

Valsts pētījumu programmas projekta “Zemes dzīles” svarīgākie rezultāti un perspektīvas

Valdis Segliņš, *Latvijas Universitāte*

Kopsavilkums. Latvijas zemes dzīles ir nacionālā bagātība, tomēr to apzināšana un iespējami racionāla izmantošana ievērojami iepaliek. Tādēļ Valsts pētījumu programma NatRes par vietējo resursu ilgtspējīgu izmantošanu ir nozīmīgs ieguldījums attīstībai nākotnē, bet zemes dziļu resursu selektīva ieguve, jauno tehnoloģiju ieviešanai un produktu ražošanai būs nozīmīgs pienesums vides aizsardzībā. Iegūtie rezultāti ir daudzie patenti, jauni materiāli un produkti, kā arī monogrāfijas un zinātniskie raksti, kas aprobēti dažāda līmeņa zinātniskās konferencēs. Projekta rezultāti ir pieejami sociāliem partneriem ražošanā, izglītībā un pētniecībā, un tie veicinās tautsaimniecības attīstību valstī. Projekta gaitā iegūtie rezultāti ir zinātniski un arī lietišķi augstvērtīgi, kas ļauj pamatoti iezīmēt turpmāko pētījumu galvenos virzienus.

Atslēgas vārdi: zemes dziļu resursi, dabiskās izejvielas, tehnoloģijas, inovatīvi materiāli.

I. IEVADS

Valsts pētījumu programmas Nr. 2010.10-4/VPP-5 NatRes projekts „Zemes dzīles” pamatā ir vērsts uz vietējo zemes dziļu resursu racionālu izmantošanu – ar jaunām zināšanām, tehnoloģijām un inovatīviem produktiem aizstāt resursu (izejvielu, enerģijas, cilvēkresursu u.c.) ietilpīgas ražošanas ar saudzīgākām, ekonomiskākām. Šādā kontekstā tas būtu vērtējams kā nozīmīgs vides aizsardzības pasākums, jo jaunās tehnoloģijas ļauj iegūt augstvērtīgus inovatīvus produktus no daudz mazāka izejvielu daudzuma.

Lai arī Latvijas zemes dzīles ir salīdzinoši labi apzinātas, šo zināšanu lielākā daļa ir būtiski novecojusi, un tādēļ likumsakarīgs ir zemes dziļu dominējoši konservatīvais izmantošanas veids – tās ir dažādas izejvielas, kuras pārveidotas ļauj iegūt dažādus galaproduktus ar salīdzinoši zemu pievienoto vērtību. Neizstrādājot jaunas tehnoloģijas, šo produktu dažādošanas iespējas ir visai ierobežotas un ražošana kļūst ekstensīva, resursus netaupoša un neefektīva.

II. PĒTĪJUMU VIRZIENI UN APAKŠPROJEKTI

Iepriekšēji norādītais noteica projekta pamata mērķi – apzināt dabisko zemes dziļu daudzveidību, kas ļautu izstrādāt jaunas tehnoloģijas esošo izejvielu izmantošanai jaunu un inovatīvu produktu iegūšanai. Projekts galvenokārt pievērsās mālu, arī kūdras un sapropeļa pētījumiem, kā arī vērtēja dolomīta, kaļķakmens un kvarca smilšu izmantošanas iespējas un šo darbu organizēja kā apakšprojektus, izveidojot 6 atsevišķas pētnieku grupas LU un RTU struktūrvienībās, bet apakšprojektos – tiek izstrādātas atsevišķas pētījumu tēmas. Tās ir elastīgas mērķorientētas tematiskās grupas, kas aptvēra ģeoloģijas, ķīmijas, bioloģijas, vides zinātnes un materiālzinātņu dažādas zinātniskās pētniecības jomas. Minētie apakšprojekti ir šādi:

1. Latvijas mālu piemērotības novērtēšana jaunu produktu un to ražošanas tehnoloģiju izstrādei. Apakšprojekts realizēts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē, atbildīgais izpildītājs V. Segliņš.

2. Augsti dispersu sistēmu ieguves tehnoloģija un izpēte uz Latvijas mālu pamatnes inovatīvam pielietojumam sorbcijas procesos, vides tehnoloģijās, medicīnā un kosmetoloģijā. Apakšprojekts realizēts RTU Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūtā, atbildīgā izpildītāja Līga Bērziņa-Cimdiņa.

3. Jauni keramikas produkti un tehnoloģijas. Pētījums veikts RTU Silikātu materiālu institūtā, atbildīgā izpildītāja G. Sedmale.

4. Energotaupīgas augsti poraina keramzīta iegūšanas tehnoloģijas no Latvijas māliem. Pētījums tiek veikts RTU Silikātu materiālu institūtā, atbildīgais izpildītājs V. Švinka.

5. Kūdra un sapropelis kā augstvērtīgas izejvielas jaunām tehnoloģijām un produktiem ar augstu pievienoto vērtību. Pētījumu virziens realizēts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē, atbildīgais izpildītājs M. Kļaviņš.

6. Uz keramzīta bāzes izveidoti jauni biotehnoloģijas produkti un tehnoloģijas. Pētījumi realizēti Latvijas Universitātes Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūtā, atbildīgā izpildītāja O. Mutere.

Visos projekta pētījumu virzienos (apakšprojektos) ir iegūti augstvērtīgi zinātniski un lietišķi rezultāti, kas ļauj pamatoti noteikt projekta turpmākās pētniecības prioritātes.

