanai starptautiski prestižos izdevumos ar augstu citējamības faktoru (IF).                                                                                  | Publicētās citētās publikācijas (kopā un uz 1 zinātnieku (PLE izteiksmē))                                                                          | 4<br>(nav starptautiskas)                       |
| Pētījumos iegūtās zināšanas apkopotas monogrāfijās                                                                                                                                                                     | Sagatavotās un izdotās monogrāfijas                                                                                                                | -                                               |
| Pētnieki aktīvi darbojas ES programmās un aktivitātēs (7 IP, COST, EUREKA)                                                                                                                                             | Iesaiste ES programmās un vairāku valstu kopdarbos (publikācijās, patentos utt.)                                                                   | 2<br>7.IP projekti                              |
| Pētījumu rezultāti tiek publiskoti vietējās un starptautiskās zinātniskās konferencēs, semināros, populārzinātniskās publikācijās. VPP uzdevumu izpilde tiek atspoguļota masu saziņas līdzekļos, internetā mājas lapā. | Apakšprojekta rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi (konferences, semināri, populārzinātniskas publikācijas, izstādes u.tml)             | 8                                               |
| <b>Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji</b>                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                    |                                                 |
| Pētījumu rezultātā iegūti un raksturoti jauni, konkurētspējīgi produkti.                                                                                                                                               | Izstrādāto <b>konkurētspējīgo produktu</b> skaits                                                                                                  |                                                 |
| Par pētījumu rezultātiem informēti ražotāji, lai ar viņu finansiālu līdzdalību veicinātu zināšanu pārnesi uz produktu vai tehnoloģiju ieviešanu ražošanā.                                                              | Piesaistītā <b>privātā finansējuma</b> īpatsvars pret piešķirtā valsts budžeta finansējuma apjomu (absolūtais un relatīvais uz 1 zinātnieku (PLE)) | Informācijas apmaiņa ar AS Lode un AS Olainfarm |
| Iegūtie oriģinālie rezultāti tiek aizsargāti ar Latvijas un starptautiskiem patentiem.                                                                                                                                 | Pieteikto un reģistrēto <b>patentu</b> absolūtais un relatīvais skaits uz 1 zinātnieku (PLE)                                                       | -                                               |
| Izpētot procesu likumsakarības, izstrādātas tehnoloģijas, tās apspriestas ar ieinteresētajiem ražotājiem apspriestas, aprobētas uzņēmumos.                                                                             | Izstrādātas <b>un uzņēmumos aprobētas</b> tehnoloģijas, metodes, pilotiekārtas vai pakalpojumi                                                     | -                                               |



## **1.2. apakšprojekts „Augsti dispersu sistēmu ieguves tehnoloģija un izpēte uz Latvijas mālu pamatnes inovatīvam pielietojumam sorbcijas procesos, vides tehnoloģijās, medicīnā un kosmetoloģijā” (atbild. izpild. L. Bērziņa – Cimdīņa)**

### **Kopsavilkums.**

Mūsdienās pieaugot tehnoloģiskajām pētīšanas iespējām paveras iespējas izstrādāt jaunus produktus no sen pazīstamām izejvielām. Augsti dispersas sistēmas ir viens no aktuāliem produktiem ar visdažādāko pielietojumu, kas saistīts ar nanodaļiņu strukturālām īpatnībām. Māli, kā dabīga nanofrakciju saturoša izejviela ir īpaši perspektīvs izejmateriāls. Tomēr šī brīža dati par Latvijas mālu iegulām ietver galvenokārt klasifikāciju būvmateriālu ražošanai, bet dati nav pietiekami augsti dispersu sistēmu izstrādei ar inovatīvu pielietojumu sorbcijas procesos, vides tehnoloģijās, medicīnā un kosmetoloģijā – trūkst kvalitatīvu un kvantitatīvu datu par paraugu sastāvu, t.sk. granulometrisko sadalījumu un mineraloģisko un ķīmisko sastāvu. Šādu datu iegūšana ir pamats turpmākai inovatīvu pielietojumu apzināšanai un izstrādei. Iepriekšējie pētījumi liecina, ka māli kā sorbenti var tikt veiksmīgi izmantoti rūpniecisko notekūdeņu attīrīšanā, tomēr pagaidām tas ietver atsevišķus epizodiskus pētījumus, tāpēc pētījumus nepieciešams sistematizēt un turpināt. Attīstoties pieprasījumam ir nepieciešams veikt arī mālu piemērotības novērtēšanu medicīnas un kosmētikas mērķiem. 2010.gadā pētījumam ievākti māli paraugi no 12 atradnēm aptverot gan devona, gan pamatiežu mālu atradnes.

*Lai veicinātu jaunās paaudzes ieinteresētību, 5 jaunie bakalauranti un 1 maģistrants ir izstrādājuši zinātniskos darbus, kas saistīti ar jaunākās literatūras akopojumu un analīzi par minētajām tēmām. 2011. gadā tiks veikti sistemātiski pētījumi ar virkni Latvijas mālu izejvielu frakcijām ar atšķirīgu priekšsagatavošanu. Par rezultātiem 2011. gadā paredzēts piedalīties ar vismaz 10 referātiem vietējās un starptautiskās konferencēs, iesniegt publicēšanai vismaz 2 zinātniskos rakstus.*

*Informācija par rezultātiem tiek izvietota arī publiski pieejamā vietnē <http://www.lu.lv/vpp/>, LTV7 ir demonstrēts sižets 2010.gada 10. oktobra raidījumā Darbs, Izglītība, Karjera.*

### **1. Augsti dispersu sistēmu ieguves tehnoloģijas izstrāde**

2010.gadā ir veiktas iestrādes augsti dispersu sistēmu ieguves metodikas aprobēšanai uz vairākiem kvartāra un devona mālu paraugiem, kas tiks turpinātas 2011.gadā. 2010. gadā ir sākta promocijas darba izstrāde par tēmu „Sīkdispersu nanolīmeņa pulverveida materiālu iegūšana un to īpašību pētījumi” (paredzamais aizstāvēšanas laiks 2013/2014.gads). Tās ietvaros tiek pētīta mālu suspensiju sagatavošanas tehnoloģijas un atbilstošās suspensijas īpašības. Kā novitāte atzīmējama izsmidzināšanas žāvētavas tehnoloģijas pielietošana, kas ļauj iegūt sīkdispersus pulverus ar homogēnu daļiņu izmēru sadalījumu, lielu materiāla virsmas laukumu un sfērisku daļiņu morfoloģiju. Darbs ietver dažādu augsti dispersu suspensiju pagatavošanas metodikas un izsmidzināšanas žāvētavā iegūstamā produkta (granulu) izpēti. Iegūtais produkts tiks izmantots 3.darba uzdevuma īstenošanai.

2010.gadā ir aizstāvēts maģistra darbs par tēmu „Sīkdispersa hidroksilapatīta iegūšanas tehnoloģijas izstrāde”

## 2. Fāžu sastāva un dispersijas pētījumi

Fāžu sastāva un dispersijas pētījumi ir pamats mālu izmantošanas jomu apzināšanai, kā arī frakcionēšanas pētījuma sistematiskai plānošanai un izstrādei. Ir uzsākts sistematisks darbs pie fāžu sastāva, dispersijas un citu īpašību pētījumiem: šobrīd ir uzņemtas rentgenodifraktogrammas 77 mālaino iežu paraugiem, kuru kvalitatīvā un kvantitatīvā analīze būs pamats turpmākiem NatRes projekta 1.1 un 1.2. apakšprojektu pētījumiem. Ir veiktas 17 paraugu lāzergranulometriskā analīze, 9 atradņu mālu paraugu mitruma noteikšana u.c. īpašību pētījumi. Ir pabeigts darbs pie rentgendifraktogrammu uzņemšanas metodikas izstrādes mālaino iežu paraugiem kvalitatīvai un kvantitatīvai mineraloģiskai analīzei, turpinās darbs pie lāzergranulometrijas dažādu parametru ietekmes izvērtēšanas. 2011. gadā tiks turpinātas šīs analīzes ar dažādu frakciju un atšķirīgi priekšsagatavotiem paraugiem. 2010.gadā A.Stunda un Z.Irbe ieguva International School of Cristalization sertifikātu, iegūtās zināšanas sekmēs fāžu sastāva un struktūras pētījumu kvalitāti.

*Iegūtie rezultāti atspoguļoti sekojošās publikācijās: Z. Irbe, K. Popovs, A. Karpovičs, I. Lūse. Lāzera difrakcijas granulometrijas izmantošanas īpatnības mālu granulometriskā sastāva noteikšanā. Latvijas Universitātes 68. zinātniskā konference; Rīga, 2010, 298-299.*

*Bregman E., Lūse I., Stunda A., Karpovičs A., Randers M. Clay minerals composition: a significant tool for glacial till studies and paleo reconstruction, with a reference to the glacial history in Drente - the Netherlands, North West Germany and the Baltic // Acta Mineralogica-Petrographica Abstract Series, Ungārija, Budapešta, 21.-27. august, 2010. 633. lpp.*

## 3. Sorbcijas procesu pētījumi

Palielinoties interesei par vides saudzēšanu un rūpniecisko notekūdeņu attīrīšanu, palielinās pieprasījums pēc jauniem sorbentiem. Uz mālu bāzes ir iespējams izstrādāt videi draudzīgus, kvalitatīvus un lētus sorbentus. 2010. apkopoti un izanalizēti mūsu iepriekšējo pētījumu rezultāti par Latvijas devona (Kupravas), kvartāro (Nīcgales) un triasa (Vadakstes) atradņu dabīgo un modificēto mālu sorbcijas īpašībām. Devona un kvartārie ir ūdenī neuzbriestošie hidrovizlas tipa māli. Triasa – ūdenī uzbriestošie smekstītu tipa māli. Nīcgales atradnes mālu paraugi tika modificēti termiski dažādās temperatūrās un apstrādāti ar sālsskābi, sērskābi un skābeņskābi dažādās koncentrācijās. Virsmas raksturošanai tika mērītas oglekļa tetrahlorīda vai n-heksāna tvaiku adsorbcijas - desorbcijas izoterms. Īpatnējās virsmas lielumi ir aprēķināti pēc BET metodes. Konstatēts, ka, palielinot skābes koncentrāciju īpatnējās virsmas lielums iziet cauri maksimumam. 2010. gadā turpināti eksperimenti par organiskās krāsvielu adsorbciju no ūdens šķīdumiem uz dabīgiem un modificētiem Latvijas devona un kvartāra māliem. Atrasts, ka katjonapmaiņas kapacitāte samazinās, ja paraugi apstrādāti ar sērskābi un skābeņskābi. Iegūtie rezultāti tiek praktiski izmantoti rapšu eļļas balināšanas sorbentu optimizācijai. 2011.gadā tiks turpināti pētījumi par dažādu krāsvielu un smago metālu jonu sorbciju uz dabīgiem un ķīmiski un termiski apstrādātiem augsti dispersiem mālu pulveriem. Tiks turpināti pētījumi par mālu daļiņu virsmas īpašībām.

V. Lakevičs, A. Ruplis. Latvijas mālu izmantošana netradicionālos virzienos II: māli kā katalizatori un organomālu sintēze // Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: Referātu tēzes., LU 68. Zinātniskā konference, Rīga, 27.janvāris-6. maijs, 2010. - 318.-319. lpp.

A. Ruplis, V. Lakevičs. Latvijas mālu izmantošana netradicionālos virzienos I: notekūdeņu attīrīšana, rapšu eļļas balināšana un bifunkcionālo sorbentu iegūšana // Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: Referātu tēzes., LU 68. Zinātniskā konference, Rīga, 27.janvāris-6. maijs, 2010. - 361.-363. lpp.

V.Lakevičs, J. Ločs, A.Stunda, V.Stepanova, D.Stepanovs, L.Bērziņa – Cimdiņa, J.Ozoliņš, A.Ruplis. „Jauno materiālu ar tiksotropām īpašībām izstrāde uz vietējo smektītu mālu bāzes”. (Posteris) RTU Inovāciju un jauno tehnoloģiju konference, 24.septembrī, 2010.

Tiek gatavots pārskats „Sorptions properties of Latvian clays” iesniegšanai Eiropas keramikas biedrības žurnālā.

Tiek gatavota publikācija par Latvijas mālu tiksotropām īpašībām un piedalīšanās konferencē Environment.Technology. Resources. 8th International Scientific and Practical Conference 2011.

| Darba izpildes rezultāti                                                                                                                                                                                               | Rezultatīvie indikatori                                                                                                                           | Skaits                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Zinātniskie RI</b>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   |                          |
| VPP tēmu izstrādei piesaistīti doktoranti, kuri izstrādājuši promocijas darbus.                                                                                                                                        | Aizstāvētie promocijas darbi                                                                                                                      | 2 (izstrādes stadijā)    |
| VPP pētījumos iesaistīti jaunie zinātnieki.                                                                                                                                                                            | Iesaistīto jauno zinātnieku īpatsvars pret kopējo iesaistīto zinātnieku skaitu (PLE izteiksmē)                                                    | 13 (t.sk studenti) no 18 |
| Pētījumi veikti zinātniski augstā līmenī, pieņemti publicēšanai starptautiski prestižos izdevumos ar augstu citējamības faktoru (IF).                                                                                  | Publicētās citētās publikācijas (kopā un uz 1 zinātnieku (PLE izteiksmē)                                                                          | 4 (nav citējamās)        |
| Pētījumos iegūtās zināšanas apkopotas monogrāfijās                                                                                                                                                                     | Sagatavotās un izdotās monogrāfijas                                                                                                               |                          |
| Pētnieki aktīvi darbojas ES programmās un aktivitātēs (7 IP, COST, EUREKA                                                                                                                                              | Iesaiste ES programmās un vairāku valstu kopdarbos (publikācijās, patentos utt.)                                                                  | 1                        |
| Pētījumu rezultāti tiek publiskoti vietējās un starptautiskās zinātniskās konferencēs, semināros, populārzinātniskās publikācijās. VPP uzdevumu izpilde tiek atspoguļota masu saziņas līdzekļos, internetā mājas lapā. | Apakšprojekta rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi (konferences, semināri, populārzinātniskas publikācijas, izstādes u.tml)            | 6                        |
| <b>Tautsaimnieciskie rezultātie rādītāji</b>                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                   |                          |
| Pētījumu rezultātā iegūti un raksturoti jauni, konkurētspējīgi produkti.                                                                                                                                               | Izstrādāto <b>konkurētspējīgo produktu</b> skaits                                                                                                 |                          |
| Par pētījumu rezultātiem informēti ražotāji, lai ar viņu finansiālu līdzdalību veicinātu zināšanu pārnēsi uz produktu vai tehnoloģiju ieviešanu ražošanā.                                                              | Piesaistītā <b>privātā finansējuma</b> īpatsvars pret piešķirtā valsts budžeta finansējuma apjomu (absolūtais un relatīvais uz 1 zinātnieku (PLE) |                          |
| Iegūtie oriģinālie rezultāti tiek aizsargāti ar Latvijas un starptautiskiem patentiem.                                                                                                                                 | Pieteikto un reģistrēto <b>patentu</b> absolūtais un relatīvais skaits uz 1 zinātnieku (PLE)                                                      |                          |
| Izpētot procesu likumsakarības, izstrādātas tehnoloģijas, tās apspriestas ar ieinteresētajiem ražotājiem apspriestas, aprobētas uzņēmumos.                                                                             | Izstrādātas <b>un uzņēmumos aprobētas</b> tehnoloģijas, metodes, pilotiekārtas vai pakalpojumi                                                    |                          |

### **1.3. apakšprojekts „Jauni keramikas materiāli un tehnoloģijas” (atbild. izpild. G. Sedmale)**

#### **Kopsavilkums**

Programmas 1. posms ietver trīs galvenās sadaļas: kvartāra, juras un devona ģeoloģisko periodu mālu, kā arī karbonātus saturošo izejvielu un kvarca smilšu paraugu ieguvei no to atrašanās vietām Latvijas teritorijā. Šis posms ir veikts kopā ar LU Ģeogrāfijas un zinātņu fakultātes pētniekiem. Konkrētā apakšprojekta ietvaros primāri ir veikta šo izejvielu sistematizācija, galvenokārt, atkarībā no to krājumu daudzuma un atrašanās vietas.

Turpmākie iegūto izejvielu izpētes darbi ir realizēti diferencēti atkarībā no to iespējamās pielietošanas konkrēta produkta (augsttemperatūras poraina, paaugstinātas stiprības keramikas u.c) ieguvei. Galvenais akcents ir likts uz mālu (kā plašāk izplatītās un šobrīd pielietotās minerālās izejvielas Latvijā) detalizētu izpēti. Tie ietver XRD fāzu, kā arī ķīmisko analīzi, granulometriskā sastāva, noteikšanu ar turpmāk sekojošu frakcionēšanu mālainās frakcijas izdalīšanai. Ir iegūti un izvērtēti augstāk minēto dažu izejvielu termiskās analīzes dati, kā arī ir noteiktas lielāko mālu atradņu mālu keramiskās īpašības saskaņā ar valsts standartu.

Iegūto īpašību kopa dotajā izpētes stadijā ļauj prognozēt šo Latvijas minerālo izejvielu pielietošanas iespējas dažu augsttemperatūras keramikas materiālu izstrādei, pielietojot kā papildus komponentes izejvielu sākotnējā maisījumā arī relatīvi pieejamas un lētas sintētiskās izejvielas, kā arī ražošanas atlikumus

Attiecībā uz šajā posmā paredzēto metodiku apzināšanu, galvenokārt mālu, karbonātus saturošo un kvarca smilšu detalizētai izpētei, arī daļēji mālaino izejvielu priekšapstrādei ir realizēta paraugu sagatavošana konkrētai izpētei un noteikta pielietojamā metodika; ir veikti daži iepriekšēji mēģinājumi par mālu/mālvielu ķīmisku apstrādi dažādās vidēs, lai aktivizētu (sadalītu) to primāro struktūru, līdz ar to pazeminot iegūstamā keramikas produkta saķepināšanas temperatūru.

#### **Apakšprojekta Nr.3. izstrādes 1. posma izvirzītie uzdevumi:**

- minerālo izejmateriālu apsekojums Latvijas teritorijā (kopīgi ar 1.1. apakšprojektu);
  - darba metodiku izstrāde un paraugu sagatavošana izpētei;
  - izpētes rezultātu un izejmateriāla novērtējums, augsttemperatūras keramikas blīvu un porainu keramikas produktu ieguvei no jauktiem izejvielu maisījumiem, kā arī pielietošanai hidraulisko saistvielu ieguvei un stikla/ stikla šķiedras ražošanai
- Pārskata periodā plānotās darbības un galvenie rezultāti:
- 8- 10 Latvijas mālu atradņu un karjeru ķīmiskā un fāzu analīze, rezultātu apkopojums;
  - 6 mālu atradņu termiskā analīze un izvērtējums ;
  - 8 mālu atradņu keramiskās īpašības (keramikas paraugu raksturīgie sarukumi, vaļējā porainība, šķietamais blīvums, apdedzināšanas intervāli);
  - 3 mālu atradņu granulometriskais satāvs, frakcionēšana, izdalot mālaino frakciju;
  - smilts (Skudras atradne), kaļķakmens (Kūmas atradne) un mālainā merģeļa (Džūkste) ķīmiskā un fāzu analīze.

### **Apakšprojekta Nr.3 izstrādes 1.posmā izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti:**

Rezultāti ietver sekojošu darbu izpildi:

- VPP ietvaros kopā ar apakšprojektu 1.1.apsekotas un noņemti mālu, kā arī kvarca smilšu, dolomīta un merģeļa paraugi kopumā no vairāk par 10 mālu karjeriem un atradnēm Kurzemē, Zemgalē, Vidzemē u Latgalē, kā arī ievākti kvarca smilšu (Skudras atradne, Kurzeme), kaļķakmens (Kūmas atradne) dolomīta (Kranciema un Aiviekstes atradnes) un mālainā merģeļa (Džūkste) paraugi;
- saistībā ar apakšprojekta mērķi ir veikta lielāko (no aplēstās mālu kubatūras lieluma) mālu atradņu vidējo paraugu (dziļumā >1m) ķīmiskā, diferenciāli termiskā un Rentgena fāzu analīzes Apriķu, Lažas, Ugāles (Kurzeme), Ānes (Zemgale), Tūjas (Vidzeme) un Kupravas (Latgale) mālu atradņu paraugiem. Saskaņā ar EN apstiprinātām metodikām ir noteiktas šo mālu keramiskās īpašības (raksturīgie sarukumi, šķietamais blīvums, vaļējā porainība, apdedzināšanas/saķepināšanas intervāli) atkarībā no temperatūras. Tiek veikta mālu frakcionēšana atkarībā no daļiņu sadalījuma tajos nolūkā izdalīt mālaino frakciju;
- vadoties no iegūtiem rezultātiem ir noteikti īpašību kritēriji šo mālu izmantošanai jaunu keramikas materiālu (augsttemperatūras blīvas un /vai porainas keramikas) ieguvei no izejas maisījumiem, kuros mālu saturs nepārsniegtu 50%. Šo īpašību kritērijos tiek ietverts  $\text{Al}_2\text{O}_3$  saturs mālos, kā arī attiecība  $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ . Tiek novērtēts arī  $\text{Fe}^{3+}$  saturošo minerālu klātiene un it sevišķi mālaino minerālu - illītu, smektītu, kaolinīta (kā galvenās mālu sastāvdaļas) saturs. No šī viedokļa paredzētajam mērķim perspektīvi ir Lažas, Kupravas, arī Liepas atradnes māli;
- ir novērtēta augstāk minēto mālu pielietojšanas iespējamība ražošanas atlikumu (Valmieras stikla šķiedras rūpnīca) „iekapsulēšanai” jauna keramikas produkta izstrādei;
- karbonātus saturošās minerālās izejvielas ( kaļķakmens, dolomīts un mālainais merģelis) ir novērtēti, galvenokārt, pēc ķīmiskās analīzes un termiskās analīzes rezultātiem un prognozēta to iespējamā pielietojšana ne vien poru keramikas izstrādei, bet arī zemas stiprības hidraulisko saistvielu izstrādei restaurācijas darbiem;
- kvarca smiltis ir novērtētas no ķīmiskā sastāva (galvenokārt,  $\text{SiO}_2$  un Fe- jonu piemaisījumu saturs) un granulometrijas viedokļa, lai prognozētu to pielietojamību stikla šķiedras ražošanai, aizstājot ievestās kvarca smiltis

Turpmākā darba virzieni apakšprojektam tiek saistīti ar potenciālo augstāk minēto produktu prognozi (dizainu) laboratorijas ietvaros, kas ietvertu keramikas tehnoloģijai raksturīgos etapus: izejas maisījuma optimizāciju, paraugu sagatavošanu, pielietojot dažādus formēšanas veidus, apdedzināšanu/saķepināšanu un primāro raksturīgo īpašību noteikšanu.