III. VEIKTO PĒTĪJUMU KOPEJĀ STRATĒGIJA

Projekts kopumā paredzēja balstīt tieši Latvijas zemes dziļu daudzpusīgu apzināšanu un šo resursu ilgtspējīgu izmantošanu, novitātes tehnoloģijās, kas ļautu radīt jaunus materiālus un produktus ar augstu pievienoto vērtību. Tādēļ detalizētas zināšanas par iespējamo izejvielu iegulām tiek iegūtas papildus ģeoloģiskos pētījumos, bet paraugi mūsdienīgām analītiskām pārbaudēm tiek pētīti Silikātu materiālu un Vispārējās ķīmijas tehnoloģijas institūtā. Tie tiek paplašināti jaunu materiālu un produktu pētījumos un perspektīvākiem tiek izstrādātas jaunas tehnoloģijas. Šo pētījumu gaitā tiek precizēts izejvielu vēlamais sastāvs un īpašības dabā, kas mērķtiecīgi tiek meklētas ģeoloģiskajos pētījumos. Tam seko papildus pētījumi, paraugu noņemšana un analītiskie pētījumi laboratorijās līdz jaunajiem tehnoloģiskajiem risinājumiem un tiek noteiktas prasības zemes dzīlēs atrodamām izejvielām. Šāda intensīva datu, pētījumu rezultātu un informācijas apmaiņa ļāva jau projekta laikā iegūt augstvērtīgus rezultātus. Būtisku pienesumu šajā pētnieciskās sadarbības sistēmā piešķir biotehnoloģiju pielietošana, to mērķtiecīgi piesaistot jauniem keramikas materiāliem un izvirzot papildus prasības šo materiālu īpašībām. Šajā posmā tiek iegūtas tehnoloģijas un produkti ar

visaugtāko pievienoto vērtību. Vienlaicīgi pētniecības mijiedarbības shēmā šīs jaunās prasības tiek attiecinātas uz tehnoloģijām un nonāk pie atšķirīgas kvalitātes izejvielu meklēšanas dabā [1].

Pēc līdzīgas shēmas salīdzinoši noslēgtākā ciklā tika veikti arī kūdras un sapropeļa pētījumi, kas arī vainagojās tādējādi ar daudziem jaunos patentos nostiprinātiem produktiem.

IV. PROJEKTA IETVAROS IEGŪTIE REZULTĀTI

Latvijas zemes dzīles ir bagātas ar derīgajiem izrakteņiem, tomēr to dabiskā daudzveidība ir ierobežota. Nenoliedzami pazemes ūdens ir augstākā vērtība un, kā pašsaprotami tiek pieņemts, ka šie resursi mums ir ļoti bagātīgi un daudzums – gandrīz neierobežots. Tomēr tas ir visai vienkāršoti, jo detalizēti pētījumi pēdējos 20 gados ir veikti tikai atsevišķos gadījumos. Tautsaimniecības ekstenīvai un tradicionālai attīstībai vēsturiskās zināšanas par šiem resursiem ir pietiekamas un ar šādām zināšanām par tādām tradicionālām izejvielām kā smilts, grants, māli, dolomīti, kaļķakmens, valsts ir nodrošināta daudzu gadu desmitus perspektīvā. Vienlaicīgi, ja ražošana maina produkcijas veidu, tehnoloģiju vai tiek izvirzītas kādas papildus prasības izejvielu kvalitātei, tad esošās zināšanas par Latvijas derīgajiem izrakteņiem ir nepietiekamas un neatbilstošas. Valsts pētījumu programmas ietvaros paveiktais norāda uz vairākiem būtiskiem aspektiem, kas līdzšinēji ir mazāk tikuši izcelti. Vispirms tā būtu vēsturisko (vairāk kā pirms 20 gadiem) veikto derīgo izrakteņu pētījumu nozīme un atbilstība mūsdienu ražošanas tehnoloģiju prasībām. Atzīmējams, ka iepriekšējos gados uzkrātie dati un materiāli ir augstvērtīgs materiāls teritoriju attīstības plānošanai, reģionāliem pārskatiem un potenciālu novērtējumiem. Šajā ziņā Latvijas zemes dzīles ir ļoti pamatīgi apzinātas un nav prognozējams, ka nākotnē nelielā dziļumā varētu tikt atrastas lielas derīgo izrakteņu atradnes.

Ievērojami sarežģītāka un ne vienmēr viennozīmīga ir daudzu vispārīzplatīto derīgo izrakteņu kvalitātes un atbilstības izvērtēšana, jo izejvielu patērētāji (pārstrādes uzņēmumi) daudzviet joprojām izmanto morāli novecojušas tehnoloģijas un ražo visai tradicionālus produktus. Citos uzņēmumos ir ieviestas jaunākas tehnoloģijas, bet mūsdienu tirgus prasībām atbilstošu ražošanas tehnoloģisko iekārtu ieviešana stagnē. Tādējādi zemes dziļu resursu un derīgo izrakteņu kvalitātes izvērtējumam ir jābūt pietiekami elastīgam, kas ļautu esošās un papildinātās zināšanas izmantot visai atšķirīgās tehnoloģiju attīstības vidēs. Vairāku gadu garumā šāds izvērtējums tika sagatavots, un A. Stinkules un Ģ. Stinkuļa sagatavotais – „Latvijas derīgie izrakteņi” ir pieejams Valsts pētījumu programmas partneriem - uzņēmējiem, citu zinātņu nozaru pētniekiem un izglītības iestādēm. Monogrāfija ir sistemātisks apskats un analīze, kas norāda ne tikai uz resursu bagātību, bet arī uz racionālu to izmantošanu, izmantošanas ierobežojumiem dabiskā sastāva izmaiņu un citu apstākļu dēļ. Norādīta arī turpmāko pētījumu nepieciešamība un to teritoriālā piesaiste, kā arī norādīta daudzu mūsdienu pārstrādes tehnoloģijām nepieciešamo izejas datu nepietiekamība. Līdzīgi secinājumi izriet arī no kvarca smilšu un kūdras, atsevišķu māla un smilts-grants atradņu tipu pārskata un detalizētiem pētījumiem, par kuriem pētījumu rezultāti arī ir monogrāfiski apkopoti. Kopumā šie pētījumi

norāda uz nepieciešamību veikt ievērojami augstākas detalizācijas sedimentoloģiskus un paleoģeogrāfiskus pētījumus izejvielu apzināto īpašību prognozēm iegulās zemes dzīlēs.

Tā ir visai būtiska tradicionālās derīgo izrakteņu meklēšanas paradigmas maiņa. Senāk augsti kvalitatīva un standartiem atbilstoša izejviela noteica ražošanas izvietojumu, produkcijas veidu un ražošanas jaudas, kā arī iegūstamo izejvielu daudzumu un tas bija saistīts ar dažādu ietekmi uz vidi. Realizējot projektu „Zemes dzīles”, koncepcija balstījās uz esošo ģeoloģiskās izpētes materiālu atkārtotu izvērtēšanu, kas ļautu veidot nepieciešamos izejas datus iespējamo pārstrādes tehnoloģiju attīstībai, jaunu materiālu ieguvei un inovatīvu produktu ražošanai.

Plašāk tika pētītas dažāda ģeoloģiskā vecuma (devona, juras, triasa un kvartāra) iegulas, kas raksturo visus valstī apzināto šī izrakteņa atradņu tipus. Projekta realizācijas gaitā papildus lauka pētījumi un paraugu noņemšana tika veikta vairāk nekā 100 derīgo izrakteņu iegulās visā valsts teritorijā. Sekojošās pārbaudes un datu analīze norāda, ka turpmākiem pētījumiem kā perspektīvas var tikt vērtētas apmēram 12-16 māla iegulas.

Šobrīd apzinātais norāda, ka šo ģeoloģisko pētījumu apjoms ir nepietiekošs un ar tradicionālām metodēm tas aizņems neadekvāti ilgu laiku. Tādēļ projektā tika attīstītas netiešās ģeofizikālās metodes, tās tika pielāgotas vietējiem apstākļiem un pētījumu nepieciešamajai detalitātei. Šādi augstas kvalitātes dati ir iegūti smilts, kūdras, kaļķakmens un dolomīta pētījumos, bet attiecībā uz mālu iegulām pielietotās metodes vēl ilgstoši būs jāpilnveido.

Visai plašu spektru veido pētījumi, kas veikti **Līgas Bērziņas- Cimdīņas** vadībā - *augsti dispersu sistēmu ieguves tehnoloģija un izpēte uz Latvijas mālu pamatnes inovatīvam pielietojumam sorbcijas procesos, vides tehnoloģijās, medicīnā un kosmetoloģijā*. Tie ietvēra dažāda ģeoloģiskā vecuma 12 māla iegulu paraugu detalizētu analīzi un izvērtējumu. Analītiski precīzi noteikti minerāli (illīts, kaolinīts, hlorīts, kvarcs, laukšpats, dolomīts, kalcīts, gētīts, muskovīts) un dati norāda, ka Latvijas dabā sastopamie māli ir visai daudzveidīgi un pat pie izteikti dominējoša illīta satura, ir iespējams atrast nepieciešamās dabiskās kompozīcijas jaunu tehnoloģiju un jaunu materiālu izveidei.

Tika veikta mālu attīrīšana un mālu minerālu iegūšana pilnveidojot pētniecības metodes, apstrādājot mālus ar citronskābi, ābolskābi un sālsskābi, kas ļāva uzlabot suspensiju stabilitāti, un ir iegūti apstiprinājumi par šo mālu kompozīciju apstrādi ar sālsskābi un citronskābi kā efektīvāko metodi.

Novērtēta Latvijas mālu izmantošana kosmetoloģijā un veikts no Latvijas māliem izveidoto 12 māla masku salīdzinājums ar 125 līdzīga rakstura tirgus kosmētiskiem produktiem Eiropā un apzinātas vispārīgas kosmētisko mālu likumsakarības. Konstatēts, ka mālu frakcijas ($\leq 2 \mu\text{m}$) daudzums ir 25-54%, putekļu frakcijas (2-63 μm) daudzums ir 45-74%, savukārt smilšu frakcija ($>63 \mu\text{m}$) ir mazāk par vienu procentu. Kopumā kosmētisko mālu produktu izstrādei perspektīvas atradnes Latvijā varētu būt Apriķu, Lažas, Prometeja un Ugāles, kur mālu paraugos irniecīgs smilšu (kvarca) daudzums un augsts mālu frakcijas saturs, kā arī māli

no dolomītu atradnes Iecavā, kur ir salīdzinoši neliels karbonātu saturs.

Reoloģisko īpašību pētījumi ietvēra tādu svarīgu parametru kā viskozitātes, plastiskuma un tiksotropijas novērtējumus, kas ir svarīgi parametri mālu izmantošanai ne tikai būvniecībā un keramikā, bet arī kosmetoloģijā, vides tehnoloģijās. Mālu-ūdens suspensiju reoloģisko īpašību pētījumi veikti 12 iegulu māliem un pētījumos noteikts, ka lielākajai daļai pētīto mālu piemīt tiksotropiskās īpašības. Eksperimentos izmantota < 63 μm frakcija, kas iegūta, izmantojot slāpās sijāšanas paņēmieni. Noteikts, ka pievienojot mālu suspensijām karboksimetilcelulozes nātrija sāli, to viskozitāte palielinās un tiksotropās īpašības kļūst izteiktākas. Turpretī Na₂CO₃ pievienošana samazina gan viskozitāti, gan tiksotropās īpašības. Pievienojot attīrītus mālu minerālus (daļiņu izmērs ≤ 2 μm), 50% glicerīna-ūdens suspensiju viskozitāte vairākkārtīgi palielinās (tīra 50% glicerīna-ūdens šķīdumam viskozitāte 20°C ir 0,006 Pa*s) [2].

Veiktie neapstrādātu un modificētu mālu sorbcijas procesu pētījumi ir svarīgi mālu izmantošanai vides tehnoloģijās, jo mālu sorbcijas īpašības ir iespējams izmainīt un uzlabot, apstrādājot un modificējot mālus ar neorganiskiem un organiskiem savienojumiem. Pētījuma ietvaros veikta smekstītu saturošu mālu no Vadakstes iegulas modificēšana ar dabīgo modifikatoru uz hemicelulozes un lignīna bāzes, kam sekoja iegūtā materiāla termiskā apstrāde. Konstatēts, ka, palielinot iegūtā materiāla termiskās apstrādes temperatūru no 300 līdz 800°C, mālu paraugu ūdens sorbcija samazinās, bet silikona un rapšu eļļas sorbcija palielinās divas reizes jeb par 100%. Salīdzinot 800°C termiski apstrādātu nemodificētu un modificētu mālu cinka un vara sorbciju no ūdens šķīdumiem, cinka sorbcija attiecīgi ir 65% un 75% no sākotnējās koncentrācijas, bet vara jonu sorbcija - attiecīgi 60% un 72%.