Savukārt saistībā ar rezultatīviem rādītājiem tiek paredzēta visa veida publicitāte (dalība iespējamās konferencēs, publikācijas, patentēšana u. c. veida materiāli.

### **Apkšprojektā 2. pētījumu posmā noteikti sekojoši uzdevumi:**

- Turpināt 1.posmā pētīto mālu, karbonātus saturošo iežu un smilts īpašību, t.sk termisko īpašību sistematizāciju, izveidojot datu kartotēku.

- Videi draudzīgu augsttemperatūras porainu un blīvu keramikas materiālu izejas kompozīciju sastāva un ieguves tehnoloģijas izstrāde, pielietojot jaukta tipa izejas kompozītmaisījumus no neorganiskiem oksīdiem, illītu māliem, dolomīta.
- Mālu ķīmiskās apstrādes (ģeopolimēru tehnoloģijas/metodes) izstrāde saistībā ar Latvijas nogulumu iežu (mālu) izmantošanu siltumu izolējošas un enerģiju taupošas „vieglās” keramikas ražošanai.

### **Pētījuma 1. etapa izpildes rezultatīvie rādītāji**

- 1.U.Sedmalis, G.Sedmale, I.Šperberga. Alumīnija silikāti un to veidošanās iežos un tehnoloģiskos izstrādājumos. RTU Zinātniskie raksti, 2010. – sērija 1, 22, 83-87.
- 2.I.Rozenstrauha, E.Lodins, L.Krage, V.Filipenkov, E.Chatzitheidoridis, I.Putna, M.Balode. Functional Properties of Glass-Ceramics for Building Applications. Proc. of the 2nd Internat. Conference „Advanced Constructions”, ISSN 2029-1213, Kaunas University of Technology, 2010, 141-147.
- 3.Г.П.Седмале, А.В.Хмелев, И.Э.Шперберга. Влияние дисперсности керамических порошков на свойства муллито –  $ZrO_2$  керамики. Огнеупоры и техническая керамика, Москва, 2010, 10.lpp.(iesniegts)
- 4.G.Sedmale, I.Sperberga, A. Hmelov, I.Steins. Contribution of Various Preparing Methods of Starting Powders and Sintering to the Development of Mullite- $ZrO_2$  Ceramics. Materials Science and Engineering, 2010, 6.lpp. (iesniegts)
- 5.I.Sperberga, G.Sedmale, G.Stinkulis, D.Ulme, K.Zeila. Comparative Study of the Illite Clay and Illite-Based Geopolymer Products. Materials Science and Engineering, 2010, 6.lpp. (iesniegts)
- 6.I.Šperberga, G.Sedmale, D.Ulme. Latvijas triasa mālu izmantošanas iespējas. RTU Zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2010, (sagatavots iesniegšanai)
- 7.I.Šperberga, G.Sedmale, M.Rundāns. Dažu Latvijas dolomītu ietekme uz kordierīta keramikas īpašībām. RTU Zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 2010, (sagatavots iesniegšanai)
- 8.U.Sedmalis. Uzsākta materiālu izstrāde Latvijas tautsaimniecībai no vietējām minerālām izejvielām. Zinātnes vēstnesis, Nr12 (408) 2010.gada 25. oktobris
- 9.Patenta pieteikums. G.Sedmale, A.Hmeļovs, I.Šperberga. Termiski un mehāniski izturīga keramika.

### **Dalība konferencēs:**

- 1.G.Sedmale, I.Sperberga, A. Hmelov, I.Steins. Contribution of Various Preparing Methods of Starting Powders and Sintering to the Development of Mullite- $ZrO_2$  Ceramics. 3rd International Congress on Ceramics, 14-19 November, 2010, Osaka, Japan, Abstracts in CD-ROM, 1 p.
- 2.G.Sedmale, I.Sperberga, G.Stinkulis, K.Zeila. Comparative Study of the Illite Clay and Illite-Based Geopolymer Products. 3rd International Congress on Ceramics, 14-19 November, 2010, Osaka, Japan, Abstracts in CD-ROM, 1 p.
- 3.I.Rozenstrauha, L.Krāģe, E.Lodiņš, V.Filipenkovs, E.Chatzitheidoridis, I.Putna, M.Balode. Būvkeramikai atbilstošas stiklkeramikas funkcionālās īpašības. RTU 51.Starptautiska zinātniska konference, 2010.gada 15.oktobris, Rīga.
- 4.M.Rundāns, I.Šperberga, G.Sedmale. Dažu Latvijas dolomītu ietekme uz kordierīta keramikas veidošanos un īpašībām. RTU 51.Starptautiska zinātniska konference, 2010.gada 15.oktobris, Rīga.
- 5.I.Rozenstrauha, E.Lodins, L.Krage, V.Filipenkov, E.Chatzitheidoridis, I.Putna, M.Balode. Functional Properties of Glass-Ceramics for Building Applications. 2nd Internat. Conference „Advanced Constructions”, 11-12 November, 2010, Kaunas, Lithuania.

| Darba izpildes rezultāti                                                                                                                                                                                               | Rezultatīvie indikatori                                                                                                                                             | Skaits                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Zinātniskie RI</b>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                     |                                                           |
| VPP tēmu izstrādei piesaistīti doktoranti, kuri izstrādājuši promocijas darbus.                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     | 1-zinātniskā grāda pretendents                            |
| VPP pētījumos iesaistīti jaunie zinātnieki.                                                                                                                                                                            | Iesaistīto jauno zinātnieku īpatsvars pret kopējo iesaistīto zinātnieku skaitu (PLE izteiksmē)                                                                      | Ir piesaistīti 2 bak. un 2 maģ. studenti                  |
| Pētījumi veikti zinātniski augstā līmenī, pieņemti publicēšanai starptautiski prestižos izdevumos ar augstu citējamības faktoru (IF).                                                                                  | Publicētās citētās publikācijas (kopā un uz 1 zinātnieku (PLE izteiksmē)                                                                                            | Publicētie darbi- sk. augstāk                             |
| Pētījumos iegūtās zināšanas apkopotas monogrāfijās                                                                                                                                                                     | Sagatavotās un izdotās monogrāfijas ir saistībā ar silikātu un keramikas tehnoloģiju. Saistībā ar 1.posma pētījumiem pagaidām ir par maz materiālu, lai to izdarītu | 1 (180.lpp) izdota, 1 (225 lpp)iesniegta RTU izdevniecībā |
| Pētnieki aktīvi darbojas ES programmās un aktivitātēs (7 IP, COST, EUREKA                                                                                                                                              | Iesaiste ES programmās un vairāku valstu kopdarbos (publikācijās, patentos utt.)                                                                                    | ERAF - 2 pētnieki                                         |
| Pētījumu rezultāti tiek publiskoti vietējās un starptautiskās zinātniskās konferencēs, semināros, populārzinātniskās publikācijās. VPP uzdevumu izpilde tiek atspoguļota masu saziņas līdzekļos, internetā mājas lapā. | Apakšprojekta rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi (konferences, semināri, populārzinātniskas publikācijas, izstādes u.tml)                              | 2 starpt konferences, sk. sarakstā augstāk                |
| <b>Tautsaimnieciskie rezultātie rādītāji</b>                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                     |                                                           |
| Pētījumu rezultātā iegūti un raksturoti jauni, konkurētspējīgi produkti.                                                                                                                                               | Izstrādāto <b>konkurētspējīgo produktu</b> skaits                                                                                                                   |                                                           |
| Par pētījumu rezultātiem informēti ražotāji, lai ar viņu finansiālu līdzdalību veicinātu zināšanu pārnesi uz produktu vai tehnoloģiju ieviešanu ražošanā.                                                              | Piesaistītā <b>privātā finansējuma</b> īpatsvars pret piešķirtā valsts budžeta finansējuma apjomu (absolūtais un relatīvais uz 1 zinātnieku (PLE)                   | Informācija un kontakti ar AS Lode                        |
| Iegūtie oriģinālie rezultāti tiek aizsargāti ar Latvijas un starptautiskiem patentiem.                                                                                                                                 | Pieteikto un reģistrēto <b>patentu</b> absolūtais un relatīvais skaits uz 1 zinātnieku (PLE)                                                                        | 1 pieteikums                                              |
| Izpētot procesu likumsakarības, izstrādātas tehnoloģijas, tās apspriestas ar ieinteresētajiem ražotājiem apspriestas, aprobētas uzņēmumos.                                                                             | Izstrādātas <b>un uzņēmumos aprobētas</b> tehnoloģijas, metodes, pilotiekārtas vai pakalpojumi                                                                      | Tehnoloģijas ir paredzēts izstrādāt nākamās VPP posmos    |

#### **1.4. apakšprojekts „Energotaupīgas augsti poraina keramzīta iegūšanas tehnoloģijas no Latvijas māliem” (atbild. izpild. V. Švinka)**

##### **Darba vadītājs un izpildītāji.**

Visvaldis Švinka Dr.hab, sc.ing., asoc. prof. – vadītājs. Izpildītāji: Andris Cimmers, dr.sc.ing. vad.pētn.; Ruta Švinka, Dr.sc.ing., vad.pētn.; Laimons Bīdermanis, Dr.sc.ing. vad.pētn.; Lauma Lindiņa, Dr.sc.ing., pētniece; Gerda Buļa Dr.sc.ing. pētniece- jaunā zinātniece; Andris Butlers doktorants; Ludmila Mahņicka doktorante; Jeļena Jakuševa doktorante; Ieva Zaķe maģistrante; Gatis Mozoļevskis maģistrants; Uldis Sedmalis Dr.habil.sc.ing. vadošais pētnieks

**Pētāmā problēma.** Energotaupīga šūnu keramikas (keramzīta) iegūšanas tehnoloģija no Latvijas izejvielām un tās alternatīva izmantošana

**Darba mērķis** Izstrādāt minerālo izejvielu maisījumu materiālu ieguvei ar palielinātu porainību, sorbcijas spēju un inovatīvām izmantošanas iespējām.