Arheoloģiskās keramikas pētījumi sākti keramikas izcelsmes noskaidrošanas jomā. Pateicoties mūsdienīgām pētniecības metodēm, augsti dispersu sistēmu saturošu arheoloģiskas izcelsmes objektu analīze ir atvieglota. Pētīts Turaidas pils mālu keramikas ķīmiskais un mineraloģiskais sastāvs, īpaši pils krāšņu keramikas izstrādājumi. Šādi pētījumi ļauj noskaidrot keramikas izcelsmi, t.i., lietotos izejmateriālus un iegūšanas tehnoloģiju – apdedzināšanas temperatūru un apdedzināšanas atmosfēru, kas atvieglos krāšņu konservācijas un restaurācijas darbus. Turaidas pils krāsns keramikas izcelsmes pētījumi liecina, ka krāsns keramika apdedzināta temperatūrās, kas zemākas par 900°C. Ķīmiskās un mineraloģiskās analīzes dati parādīja, ka Turaidas krāsns keramikas veidošanai, iespējams, ņemti vietējie devona māli ar zemu karbonātu saturu.

Gaidas Sedmales vadītās pētnieku grupas RTU Silikātu materiālu institūta pētījumā, kas veltīts *jauniem keramikas materiāliem un tehnoloģijām*, prioritāri tika attīstīti saistībā ar Latvijas minerālo izejvielu (mālu, kvarca smilšu un karbonātus saturošo iežu) apzināšanu, to īpašību izpēti un pielietojumu jaunu, zinātniski ekonomiski pamatotu, videi draudzīgu inovatīvu materiālu un izmantošanas tehnoloģiju pamatprincipu izstrādei.

Tā cieto minerālo izejvielu – mālu, kvarca smilšu, kaļķakmens un dolomīta pētījumi ļāva novērtēt šīs Latvijas zemes dziļu dabiskās izejvielas no fāžu sastāva un to pārvērtību temperatūras ietekmē, ķīmiskā sastāva un tipisko

raksturīgo īpašību viedokļa. Tas ļāva izstrādāt mūsdienīgu zinātniski izvērtētu attiecīgās minerālās izejvielas pielietojuma izvērtējumu konkrēta keramikas vai arī cita materiāla izstrādei. Dominējošā minerālā izejviela Latvijā, māli, ir analizēta detalizēti, bet izvērtētas ir arī kvarca smilšu, kaļķakmens un dolomīta īpašības, tajā skaitā apsekojot to iegulas dabā un novērtējot potenciālās iespējas to ieguves atjaunošanai vai uzsākšanai.

Ķīmiskās apstrādes pielietojums māliem tika pētīts saistībā ar enerģiju taupošu keramikas materiālu ieguves paņēmieni izstrādi, tajā skaitā dažādu tipu mālu ķīmisku (arī bioloģisku, mehānisku, termisku) priekšapstrādi ar sekojošu jauna keramikas materiāla ieguvi to saķepšanas procesā pie pazeminātām temperatūrām. Šī metode pamatojas uz to, ka mālu minerāli/māli, kā arī termiski aktivēti (temperatūrās ap 550-600°C) tiek apstrādāti ar sārmiem, tādējādi mainot Si/Al attiecību mālu minerālu struktūrā, līdz ar to iegūstot aktīvi cietējošu porainu materiālu, t.s. ģeopolimēru. Veikto pētījumu rezultātā un saistībā ar ģeopolimēru veidošanos/neveidošanos no Latvijas 2:1 kārtaino silikātu – illītu māliem (no vairāk kā 10 mālu atradnēm Latvijas teritorijā), kas apstrādāti ar dažādas koncentrācijas Na- vai K- sārmiem. Šie pētījumi ļāva noteikt, ka alkālīju aktivācijas procesā illītu 2:1 kārtainiem silikātiem, kas dominē Latvijas mālos, nav novērojama (jeb ir ļoti vāji izteikta) kovalento saišu Si-O, Al-O un Al-O-Si „sagraušana” ar tai sekojošu amorfas Si-O-Al struktūras (ģeopolimēru) veidošanos. Tajā pašā laikā novērojamās illītu struktūras izmaiņas galvenokārt ir saistītas ar struktūru veidojošo OH grupu „izzušanu”, kas nozīmē to, ka illītu struktūra kļūst vājāka, līdz ar to realizējas virkne īpašību izmaiņu attiecīgām saķepinātām keramikas produktam [3]. Atzīmēts, ka praktiskai pielietošanai būtisks ir saķepināšanas/apdedzināšanas temperatūras pazeminājums par 250-300°C, vienlaicīgi iegūstot keramikas materiālu ar augstu spiedes pretestības lielumu, kas atkarībā no konkrētā pielietotā māla svārstās ap 20-30 N/mm².

Aptuveni kalkulējot energoresursu ekonomiju apdedzināšanas procesā un to salīdzinot ar tradicionāli nepieciešamo 950-1000°C temperatūru, lai iegūtu spiedes stiprību 10-12 N/mm² robežās, tā sastāda ap 120 kcal/kg (rēķinot uz gatavo produktu masu) jeb 25-30% no kopējā tehnoloģiskā procesa kurināmā siltuma patēriņa. Pētījumos apzinātas arī vairākas citas tendences, piemēram, māliem, kas satur relatīvi ievērojamu daudzumu karbonātu minerālus (Prometeja atradnes māli) ir novērojams, ka spiedes stiprības lielumi temperatūrā ap 100°C pieaug, pateicoties tipisko cementa minerālu - kalcija hidrosilikāta izveidošanai cietēšanas procesā.

Pētījumā konstatēts, ka mikrobioloģiskai mālu apstrādei (pielietojot baktēriju veidu *Ps. fluorescens* AM PS11) mālu un arī keramikas tehnoloģijā nozīme ir saistībā ar iedarbi uz mālu reoloģisko īpašību (plūstamība, plasticitāte), žūšanas jutīguma koeficienta izmaiņām. Šajā pētījumu posmā konstatēts, ka mikrobioloģiskā mālu apstrāde ietekmē mālu-ūdens maisījumu plasticitātes/plūstamības izmaiņas, it sevišķi to palielinot māliem ar relatīvi zemāku mālvielu saturu. Jāatzīmē, ka pēc šķietamā blīvuma izmaiņām saķepinātiem keramikas paraugiem, šī apstrāde pazemina mālu saķepināšanas temperatūru.

Jaunu keramikas produktu izstrāde ir saistīta ar mālu, kā arī karbonātus saturošo izejvielu un kvarca smilšu izmantošanu augsttemperatūras augstas stiprības blīvas mullīta-ZrO₂ un kordierīta, kā arī porainas keramikas izstrādei, pielietošanai paaugstinātās temperatūrās, t.sk. vides aizsardzībai no atejošo dūmgāžu piesārņojuma. Pētījumā iegūtās šīs keramikas izstrādes ir raksturojamas ar paaugstinātu mehānisko (arī termisko) izturību un diferencētu plašu poru sadalījumu.

Atzīmējama arī jauna kvarca smilšu bagātināšanas paņēmiena izstrāde Fe-jonu piemaisījumu samazināšanai, lai šīs smiltis pielietotu augstvērtīga stikla/stikla šķiedras ražošanai nākotnē.

Attiecībā uz projekta mērķi - *izstrādāt tehnoloģijas jaunu keramikas produktu iegūšanai no Latvijas māliem* - atbilstošie pētījumi tika veikti vairākos virzienos. Tā **Visvalža Švinkas** vadībā ir izstrādāta tehnoloģija keramzīta (šūnainās keramikas) iegūšanai ar vienstadijas paņēmieni. No ražošanas enerģijas ekonomijas viedokļa analizēta porainas, vieglas keramikas pildvielas keramzīta iegūšana paātrinātā ražošanas ciklā. Izstrādāts tehnoloģisks paņēmieni keramzīta iegūšanai no māliem ar paaugstinātu liesinošo piedevu saturu. Par šo tehnoloģiju saņemts Latvijas patents LV 14291 B Keramzīta iegūšanas paņēmieni. Izstrādātais paņēmieni ievērojami saīsina termiskās apstrādes ciklu un paplašina šī materiāla ražošanai piemēroto izejvielu bāzi salīdzinājumā ar agrākiem priekšstatiem par keramzīta ražošanas tehnoloģiju ar divstadiju paņēmieni. Piedāvātā tehnoloģiskā procesa ilgums saīsina 4 reizes. Sadarbībā ar LU ģeologiem novērtētas Tūjas un Kupravas devona mālu dažādu slāņkopu selektīvās īpašības, kas ļauj paredzēt iespējas dažādas kvalitātes keramzīta ražošanai. Tā, piemēram, iespējama paaugstinātas stiprības keramzīta iegūšana no Kupravas māliem ar Fe₂O₃ saturu 8 – 9 % bez papildus izdegošām piedevām. Noteikts, ka Tūjas atradnes noteiktas mālu slāņkopas ir piemērotas mehāniski izturīga tumšas krāsas blīvu klinkera materiālu ieguvei. Tūjas mālu klinkerēšanās un blīvas saķepšanas intervālu stabilizē un paplašina silimanīta veidošanās apdedzināšanas procesā, kas ir līdz šim pirmo reizi konstatēts oriģināls fizikāli ķīmiskais process devona mālu apdedzināšanas rezultātā.

No keramzīta ražošanas viedokļa noskaidrots, ka blakus jau zināmām mālu atradnēm, kas izmantojamas keramzīta ražošanai, vieglo keramikas pildvielu ražošanai ir piemēroti arī mazplastiski devona māli ar liesinātāju saturu 40 – 60 %, kā arī kvartāra Prometeja atradnes māli ar dzelzs oksīda saturu 8 – 9 %. Pēc laboratorijas apstākļos izstrādāta testa keramzīta veidošanās process divstadiju tehnoloģijā pārbaudīts rindai zināmu un jaunu atradņu kvartāra māliem: Nīcgaļe, Laža, Prometejs, Šļūcenieki, Lielaucē, Progress, Apriķi. Šie māli ir piemēroti sevišķi viegla keramzīta iegūšanai, kura tilpuma masa ≤ 0,4 g/cm³. Kvartāra mālu izmantošanas tehnoloģisks trūkums ir ļoti īss uzpūšanās – deformēšanās temperatūru intervāls, kas apgrūtina keramzīta ražošanas procesu. Savukārt, devona māli (Tūja, Liepa, Planči, Skaņkalne) ir piemēroti vienpakāpes ātrās termiskās apstrādes procesam. Pētījumu rezultātā ir noskaidrots, ka ir iespējams paplašināt keramzīta tipa produkcijas sortimentu, iegūstot materiālus ar atšķirīgām īpašībām un iespējamo pielietojumu: vieglas granulas ar tilpuma masu ≤ 0,4 g/cm³ (celtniecības materiāliem ar samazinātu siltuma vadītspēju no Prometeja un

Apriķu māliem, piem., keramzīt betonam); vieglās pildvielas ar paaugstinātu mehānisko izturību (izmantojamas konstrukciju betonā ar samazinātu siltuma vadītspēju no Liepas un Kupravas māliem); vieglās pildvielas ar reljefu (negludu) virsmu (mikrobioloģijas tehnoloģijām baktēriju imobilizācijai no Planču un Liepas māliem), vieglās granulas ar tilpuma masu ≤ 0,5 g/cm³ (ilgi saglabā peldēt spēju un ir piemērotas aizsargbarjeru izveidošanai ūdens tilpnēs, jo uzsūc piesārņojumu u.c.).

Svarīgi izcelt, ka ir izstrādāts paņēmieni porainu keramikas granulu iegūšanai no dažādiem māliem un apobēta to ieguve ražošanas apstākļos (SIA „Lielaucē ceplis”). Granulas izžāvētā veidā izmantojamas kā sorbents dzīvnieku mītnēs vai kā augsnes uzlabotājs mitruma un minerālo piedevu regulēšanai. Termiski apstrādātas granulas analizētas no to sorbcijas spējas atkarībā no izejvielu ķīmiskā, granulometriskā un mineraloģiskā sastāva un no apdedzināšanas temperatūras. Izpētīts, ka neatkarīgi no pētīto mālu ģeoloģiskā vecuma (kvartāra vai devona māli), labākās sorbcijas īpašības ir tām granulām, kas apdedzinātas 800 – 900°C temperatūrā. Savstarpēji salīdzinot devona un kvartāra mālus, labākās sorbcijas īpašības uzrāda kvartāra mālu keramikas granulas, kurām ir lielāks īpatnējās virsmas laukums, salīdzinot ar tajās pašās temperatūrās apdedzinātām devona mālu granulām. Granulu sorbcijas spēja ir atkarīga arī no sorbējamās vielas rakstura (vielas ar molekulāru vai jonu saiti), no jona vai molekulas izmēra, kā arī no tā, kāds ir vides pH ūdenī iemērtām granulām [4]. Kvartāra mālu 700 – 900°C temperatūrā apdedzinātu granulu immersija ūdenī uzrāda bāzisku vidi, kas saistīts ar kvartāra mālu mineraloģisko sastāvu. Rezultātā ir izveidota pilotiekārta ūdens atsāļošanas mērīšanai, izmantojot porainas keramikas granulas (elektrovadītspējas izmaiņa) un ir izstrādāts paņēmieni granulu sorbcijas spējas palielināšanai, apstarojot granulas ar elektroniem (β starojums).