##### **Izvirzītie uzdevumi 2010.gadam**

- šūnu keramikas ieguve laboratorijas apstākļos no izejvielām ar paaugstinātu aleirītu saturu 30 un 40 % pēc klasiskā un paātrinātā (vienpakāpes) termiskās apstrādes procesa.
- novērtēt granulu sorbcijas un filtrējošās īpašības un mikrobioloģisko aktivitāti

##### **Veiktās darbības un galvenie rezultāti**

Šūnu keramikas ieguve laboratorijas apstākļos no kvartārā un devona perioda mālu izejvielām un izejvielu maisījumos ar dažādu aktīvo komponentu – mālu minerālu – hidrovizlu, kaolinīta, montmorilonīta hlorīta saturu un palielinātu liesinātāju = kušņu daudzumu 40 – 80%, kas satur sīkdispersu kvarcu ar graudu diametru 0,5 – 0,05 mm. Analizēts putekļu – aleirītu frakcijas mineraloģiskais sastāvs no laukšpatu grupas minerālu klātbūtnes – mikrokļina, ortoklaza, albīta, anortīta kvantitatīvās attiecības un to ietekmes uz izejvielu saķepšanas – mīkstspšanas temperatūru un piropplastiskā stāvokļa temperatūru intervālu. Konstatēts, ka ierobežots mālu minerālu saturs 15 – 30 % šūnu keramikas (keramzīta) izejvielu maisījumā pieļauj ekstremāli ātru termiskās apstrādes procesu 20°C - 1200°C 5 – 10 minūtes. Savukārt mikrokļina un albīta klātbūtne aleirītu kompozīcijā 12 – 15 % nodrošina piropplastiskā stāvokļa veidošanos izejvielu maisījumā 1175 - 1200°C temperatūrā.

No šūnu keramikas (keramzīta) īpašību viedokļa analizētas sekojošas Latvijas mālu izejvielas: Liepas māli (devona periods); Apriķu māli (kvartāra periods); Lažas māli (kvartāra periods); Prometeja atradnes māli (kvartāra periods); Ugāles māli (kvartāra periods); Strēļu atradne (Juras periods); Ceplīšu atradne (kvartāra periods); Tūjas atradne (devona periods)



Pavāri (devona periods). Atradņu mālu īpašību raksturošanai izmantoti gan mālu vidējie paraugi, gan arī trijās lauka ekspedīcijās iegūtie mālu paraugi dažādā slāņu dziļumā (1, 2, 3 un 4 metri).

Pārbaudei izmantotas izejvielas bez piedevām, kā arī kombinācijā ar 2 masas % koksnes skaidu.

Šūnu keramikas (keramzīta) struktūras veidošanās pārbaudīta divos iespējamajos termiskās apstrādes ciklos. Pēc klasiskā paņēmiena – žāvēšana – iepriekšēja uzkaršēšana līdz 550, 600 vai 700°C – strauja strauja temperatūras celšana līdz maksimālai temperatūrai 1150 vai 1200°C. Pārbaudāmiem paraugiem pēc termiskās apstrādes noteikta tilpuma masa un tilpuma izmaiņas koeficients. Izlases kārtībā iegūtā šūnu keramika raksturota ar poru sadalījumu pēc dzīvsudraba porozimetrijas, kā arī ar īpatnējās virsmas lielumu pēc slāpekļa adsorbcijas (BET). metodes. Atsevišķos gadījumos noteikta iegūto granulu spiedes stiprība un ūdens uzsūkšanas kinētika atkarībā no ekspozīcijas laika.

Konstatēts, ka lielgraudainus karbonātu ieslēgumus saturoši kvartārie māli var veidot poru keramikas granulas ar lokalizētiem izolētiem CaO graudiem mikrostruktūrā, kas ūdenī hidratizējoties ūdenī dod paaugstinātu pH ilgstošā laika periodā (pH 11 – 12).

Konstatēts, ka ātras vienpakāpes termiskās apstrādes rezultātā no devona perioda bezkarbonātu māliem ar laukšpatus saturošu aleirītu frakciju var iegūt šūnu keramiku ar tilpuma masu 0,35 – 0,4 g/cm<sup>3</sup>.

Minētās šūnu keramikas granulu veido apvalks ar ierobežotu ūdens caurlaidību un kodols ar paaugstinātu porainību. Šūnu keramikas granulu ūdens uzsūkšanas kinētika var turpināties vairākus mēnešus saglabājot peldētspēju.

Iegūtie šūnu keramikas paraugi uzrāda sorbcijas spēju, sorbējot, piem., amonjaku no amonija hidroksīda ūdens šķīduma.

### **Iegūtie starprezultāti**

Dažādu mālu izejvielu un maisījumu termisko īpašību analīze rāda, ka atkarībā no mineralogiskā un ķīmiskā sastāva ir iespējama šūnu keramikas iegūšana virnpakāpes ātras termiskās apstrādes režīmā ar ievērojami mazāku mālvielu saturu nekā tas ir klasiskajā paņēmienā. Tālākā perspektīvā tas dod iespēju modernizēt un samazināt šūnu keramikas ražošanas energoietilpību. Šūnu keramika pēc ātras vienpakāpes termiskās apstrādes metodes, kur izejvielas satur aleirītu frakciju  $\geq 60\%$  un aleirīti satur mikroklīnu un albītu attiecībā pret sīkdispersu kvarcu 1:2 līdz 1:3.

Termiķīmisko procesu analīze minerālo izejvielu maisījumos ar palielinātu aleirītu (putekļu frakcijas) saturu laukšpatu grupas minerālu klātbūtnē ļauj konstatēt, ka Latvijā ir iespējams ievērojami paplašināt keramzīta izejvielu bāzi. Pēc klasiskās tehnoloģiskās shēmas līdz šim Latvijā ir izpētītas tikai trīs keramzītam piemērotas izejvielu atradnes.

Atšķirīga sastāva izejvielas (devona vai kvartārā perioda māli) termiskās apstrādes rezultātā dod atšķirīgu īpašību šūnu keramiku, kas ievērojami atšķiras pēc mikrostruktūras (BET rezultāti).

Izejvielu daudzveidība, kuras pēc mūsu pētījumiem ir iespējams izmantot keramzīta ieguvei, dod iespēju paplašināt no mālu izejvielām iegūto poraino šūnu keramikas materiālu pielietojuma sfēru.

### **Rezultātu praktiskais pielietojums**

Izmantošanas virzieni, kuros notiek priekšmēģinājumi laboratorijas apstākļos:

- Paaugstinātas porainības (>80 %) un samazinātas tilpuma masas (0,35-0,40 g/cm<sup>3</sup>) siltumizolējoša pildviela;
- Jaunas paaudzes viegla mehāniski izturīga pildviela atvieglotām nesošām dzelzsbetona konstrukcijām ( $\rho=1,3 \text{ g/cm}^3$ ,  $W=13\%$ );
- Šūnu keramikas materiāli ar sorbējošām īpašībām;
- Šūnu keramikas granulas baktēriju imobilizācijai un bioplēves iegūšanai;
- Mālu sastāvs (ķīmiskais, mineraloģiskais, granulometriskais), kurā termiskās apstrādes rezultātā rodas mikrobioloģiskā aktivitāte (antibakteriālas īpašības).

#### **Uzdevumi izpildei 2. pētījumu etapā 2011.gadā**

- o Latvijas devona un kvartārā perioda mālu selektīvās īpašības poru keramikas iegūšanai pēc energoekonomējoša termiskās apstrādes procesa;
- o Koksnes un augu valsts izcelsmes piedevu ietekme uz šūnu keramikas ieguves procesu un īpašībām;
- o Keramikas granulu sorbcijas spēja ilgstošā procesā ūdenstilpnēs;
- o Šūnu keramika, kuras mikrobioloģiskā aktivitāte rodas termiskās apstrādes procesā;
- o Šūnu keramika ar augstu termisko stabilitāti.

#### **Apakšprojekta izpildes rezultātīvie rādītāji par 1. etapu (2010.gadu)**

**Sagatavots patenta pieteikums:** Keramzīta iegūšanas paņēmiens. V.Švinka, L.Bīdermanis, A.Cimmers, R.Švinka

**Iesniegtas publikācijas:** R.Svinka, V.Svinka I.Zake, L.Mahnicka, G.Mozolevskis. Highly porous ceramic by slip casting of concentrated clay and oxide suspension. J.Eur.Ceram.Soc. 8 lpp.

#### **Ziņojumi zinātniskās konferencēs:**

1. RTU 51.starptautiskā zin konference, 14.oktobris 2010.g. Termokīmiskās reakcijas mālu minerālos šūnu keramikas iegūšanai. V.Švinka, A.Cimmers, R.Švinka, L.Bīdermanis, I.Timma, L.Lindiņa.
2. 11th International conference on ceramic processing. Zurich, 29th.August – 1st September 2010. Highly porous ceramic by slip casting of concentrated clay and oxide suspension. R.Svinka, V.Svinka I.Zake, L.Mahnicka, G.Mozolevskis.

## **1.5. apakšprojekts „Kūdras īpašību un modifikācijas iespēju izpēte jaunu izmantošanas risinājumu izstrādei” (atbild. izpild. M.Kļaviņš).**

### **Kopsavilkums.**

Valsts pētījumu programmas apakšprojekta Kūdras īpašību un modifikācijas iespēju izpēte jaunu izmantošanas risinājumu izstrādei” mērķis ir veikt Latvijas kūdras un sapropeļa resursu pētījumus jaunu inovatīvu produktu – kūdras sorbentu, kūdras un sapropeļa preparātu, humusvielu ekstraktu - ražošanas tehnoloģiju izstrādē. Projekta 1 posma uzdevumu izpildes gaitā veikta augsto purvu kūdras paraugu ievākšana un to raksturošana nosakot galvenās īpašības. Kūdrā noteikts tās elementsastāvs un 15 elementu saturs. Pierādīts, ka Latvijā iegūtā kūdras no tās piesārņotības viedokļa uzskatāma par nepiesārņotu, bet kūdras profila apakšējā slāni konstatētas ievērojami augstas vairāku toksisko mikroelementu koncentrācijas kas var radīt būtiskus ierobežojumus kūdras izmantošanai. No pētītajiem kūdras paraugiem izdalīti preparatīvi humusvielu daudzumi un veikts to raksturojums. Pētīta kūdras sorbcija attiecībā pret metālu joniem. Raksturota sorbcijas procesa kinētika un pierādīts, ka sorbcija notiek ātri, noteiktas sorbcijas izotermas un raksturota sorbcijas kapacitāte, kas pierāda kūdras kā sorbenta salīdzināmību ar sintētiskajiem jonītiem. Pārbaudītas kūdras izmantošanas iespējas sorbcijai dinamiskā režīmā (kolonnas režīmā).