Kūdras īpašības un tās izmantošanas iespējas sorbcijas procesos un humusvielu iegūšanai ir galvenās **Māra Kļaviņa** vadītās pētnieku grupas pētniecības jomas. Pētījumā izmantota gan augstā, gan zemā purva kūdra, veicot gan preparatīvu paraugu ievākšanu (līdz 50 kg), gan kūdras pilnu profilu ievākšanu. Kūdra un tās profili raksturoti, nosakot tās botānisko sastāvu, sadalīšanās pakāpi, vecumu (izmantojot ¹⁴C datēšanu).

Salīdzinoši ar augstā purva kūdru, pētītas zemā purva kūdras īpašības, tās sastāvs (elementsastāvs, botāniskais sastāvs humifikācijas pakāpe, termiskās sadalīšanās procesi, izmantojot termogravimetriju), īpašību sadalījums kūdras profilā, līdz ar to sekmējot līdz šim mazizmantotā resursa izmantošanas iespējas. Raksturota zemā purva kūdras viendabīguma pakāpe, kas ir nozīmīgi, uzsākot kūdras rūpniecisko izmantošanu. Pierādīts, ka zemā purva kūdrā metālu un minerālvielu koncentrācijas ir ievērojami augstākas nekā augstā purva kūdrā, turklāt metālu sorbcija (piemēram, smago metālu jonu saistīšana) notiek, aizvietojot Ca, Mg, K, Na jonus, bet no otras puses, zemā purva kūdra ir ar ievērojami augstu buferkapacitāti un no tās iespējams izdalīt humusvielas ar augstu iznākumu. Kūdras izmantošanas iespējas lielā mērā ir atkarīgas no metālu satura tajā un spējām mijiedarboties ar metāliem. Metālu satura sadalījums kūdras profilā un no tām izdalītām humīnskābēm pierāda izteikti 3 zonu esamību un atšķirības zonu sadalījumā vertikālā griezumā: augšējais slānis, kurā dominē izteikti antropogēnas

izcelsmes zona; vidējais slānis, kurā metālu koncentrāciju ietekmē metālu akumulācijas spējas un apakšējais slānis, kurā metālu koncentrācijas nosaka ģeogēnie faktori un metālu koncentrācija gruntsūdeņos.

Raksturots zemā purva un augstā purva humusvielu sastāvs un to sadalījums kūdras profilā. Pētītas kūdras humusvielu ģenēzes likumsakarības. Ņemot vērā to, ka augstā purva kūdra veidojas sadaloties sūnaugiem, un to, ka sūnaugu sastāvā (kā to pierāda FTIR, Py-GC/MS, ¹³C KMR spektri) dominē ogļhidrāti, bet lignīna daudzums ir niecīgs, parādās atšķirības starp augstā un zemā purvu kūdru un attiecīgi no tām izdalītām humusvielām. Kūdras humusvielu diaģenēzes process ietekmē to struktūru un atkarību no kūdras veidojošās veģetācijas. Pētīti faktori, kas ietekmē kūdras humifikāciju un kūdras humīnskābju veidošanās procesus un humusvielu izmantošanas iespējas. Ņemot vērā pierādītās kūdras humusvielu veidošanās likumsakarības, izceļamas ievērojamās atšķirības iespējamajās humusvielu izmantošanas jomās. Tā ievērojami ātrāka kūdras humusvielu bioloģiskās degradācijas procesu intensitāte ietekmē izmantošanas iespējas lauksaimniecībā, bet paplašina izmantošanas iespējas citās jomās.

Par nozīmīgu un perspektīvu kūdras izmantošanas jomu uzskatāma tās izmantošana metālu jonu sorbcijai, par perspektīviem risinājumiem izceļot komunālo un rūpniecisko notekūdeņu attīrīšanu, kā arī pielietošanu mākslīgo mitrzemju izveidei. Gan augstā, gan zemā tipa kūdru raksturo augsta spēja saistīt metālisko elementu jonus atkarībā no to valences un koordinācijas pakāpes, turklāt sorbcijas kapacitāte var sasniegt līdz 100 mg/g kūdras. Izstrādāti risinājumi ar metāliem piesātinātās kūdras reciklēšanai, kā arī izmantošanai kolonnu procesos.

Lai attīstītu jaunas kūdras izmantošanas jomas, uzsākta kūdras modifikācijas risinājumu izstrāde, veicot kūdras modifikāciju ar organiskiem un neorganiskiem materiāliem – hibrīdsorbentu sintēzi. Hibrīdsorbentu sintēze nodrošina kūdras izmantošanas priekšrocību apvienojumu ar to modifizēšanai izmantoto materiālu īpašībām, piemēram, augstās kūdras īpatnējās virsmas, sorbcijas spējas kombināciju ar modifizējošā materiāla īpašībām, piemēram, mehāniskās izturības paaugstināšanu, kas ir nozīmīgi kolonnu procesos, bet vienlaikus būtiski izmainot un paplašinot sorbcijas rādītājus (kapacitāti) un sorbējamo vielu spektru. Ņemot vērā vides piesārņojuma saistīšanas aktualitāti, vides rekultivācijas virzienu, iegūti ar dzelzs (okso) hidroksīdiem un oksiapatītu modifizēta kūdra, veikta tās īpašību izpēte un īpašību raksturojums. Kūdras modifikācija, veicot hibrīdsorbentu sintēzi, ļauj saglabāt kūdras augsto īpatnējo virsmu jeb pat to paaugstināt, vienlaikus nodrošinot augstu spēju saistīt metālus. Īpaši atzīmējama kūdras hibrīdsorbentu spēja saistīt fosfātjonus, kas ir nozīmīgi notekūdeņu attīrīšanas risinājumu nodrošināšanai, kā arī V, VI grupas metaloīdus, īpaši tādas toksiskas vielas kā As (V), As (III), arsēnorganisko savienojumus [5], antimona un telūra savienojumus. Veikta detalizēta sorbcijas procesu termodinamikas un kinētikas izpēte, raksturots sorbcijas mehānisms un noteikts tās modelis.

Nozīmīga vidi piesārņojošo vielu grupa ir nafta un tās produkti. Lai izstrādātu sorbentus ar naftas produktiem piesārņotas vides rekultivācijai, piedāvāts veikt kūdras apstrādi ar silīcijorganiskiem savienojumiem, ķīmisku

modificēšanu. Tomēr naftas un tās produktu sorbcijas nodrošināšanai par efektīvāko risinājumu uzskatāma zemtemperatūras kūdras pirolīze, kaut arī kūdras aktīvā ogle nodrošina augstāku sorbcijas kapacitāti. Apskatītie pētījumi kopumā norāda, ka purvu un kūdras resursu izmantošanas iespēju un inovatīvu izmantošanas risinājumu izpēte ir visai perspektīvs pētījumu virziens augstu zinātnisku un lietišķu rezultātu sasniegšanai.

Olgas Muterēs vadītā pētnieku grupa pētījumus veica galvenokārt atbilstoši tematiskajam mērķim: *māls – izejmateriāls mikroorganismu biotehnoloģijai*.

Pētījumos izmantoti devona (Kupravas, Liepas, Planču atradnes) un kvartāra (Nīcgales, Lažas, Prometeja atradnes) māli un dažādi apstrādātas šūnainās keramikas granulas, kas šiem pētījumiem tika sagatavotas no minēto iegulu māliem un raksturotas RTU Silikātu materiālu institūtā.

Bioplēves veidošanās procesi uz māla vai keramikas virsmas un šo procesu stimulācijas tehnoloģiskie paņēmieni tika attīstīti laboratorijas eksperimentos, kolbās un kolonnās, kur keramikas materiāli kopā ar baktēriju tīrkultūrām vai asociācijām dažādā koncentrācijā tika inkubēti atšķirīgus laika periodus, dažādā temperatūrā, pH, vidēs ar dažādu jonu spēku un pievienojot dažādas šķīstošas un nešķīstošas, organiskas un neorganiskas barības vielas. Pēc mikroorganismu imobilizēšanas tika veikta virkne laboratorijas un pilotmēroga eksperimentu augsnes, notekūdeņu un gaisa attīrīšanā no piesārņojuma, tai skaitā, aprobējot un izmantojot 2- un 5-kolonnu (katras kopējais tilpums 1,58 litri) biofiltrācijas modeļu sistēmas. Lai pārbaudītu uz keramikas granulām imobilizēto baktēriju aktivitāti piesārņotā augsnē, veikts divus gadus ilgs eksperiments pilota iekārtu mērogā [6].

Atsevišķa pētījumu tēma aptvēra māla/keramikas – mikroorganismu sistēmas morfoloģisko un funkcionālo īpašību izpētes metodes. Mikroorganismu un māla vai keramikas mijiedarbības novērošanai un bioplēves veidošanās dinamikas un noturības pierādīšanai izmantota redzamās gaismas un skenējošā elektronu mikroskopija. Ar fluorescentām iezīmēm un epifluorescences mikroskopiju vizualizētas dzīvās un bojāgājušās baktēriju šūnas. Analizēta imobilizēto mikroorganismu enzimatiskā aktivitāte, nosakot fluoresceīna acetāta hidrolīzes aktivitāti un pēc bioķīmiskiem rādītājiem novērtēta šūnu spēja modeļeksperimentos noārdīt augsni, ūdeni un gaisu piesārņojošas vielas.

Veikti pielietojamie pētījumi trīs virzienos. Pirmais un vissvarīgākais virziens ir keramikas nesējmateriālu izveide un mikroorganismu imobilizēšana uz tiem. Pētot dažādus mālus un to izstrādājumus, konstatējām, ka dažiem piemīt antibakteriālas īpašības. Tā izveidojās otrs virziens – mālu un keramikas materiālu dezinficējošā iedarbība un tās pielietošanas izpēte. Trešais, visjaunākais, pētījumu gaitā radies virziens – māla fizikāli ķīmisko īpašību modifizēšana, izmantojot mikroorganismu sintezētos eksopolisaharīdus un citus šūnu metabolisma produktus.

Uz māla daļiņu un keramikas virsmas adsorbējas gan barības vielas, gan mikroorganismu šūnas. Keramikas granulā mijiedarbība ar baktērijām, baktēriju adhēzija un bioplēves veidošanās ir atkarīga no granulā veida (sastāva, apstrādes temperatūras, virsmas laukuma, tekstūras u.c. īpašībām), inkubācijas temperatūras un vides ķīmiskā sastāva.

Pētījumos konstatētā atsevišķu keramikas materiālu antibakteriālā aktivitāte varētu būt jauns turpmāko pētījumu virziens inovatīvu antimikrobiālu produktu izstrādāšanai.

Kopumā šajā pētījumu jomā paveiktais pašreiz kā galvenos secinājumus ļauj noteikt - Liepas sarkanie, Planču u.c. māli ir piemērots izejmateriāls mikroorganismu imobilizācijai. Keramikas nesēja īpašības un mijiedarbība ar mikroorganismu šūnām lielā mērā ir atkarīgas no keramikas granulu ražošanas tehnoloģijas, piedevu sastāva un bioplēves veidošanās apstākļiem. Veikta adhēzijas un bioplēves veidošanās apstākļu optimizēšana, lai iegūtu maksimāli daudz enzimatiski aktīvu imobilizētu šūnu. Vides attīrīšanas modeļeksperimentos parādīts, ka uz keramikas granulām imobilizētas baktērijas ilgstoši saglabā dzīvotspēju un aktīvi darbojas vides attīrīšanā no kaitīgām organiskām vielām gan augsnē, gan ūdenī, gan arī gaisā. Izpētīts dabisko mālu mikrobioloģiskais piesārņojums. Konstatēts, ka mālu plasticitāti var palielināt ar baktēriju sintezētiem eksopolisaharīdiem. Atsevišķiem mālu materiāliem atklātas praksē izmantojamas antibakteriālas īpašības.