Veikta Latvijas kūdras un sapropeļa resursu pētījumus jaunu inovatīvu produktu – kūdras sorbentu, kūdras un sapropeļa preparātu, humusvielu ekstraktu - ražošanas tehnoloģiju izstrādē.

### **Projekta 1.posma darba uzdevumā izvirzītie uzdevumi**

Kūdras un tās humusvielu īpašību kompleksas izpētes metodoloģijas izstrāde:

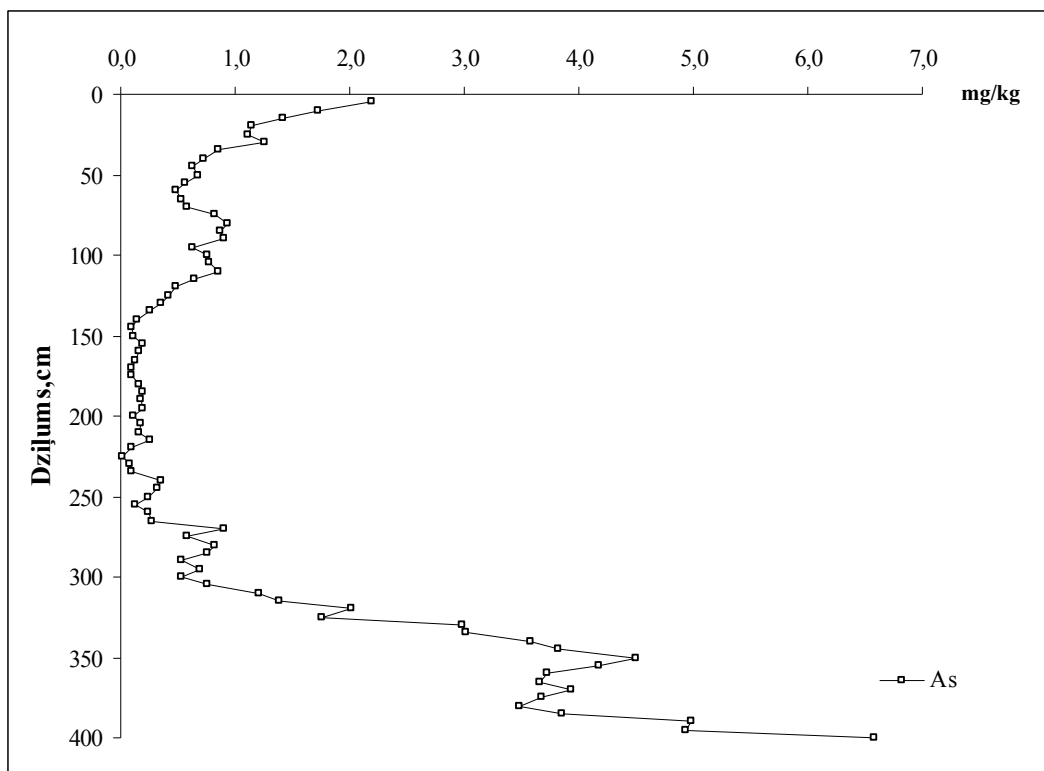
- augsto purvu kūdras sastāva izpēte, metālu akumulācijas tajā izpēte;
- augsto purvu kūdras humusvielu preparatīvu daudzumu izdalīšana un raksturojums
- kūdras sorbcijas izpēte attiecībā pret metālu joniem.

### **Projekta 1.posmā izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti**

Apakšprojekta izpildes 1. posmā izvirzīti un izpildīti 3 uzdevumi

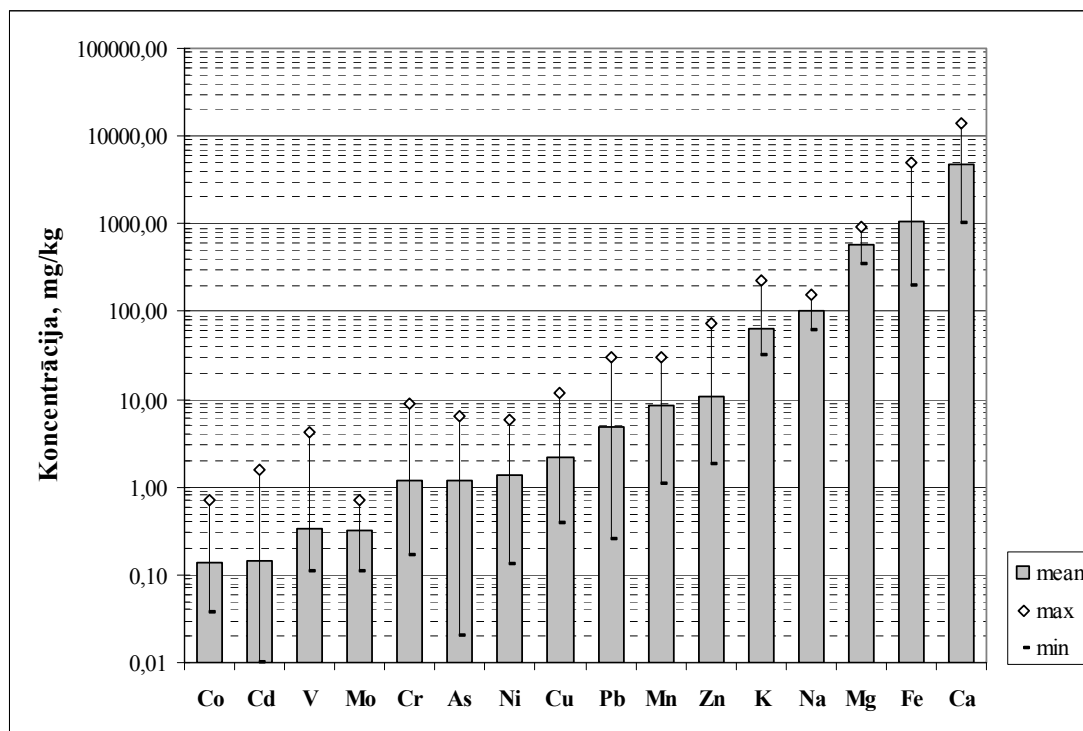
Apakšprojekta izpildes 1. posmā izvirzīti un izpildīti 3 uzdevumi

1. augsto purvu kūdras sastāva izpēte, metālu akumulācijas tajā izpēte. Uzdevuma izpildes ietvaros veikta augsto purvu kūdras pilna profila (0 – 520 cm) paraugu ievākšana 3 purvos, kā arī purvu augšējo horizontu (0 – 20 cm) paraugu ievākšana 30 purvos. Apzinot purvu veidošanās gaitu līdz ar to ir pamats uzskatīt, ka apsektie purvu aptver Latvijai raksturīgus augstā tipa purvus, kas perspektīvi kūdras rūpnieciskais iegūšanai. Ievāktie paraugi raksturoti: noteikts to botāniskais sastāvs, humifikācijas un sadalīšanās pakāpes, elementsastāvs (CHNOS) un kūdras paraugu sastāvā pilno profilu sadalot 1 cm segmentos noteikts 14 metālisko elementu un nemetāliskā elementa (As) saturs (attēls 1).



Attēls 1. Arsēna saturs Dzelves purva kūdrā

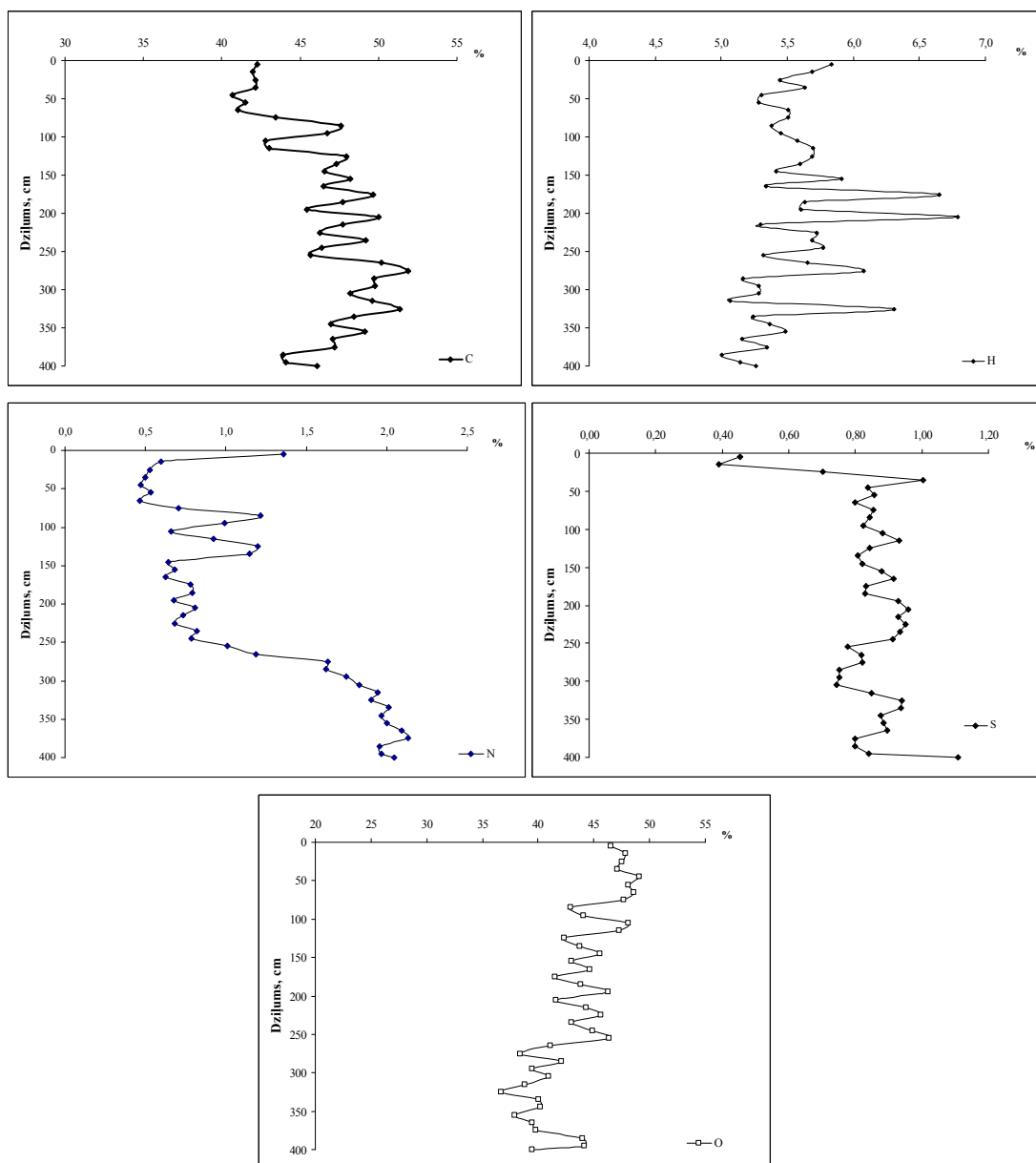
Veiktā pētījuma rezultātā pierādīts, ka kā tas jau no literatūras zināms augšējos kūdras slāņos notiek antropogēnas izcelsmes metālisko elementu uzkrāšanās, tomēr to koncentrācijas ir zemākas nekā daudzās Rietumeiropas valstīs iegūtos paraugus, līdz ar to Latvijā iegūtā kūdras no tās piesārņotības viedokļa uzskatāma par nepiesārņotu (attēls 2).



Attēls 2. Metālisko un nemetālisko elementu saturs Latvijas purvu kūdrā

Tomēr par nozīmīgu pētījuma rezultātu uzskatāms tas, ka pilnā kūdras profila apakšējā slāni konstatētas ievērojami augstas vairāku toksisko mikroelementu koncentrācijas (Pb, Co, Cd, As, Cr), kuru avots acīmredzot ir purvu pamatni veidojošo iežu dēdēšanas procesi un pieplūde ar gruntsūdeņiem. Vairāku pētīto elementu koncentrācijām konstatētas tik augstas vērtības, kas var radīt būtiskus ierobežojumus to izmantošanai, piemēram, apkurei vai lauksaimniecībā. Izmantojot veiktā pētījuma rezultātus tiks izstrādātas rekomendācijas kūdras ieguves optimizācijai. Pētījumu turpinot tiks pētīts metālu koncentrācijas sadalījums zemo purvu kūdrā.

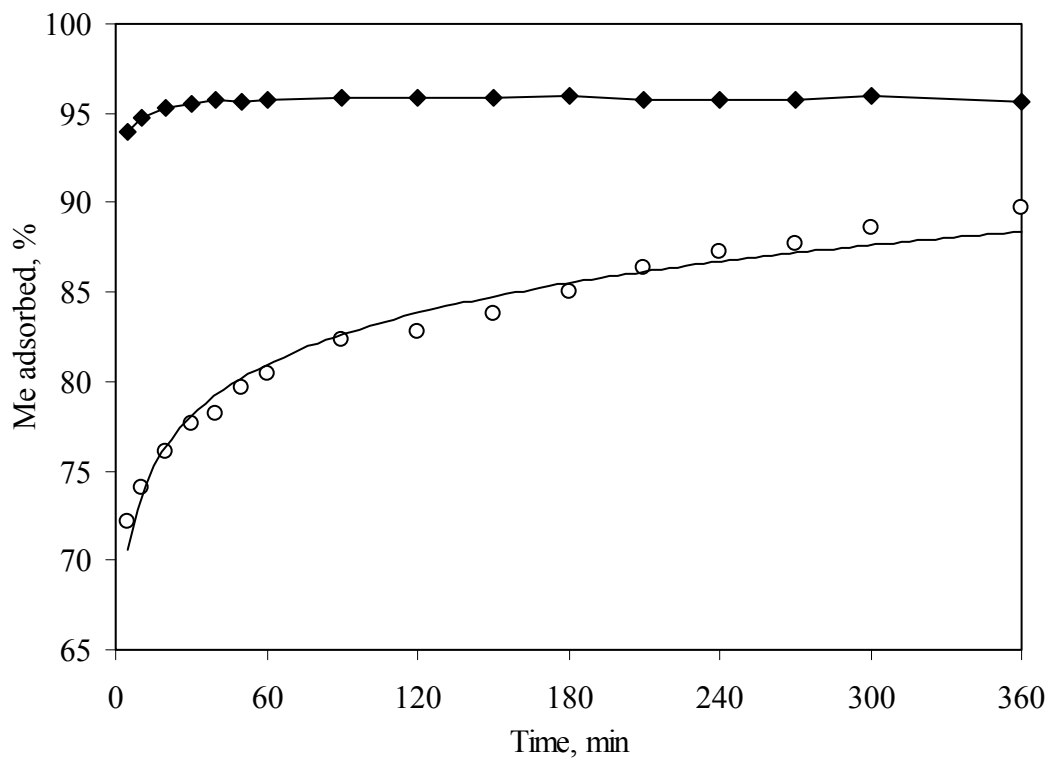
2. augsto purvu kūdras humusvielu preparatīvu daudzumu izdalīšana un raksturojums. Humusvielas uzskatāmas par vienu no rūpnieciskajai ražošanai perspektīvākajiem kūdras pārstrādes produktiem. Humusvielas, izmantošanai lauksaimniecībā un medicīnā ražo vairākas valstis un arī Latvijā pastāv ražotāju ievērojama interese par humusvielu ražošanas iespējām. Projekta uzdevumus izpildes nodrošināšanai tika veikta humusvielu preparatīvu daudzumu (> 100 g) izdalīšana no tipisku, rūpnieciskais ieguvei izmantotu, labi raksturotu purvu kūdras, kā arī no izvēlētu augsto purvu kūdras pilna profila. Pētījuma uzdevumus bija izpētīt kūdras sastāva variabilitāti purva profilā un iespējas kūdras humīnskābju standartizācijai, kā arī izpētīt humīnskābju īpašības, kuras varētu izmantot par pamatu to izmantošanai. No kūdras izdalītās humīnskābes tika raksturotas nosakot to elementsastāvu (CHNSO), metālisko elementu saturu tajās, funkcionālo grupu raksturojumu un spektroskopisko īpašību raksturojumu (UV-Vis, FT-IR, Fluorescences PMR spektri).



Attēls 3. Eipura purva kūdras elementsastāvs.

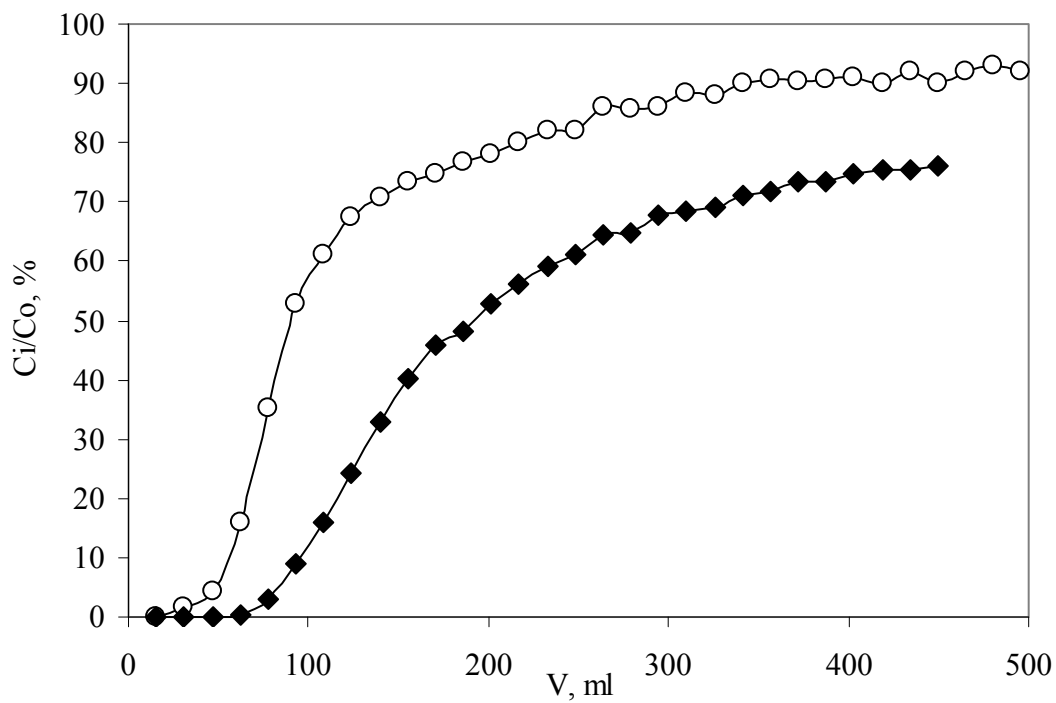
Pētījumu turpinot tiks analizēta humusvielu spēja veidot noturīgus kompleksus ar mikroelementiem (lai izstrādātu mikroelementu barošanas kompozīcijas augiem uz humusvielu bāzes) un humusvielu spējas ietekmēt to šķīdumu virsmas spraigumu (lai pētītu iespējas izmantot humusvielas par virsmas aktīvajām vielā). 2011 gada laikā paredzēts sagatavot un iesniegt 2 publikācijas ISI saraksta zinātniskajos žurnālos.

3. kūdras sorbcijas izpēte attiecībā pret metālu joniem. Projekta izpildes gaitā pētītas kūdras izmantošanas iespējas metālu jonu sorbcijai. Raksturota sorbcijas procesa kinētika un pierādīts, ka sorbcija notiek ātri, noteiktas sorbcijas izoterms un raksturota sorbcijas kapacitāte, kas pierāda kūdras kā sorbenta salīdzināmību ar sintētiskajiem jonītiem.



Attēls.  $\text{Cu}^{+2}$  (◆) un  $\text{Cr}^{+3}$  (○) sorbcijas kinētika uz kūdras

Pārbaudītas kūdras izmantošanas iespējas sorbcijai dinamiskā režīmā (kolonnas režīmā).



Attēls  $\text{Cu}^{+2}$  (◆) un  $\text{Cr}^{+3}$  (○) sorbcijas raksturs caurplūdes režīmā

Pētījumu turpinot tiks paplašināts pētīto elementu spektrs un risināti jautājumi par tālāku sorbcijas kapacitātes paaugstināšanu. Paredzēts pētīt ne tikai metālisko elementu, bet arī naftas produktu sorbciju un sagatavot publikāciju uz žurnālu „Bioresource Technology” un Latvijas patentu. Ņemot vērā izpētīto un pierādīto kūdras īpašību atkarības raksturu no tās veidošanās apstākļiem, pētījumus turpinot paredzēts izmantot kūdras modificēšanas metodes, kuru efektivitāte pierādīta, lai uzlabotu kūdras sorbentu mehāniskās īpašības, kas atvieglotu to izmantošanu dinamiskā režīmā, kā arī noteiktu funkcionālo grupu ievadīšanu, lai izveidotu specifisku sorbcijas raksturu un paaugstinātu kapacitāti.

Sadarbību VPP ietvaros paredzēts attīstīt ar LU Bioloģijas fakultātes mikrobiologiem, lai izstrādātu naftas sorbenta gatavo formu, kas vienlaikus ar sorbcijas īpašību paaugstināšanu nodrošinātu iegūto produktu mikrobiālo degradāciju. Sadarbības rezultātā ar RTU tiks pētīta iegūto sorbentu virsma un tās ietekme uz sorbcijas kapacitāti, bet sadarbībā ar KĶI tiks veikta izdalīto humīnskābju īpašību raksturošana

### **Iecerētie pētījumi 2. etapā (2011.g.)**

Paredzēts turpināt pētījumus visās trīs tēmās: (1.) augsto purvu kūdras sastāva izpēte, metālu akumulācijas tajā izpēte - izmantojot veiktā pētījuma rezultātus tiks izstrādātas rekomendācijas kūdras ieguves optimizācijai. Pētījumu turpinot tiks pētīts metālu koncentrācijas sadalījums zemo purvu kūdrā; (2.) augsto purvu kūdras humusvielu preparatīvu daudzumu izdalīšana un raksturojums- pētījumu turpinot tiks analizēta humusvielu spēja veidot noturīgus kompleksus ar mikroelementiem (lai izstrādātu mikroelementu barošanas kompozīcijas augiem uz humusvielu bāzes) un humusvielu spējas ietekmēt to šķīdumu virsmas spraigumu (lai pētītu iespējas izmantot humusvielas par virsmas aktīvajām vielā). 20110 gada laikā paredzēts sagatavot un iesniegt 2 publikācijas ISI saraksta zinātniskajos žurnālos; (3.) kūdras sorbcijas izpēte attiecībā pret metālu joniem - pētījumu turpinot tiks paplašināts pētīto elementu spektrs un risināti jautājumi par tālāku sorbcijas kapacitātes paaugstināšanu. Paredzēts pētīt ne tikai metālisko elementu, bet arī naftas produktu sorbciju un sagatavot publikāciju uz žurnālu „Bioresource Technology” un Latvijas patentu

### **Rezultatīvie 1. etapa izpildes rādītāji**

Publikācijas

1. I.Silamiķele, O.Nikodemus, L.Kalniņa, E.Kušķe, V.Rodinovs, O.Purmalis, M.Kļaviņš (2010) Major and trace elements accumulation in peat from bogs in Latvia, In: „Peat and Mires”, Ed. M.Kļaviņš, Riga, University of Latvia Press, 96-115
  2. L.Eglīte, J.Šīre, M.Kļaviņš (2010) Peat and its modification products as sorbents for trace elements, In: „Peat and Mires”, Ed. M.Kļaviņš, Riga, University of Latvia Press, 198-207
- Iesniegta publikācija - M. Klavins, L. Eglite, A. Robalds, J. Sire, A.Zicmanis Peat as sorbent for Cu<sup>+2</sup> and Cr<sup>+3</sup> ions. Latvijas Ķīmijas Žurnāls (iesniegts)

Sniegti 3 ziņojumi konferencēs un publicēti pilnie ziņojumu teksti (full papers)

1. I.Silamiķele, M.Klavins, O.Nikodemus, L.Kalnina (2010) Major and trace element distribution in the peat from ombrotrophic bogs in Latvia. In; Proceedings of 2nd Irish international conference on constructed wetlands for wastewater treatment and environmental pollution control. Dublin 427-439



2. Porsnovs D., Klavins M. (2010) Sorption of hydrocarbons onto peat and possibilities for using peat-based oil sorbent for treatment of polluted areas. In: Linnaeus Eco\_Tech, Kalmar, Sweden, 232-246
3. Ansone L., Klavins M. (2010) Interaction between buckminsterfullerene and humic substances. In: Linnaeus Eco\_Tech, Kalmar, Sweden, 247-256

Valsts pētījumu programmas finansējums izmantots I.Silamiķeles promocijas darba izstrādes pabeigšanai: I.Silamiķele (2010) „*Humifikācijas un ķīmisko elementu akumulācijas raksturs augsto purvu kūdrā atkarībā no tās sastāva un veidošanās*” Promocijas darbs. Aizstāvēts 26.11.2010.

## 1.6. apakšprojekts „Uz keramzīta bāzes izveidoti jauni biotehnoloģijas produkti un tehnoloģijas” (atbild. izpild. O. Mutere).

**Pētāmā problēma;** jauno keramzīta materiālu testēšana ar mērķi atlasīt piemērotākos mikroorganismu imobilizēšanai un to aktivitātei gaisa biofiltrācijas procesā un augsnē.

**Darba mērķis:** uz keramzīta bāzes izveidot jaunus biotehnoloģijas produktus un tehnoloģijas.

### Izvirzītie uzdevumi 2010.gadam:

1. Dažādu keramzīta materiālu piemērotības novērtējums mikroorganismu imobilizācijas kontekstā (atbild.izpild. O.Mutere, V.Nikolajeva).
2. Imobilizēto mikroorganismu dzīvotspējas un aktivitātes izpēte gaisa biofiltrācijas procesā (atbild.izpild. O.Mutere).
3. Imobilizēto mikroorganismu dzīvotspējas un darbības izpēte augsnē (atbild.izpild. O.Mutere).

### 1.u etapā veiktās darbības un galvenie rezultāti

Imobilizācijas eksperimentus veica ar keramzīta granulām ar vidējo diametru  $1.18 \pm 0.63$  cm, kuras sagatavoja Prof. V.Švinka un Dr. A.Cimmers. Baktēriju konsorcijs AM-5 sastāv no viena *Pseudomonas fluorescens* celma un četriem *Stenotrophomonas maltophilia* celmiem, kuri bija izolēti no piesārņotās augsnes Ādažu poligonā, un tiem ir pierādīta aktivitāte degradēt nitroaromātiskos savienojumus (NAS).

Iepriekš autoklāvētās granulas ienes barotnē, kurā jau iesēts baktēriju konsorcijs AM-5 ar sākuma šūnu koncentrāciju –  $1,1 \times 10^6$  kvv/ml. Keramzīta granulas izņem no kultivācijas šķidruma (kultūras augšanas procesa laikā): pēc 18 st., 120 st. un 192 st.. Pēc tam tās iztur termostātā 24 st.,  $+28^\circ\text{C}$ . Imobilizācijas efektivitāti uz granulām salīdzina, izmantojot mikroorganismu enzimatiskās aktivitātes rādītāju. Ir pierādīts, ka šūnu kontakta periodam ar nesēju ir liela nozīme imobilizācijas procesā. Tā, fluoresceīna diacetāta (FDA) hidrolīzes aktivitāte uz granulām pēc 18 st. un 120 st. ir 0,31 un 1,78 mikroM FDA/granula/st., attiecīgi.

Lai pārbaudītu imobilizēto šūnu stabilitāti uz keramzīta granulām, granulas skalo  $0,06$  M fosfātu buferī, pH 7,6. Pēc skalošanas procedūras atkārtoti nosaka FDA hidrolīzes aktivitāti uz granulām ar imobilizētām šūnām. Pēc skalošanas FDA hidrolīzes aktivitāte nesamazinās. Tas liecina par imobilizācijas procesa efektivitāti.

Lai pārbaudītu imobilizēto baktēriju aktivitāti augsnē NAS klātbūtnē, ir ierīkoti eksperimenti pilota iekārtu mērogā. Smilts augsni ar vidējo NAS koncentrāciju 100 mg/kg, kura ir ievākta Ādažu poligonā, ievieto konteineros, pa 8 L augsnes katrā. Katram konteineram ar augsni pievieno 2,0 g melases, 150 ml kāpostu lapu ekstrakta, 10 g kompleksos minerālmēslus un 300 ml keramzīta granulu ar imobilizēto AM-5 konsorciju vai 100 ml sējmateriālu šķidrā veidā (mikroorganismu koncentrācija ir  $3,0 \times 10^8$  kvv/ml). Kontroles variants ir bez piesārņojuma, - izmantota tīra smilts augsne.

Konteineri ir novietoti zem nojumes, augsnes mitrumu regulē robežās no 50 līdz 70 %. Testējot un savstarpēji salīdzinot piesārņotajā augsnē enzimatiskās aktivitātes rādītājus pēc 30 dienu eksperimenta, visaugstākā FDA un dehidrogenāzes aktivitāte ir konstatēta variantā ar keramzīta granulām piesārņotajā augsnē. Keramzīta granulām 30 dienu uzglabāšanas rezultātā laboratorijas apstākļos (sausumā, +20 °C) FDA hidrolīzes aktivitāte samazinājās par 32 %. Savukārt tās aktivitātei uz granulām, kuras atradās piesārņotajā augsnē, ir novērojama tendence paaugstināties.

Apkopojot iegūtos datus, var secināt, ka imobilizētās baktērijas saglabā dzīvotspēju kā dehidratācijas rezultātā, tā arī ilgstoši atrodas piesārņotajā augsnē. No tā izriet, ka šos pētījumus var raksturot kā perspektīvu virzienu augsnes attīrīšanas tehnoloģijas pilnveidošanā. Ir plānots turpināt doto eksperimentu 2011. gadā. Rezultāti par imobilizēto šūnu izdzīvotību ziemas periodā piesārņotajā augsnē dos papildus informāciju par pētītās tehnoloģijas iespējām.

Keramzīta granulas ar imobilizētiem mikroorganismiem testēja eksperimentos ar gaisa biofiltrācijas kolonnu. Tajos izmantoja baktēriju konsorciju ar spēju degradēt naftas produktus (3 celmi *Pseudomonas* spp. un 4 celmi *Stenotrophomonas maltophilia*). Baktērijas ir izolētas no augsnes, kura ilgstoši bija piesārņota ar naftas produktiem (sadarbībā ar SIA EKO OSTA). Lai atrisinātu barības vielu nodrošināšanas un mitruma uzturēšanas problēmu, keramzīta granulām ar imobilizētām šūnām tika pievienota kūdra dažādās proporcijās. Kā piesārņotāju sistēmai pievienoja 1 % (w/v) dīzeļdegvielas. 14 dienu eksperimenta rezultāti pierādīja, ka kūdras nepieciešams pārveidot granulā veidā. Ir iesākti eksperimenti ar modificētās kūdras paraugiem, kuri sagatavoti prof. M.Kļaviņa laboratorijā. Ir plānots turpināt šos eksperimentus 2011. gadā.

Biofiltrācijas kolonnu eksperimentos testēja arī sēņu tīrkultūru *Trichoderma viride*, lai noskaidrotu tās imobilizācijas iespējas uz keramzīta granulām. Pēc 7-dienų imobilizācijas procesa bija salīdzināta imobilizēto mikroorganismu enzimatiskā (FDA hidrolīzes un dehidrogenāzes) aktivitāte kolonnas dažādos slāņos, t.i., 0 ÷ 2cm; 4 ÷ 6cm; 8 ÷ 10 cm; 12 ÷ 14 cm. Visaugstākā enzimatiskā aktivitāte uz keramzīta granulām bija konstatēta kolonnas augšējā slānī.

Veikta piecu dažādu jauno keramzīta materiālu testēšana, lai noskaidrotu, kā dažādi Latvijas māla atradņu māli (izejmateriāli) un to apstrādes paņēmieni un režīmi ir visvairāk piemēroti mikroorganismu imobilizēšanai un to aktivitātei. Modeļu eksperimenti veikti ar baktēriju tīrkultūru *Pseudomonas putida* LMKK 650. Salīdzināta baktēriju dzīvotspēja, kontaktējoties ar dažādām keramzīta granulām, kā arī dzīvo šūnu proporcija suspendētā un imobilizētā stāvoklī atkarībā no kontakta laika, baktēriju koncentrācijas un dažādiem fizikāli ķīmiskiem vides faktoriem, tādiem kā jonu sastāvs, jonu spēks un pH. Parādīts, ka temperatūras paaugstināšana līdz 30 °C ievērojami uzlabo baktēriju imobilizēšanu. Konstatēts, ka pētītie keramzīta materiāli atšķiras pēc savām spējām pozitīvi vai negatīvi ietekmēt baktēriju dzīvotspēju. Šie pētījumi prasa turpinājumu. Perspektīvā paveras iespēja izmantot mālu apstrādes produktus gan vides bioremediācijai, gan arī dekontaminācijai, lai atbrīvotos no patogēniem organismiem.

Tādējādi, 1.posmā iegūtie rezultāti norāda uz keramikas materiāliem kā perspektīvu nesēju mikroorganismu imobilizēšanai. Taču ir pierādīta keramzīta izejvielu īpašību un to apstrādes veida specifiskā ietekme uz tālāko imobilizācijas procesu. Turpmāk ir nepieciešams apstiprināt 1.posmā iegūtos rezultātus pilota iekārtu eksperimentos, lai realizētu projekta galveno mērķi, t.i. veidot produktu/tehnoloģiju. Bez

tam, ir svarīgi turpināt modeļu eksperimentus laboratorijas apstākļos, lai pētītu imobilizācijas un biodegradācijas mehānismus.

**Izpildes rezultātu zinātniskā un praktiskā nozīmība, rezultātu praktiskais pielietojums.** Mikroorganismu izmantošana augsnes attīrīšanas tehnoloģijās ietver sevī biomasas sagatavošanu un uzglabāšanu. Biomasas uzglabāšanu uz keramzīta granulām imobilizētā un dehidratētā stāvoklī var raksturot kā perspektīvu virzienu augsnes attīrīšanas tehnoloģijas pilnveidošanai. Pirmie rezultāti ir prezentēti 2010.g. starptautiskā konferencē Portugālē. Tiek gatavota publikācija iesniegšanai. Ir paredzēts aprobēt laboratorijā iegūtos rezultātus pilota iekārtu mērogā un lauka apstākļos. Šie eksperimenti tiks veikti sadarbībā ar SIA EKO OSTA un LR Aizsardzības ministriju, ar mērķi pilnveidot augsnes attīrīšanas tehnoloģijas no naftas produktiem un sprādzienbīstamām vielām.

#### **Uzdevumi 2011.gadam pētījuma otrajā etapā**

2011.gadā ir plānots turpināt laboratorijas un pilota mēroga eksperimentus, lai izstrādātu inovatīvus produktus vides biotehnoloģiju jomā. Tam ir paredzēti eksperimenti ar tīrkultūrām, kā arī no Latvijas vides izdalītiem mikroorganismu konsorcijiem:

1. Izvēlēto keramzīta materiālu efektivitātes salīdzinošā testēšana augsnes eksperimentos ar divām piesārņotāju grupām, t.i., naftas produktiem un nitroaromātiskajiem savienojumiem.
2. Uz keramzīta granulām imobilizēto baktēriju un sēņu aktivitātes novērtēšana gaisa biofiltrācijas procesā.
3. Šūnu imobilizācijas un šūnu aktivitātes mehānismu pētīšana modeļu eksperimentos ar dažādiem māla materiāliem.

#### **Rezultatīvie 1. etapa izpildes rādītāji (par 2010.gadu)**

1. Nikolajeva V., Potapova K., Svinka V., Cimmers A., Muter O. Assessment of ceramic beads as a carrier for bacteria immobilisation. XVIII International Conference on Bioencapsulation. Porto, Portugal, October 1-2, 2010, p. 266-267.
2. Veikta pilotiekārtu mēroga eksperimentu, lai pilnveidotu augsnes attīrīšanas tehnoloģiju, kuru izstrādā projekta „Mikroorganismu izmantošana sprādzienbīstamu vielu degradācijā” (AĪVA 2008/220, finansē LR Aizsardzības Ministrija).

| <b>Darba izpildes rezultāti</b>                                                                                                       | <b>Rezultatīvie indikatori</b>                                                                 | <b>Skaits</b>                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zinātniskie RI</b>                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                            |
| VPP tēmu izstrādei piesaistīti doktoranti, kuri izstrādājuši promocijas darbus.                                                       | Aizstāvētie promocijas darbi                                                                   |                                                                            |
| VPP pētījumos iesaistīti jaunie zinātnieki.                                                                                           | Iesaistīto jauno zinātnieku īpatsvars pret kopējo iesaistīto zinātnieku skaitu (PLE izteiksmē) | 3<br>(1 doktorante + 1 magistrante + 1 3.kursa studente)<br>no kopskaitā 7 |
| Pētījumi veikti zinātniski augstā līmenī, pieņemti publicēšanai starptautiski prestižos izdevumos ar augstu citējamības faktoru (IF). | Publicētās citētās publikācijas (kopā un uz 1 zinātnieku (PLE izteiksmē)                       |                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pētījumos iegūtās zināšanas apkopotas monogrāfijās                                                                                                                                                                     | Sagatavotās un izdotās monogrāfijas                                                                                                               |     |
| Pētnieki aktīvi darbojas ES programmās un aktivitātēs (7 IP, COST, EUREKA                                                                                                                                              | Iesaiste ES programmās un vairāku valstu kopdarbos (publikācijās, patentos utt.)                                                                  | 1   |
| Pētījumu rezultāti tiek publiskoti vietējās un starptautiskās zinātniskās konferencēs, semināros, populārzinātniskās publikācijās. VPP uzdevumu izpilde tiek atspoguļota masu saziņas līdzekļos, internetā mājas lapā. | Apakšprojekta rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi (konferences, semināri, populārzinātniskas publikācijas, izstādes u.tml)            | 1*  |
| <b><i>Tautsaimnieciskie rezultātie rādītāji</i></b>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                   |     |
| Pētījumu rezultātā iegūti un raksturoti jauni, konkurētspējīgi produkti.                                                                                                                                               | Izstrādāto <b>konkurētspējīgo produktu</b> skaits                                                                                                 |     |
| Par pētījumu rezultātiem informēti ražotāji, lai ar viņu finansiālu līdzdalību veicinātu zināšanu pārnesi uz produktu vai tehnoloģiju ieviešanu ražošanā.                                                              | Piesaistītā <b>privātā finansējuma</b> īpatsvars pret piešķirtā valsts budžeta finansējuma apjomu (absolūtais un relatīvais uz 1 zinātnieku (PLE) |     |
| Iegūtie oriģinālie rezultāti tiek aizsargāti ar Latvijas un starptautiskiem patentiem.                                                                                                                                 | Pieteikto un reģistrēto <b>patentu</b> absolūtais un relatīvais skaits uz 1 zinātnieku (PLE)                                                      |     |
| Izpētot procesu likumsakarības, izstrādātas tehnoloģijas, tās apspriestas ar ieinteresētajiem ražotājiem apspriestas, aprobētas uzņēmumos.                                                                             | Izstrādātas <b>un uzņēmumos aprobētas</b> tehnoloģijas, metodes, pilotiekārtas vai pakalpojumi                                                    | 1** |

## Kopsavilkums par projekta izpildes rezultātiem 1. etapā

| Darba izpildes rezultāti                                                                                                                                                                                               | Rezultatīvie indikatori                                                                                                                            | Skaits                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zinātniskie RI</b>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    |                                                                                |
| VPP tēmu izstrādei piesaistīti doktoranti, kuri izstrādājuši promocijas darbus.                                                                                                                                        | Aizstāvētie promocijas darbi                                                                                                                       | 3<br>(11 – izstrādes gaitā)                                                    |
| VPP pētījumos iesaistīti jaunie zinātnieki.                                                                                                                                                                            | Iesaistīto jauno zinātnieku īpatsvars pret kopējo iesaistīto zinātnieku skaitu (PLE izteiksmē)                                                     | 3                                                                              |
| Pētījumi veikti zinātniski augstā līmenī, pieņemti publicēšanai starptautiski prestižos izdevumos ar augstu citējamības faktoru (IF).                                                                                  | Publicētās citētās publikācijas (kopā un uz 1 zinātnieku (PLE izteiksmē))                                                                          | 6<br>(sagatavošanā)                                                            |
| Pētījumos iegūtās zināšanas apkopotas monogrāfijās                                                                                                                                                                     | Sagatavotās un izdotās monogrāfijas                                                                                                                | 2                                                                              |
| Pētnieki aktīvi darbojas ES programmās un aktivitātēs (7 IP, COST, EUREKA)                                                                                                                                             | Iesaiste ES programmās un vairāku valstu kopdarbos (publikācijās, patentos utt.)                                                                   | 3<br>(2 projekti 7. IP, 1- ERAF)                                               |
| Pētījumu rezultāti tiek publiskoti vietējās un starptautiskās zinātniskās konferencēs, semināros, populārzinātniskās publikācijās. VPP uzdevumu izpilde tiek atspoguļota masu saziņas līdzekļos, internetā mājas lapā. | Apakšprojekta rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi (konferences, semināri, populārzinātniskas publikācijas, izstādes u.tml)             | 1 projekta mājas lapa, 1 TV raidījums, 12 dažāda līmeņa konferencēs līdzdalība |
| <b>Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji</b>                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                    |                                                                                |
| Pētījumu rezultātā iegūti un raksturoti jauni, konkurētspējīgi produkti.                                                                                                                                               | Izstrādāto <b>konkurētspējīgo produktu</b> skaits                                                                                                  |                                                                                |
| Par pētījumu rezultātiem informēti ražotāji, lai ar viņu finansiālu līdzdalību veicinātu zināšanu pārnesi uz produktu vai tehnoloģiju ieviešanu ražošanā.                                                              | Piesaistītā <b>privātā finansējuma</b> īpatsvars pret piešķirtā valsts budžeta finansējuma apjomu (absolūtais un relatīvais uz 1 zinātnieku (PLE)) | Informācijas aprīte un kontakti ar AS Lode, AS Olainfarm                       |
| Iegūtie oriģinālie rezultāti tiek aizsargāti ar Latvijas un starptautiskiem patentiem.                                                                                                                                 | Pieteikto un reģistrēto <b>patentu</b> absolūtais un relatīvais skaits uz 1 zinātnieku (PLE)                                                       | 2 (sagatavoti pieteikumi), 1 (tiek izstrādāts)                                 |
| Izpētot procesu likumsakarības, izstrādātas tehnoloģijas, tās apspriestas ar ieinteresētajiem ražotājiem apspriestas, aprobētas uzņēmumos.                                                                             | Izstrādātas <b>un uzņēmumos aprobētas</b> tehnoloģijas, metodes, pilotiekārtas vai pakalpojumi                                                     | -                                                                              |