V. PERSPEKTĪVAS

Valsts pētījumu programmas projektā līdzšinēji paveiktais kopumā ir bijis sistemātisks un mērķtiecīgs pētnieciskais darbs Latvijas zemes dziļu apzināšanā. Blakus resursu īpašību pētījumiem, daudz lielāka vērība tika pievērsta šo vērtīgo resursu izmantošanas iespēju apzināšanai, jaunu tehnoloģiju un produktu izstrādei un patentēšanai, zinātniski pamatotu likumsakarību publicēšanai mēdijos dažādām mērķauditorijām – uzņēmējiem un tehnoloģiem, pētniekiem un amatpersonām, arī izglītības iestādēm un plašai sabiedrībai. Līdzšinējā pieredze rāda, ka augstie sasniegumi panākami daudzu pētnieku grupu ciešā mijiedarbībā un nākotnē vēl plašāk šajā partnerībā būtu iesaistāmi ražošanas uzņēmumi, bet par iegūtiem rezultātiem ir lietderīgi vēl plašāk informēt sabiedrību. Tas ir svarīgi, tomēr šāds informēšanas un pakāpenisku izmaiņu ceļš aizņems daudzus gadus līdz mērķtiecīgu zinātnisko pētījumu rezultāti tiks ieviesti ražošanā, kas netieši norāda uz nepieciešamību turpmāk attīstīt un pastiprināt uzsāktos pētījumu virzienus.

Latvijā kopš 2008. gada ražošanas nozarēs, kuras ir Valsts pētījumu programmas projekta „Zemes dziļes” mērķauditorija, atkopšanās un ekonomiskā izaugsme joprojām ir nestabila. Nozares stagnē un joprojām ir attālas no pirmskrīzes rezultātīvajiem rādītājiem, bet daudzi uzņēmumi tā arī vairs neatjauno ražošanu. Nozīmīga loma te ir pieaugušām enerģijas izmaksām un paaugstinātiem nodokļiem par dabas resursu izmantošanu, arī citiem maksājumiem, kas kopumā ievērojami sadārdzina produkciju un tā ir maz konkurētspējīga. Bez nopietna un vidēja termiņa valsts atbalsta šīs nozares turpmāk nespēs attīstīties, to rīcībā nav pietiekošu resursu arī ražošanas pārstrukturēšanai jaunu tehnoloģiju ieviešanai.

VPP gaitā ir izstrādāti un patentēti vairāki jauni produkti ar augstu komerciālo vērtību, izstrādāti arī tehnoloģiskie režīmi un daži risinājumi ir izmēģināti pilotprojektu režīmā. Iespējams, ka uzņēmēju iesaistīšanai un pilotprojektu realizēšanai būtu jāveido valsts atbalstīti tehnoloģiskie parki vai īpaši izveidota valsts kapitālsabiedrība, kas spētu realizēt pilnmēroga tehnoloģiskās pārbaudes jaunajiem produktiem.

Tās šobrīd atsevišķiem uzņēmumiem nav pa spēkam, jaunu tehnoloģiju ieviešana izpaliek un jaunu augstvērtīgu un konkurētspējīgu produktu ražošana tiek atlikta.

Nacionālajā attīstības plānā 2014.–2020. gadam un atbilstošā darbības programma 2014.–2020. gadam „Izaugsme un nodarbinātība” paredz vairākas investīciju prioritātes rūpnieciskās ražošanas attīstībai. Tā prioritārā virziena „Pētniecība, tehnoloģiju attīstība un inovācijas” ietvaros atbalsts paredzēts zinātnes, pētniecības un inovāciju attīstības veicināšanai, atbalstot tehnoloģiju pārnesi, pētniecības rezultātu komercializāciju un jaunu, zinātnietilpīgu produktu un tehnoloģiju izstrādi un ieviešanu ražošanā. Pēc mūsu domām, šāds risinājums varētu ļautu efektīvāk izmantot valsts pētījumu programmā iegūtos zinātniskos rezultātus un veicinātu esošās ražošanas pārstrukturēšanos par labu inovatīvu produktu ar augstu pievienoto vērtību ražošanai un veicinātu eksporta tirgus attīstību.

PATEICĪBAS

Pateicība LZA īstenajam loceklim U. Sedmalim, kas ieguldīja ļoti daudz savu zināšanu un laika veidojot šo pētījumu projektu, Valsts pētījumu programmas Nr. 2010.10-4/VPP-5 „Vietējo resursu (zemes dziļu, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas (NatRes)” vadītājam B. Andersonam, projekta iesaistīto pētniecības grupu vadītājiem, RTU un LU pētniekiem, kas visus šos gadus aktīvi veica pētījumus un ieguva atzīstamus zinātniskus un lietišķus rezultātus projekta „Jaunu tehnoloģiju izstrādāšana inovatīvu produktu radīšanai no Latvijas zemes dziļu resursiem (Zemes dziļes)” ietvaros.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] Segliņš, V. Zemes dziļu mērķtiecīga apzināšana jaunu tehnoloģiju un inovatīvu produktu izstrādei. In.: Andersons, B., Segliņš, V., Dubrovskis, D., Galburda, R., Paeglītis, A. (Eds.) *Vietējo resursu (zemes dziļu, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana - jauni produkti un tehnoloģijas (NatRes). Valsts pētījumu programma, 2010 – 2013.* Rakstu krājums. Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts, Rīga, 2013. lpp. 15-19.
- [2] Dusenkova, I., Stepanova, V., Vecstaudza, J., Lakevics, V., Malers, J., Berzina-Cimdina, L. Viscosity and plasticity of Latvian illite clays. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 2013, Vol.10, N 4 (172), pp. 449 – 454.
- [3] Sedmale, G., Khmelov, A. Characteristic of Mullite-Zirconium Ceramic Obtained from Powders Synthesized by the Hydrothermal Method. *Chemistry and Materials Science. Glas and Ceramics*, 2011, Vol. 68, N 3-4, pp. 123-127.
- [4] Dabare, L., Švinka, R., Svinka, V. Sorption of inorganic substances on the porous Latvian clay ceramic. *Latvian Journal of Chemistry*, 2012, N 4, pp. 383-388.
- [5] Ansons, L., Klavins, M., Viksna, A. Arsenic removal using natural biomaterial-based sorbents. *Environmental Geochemistry and Health*, 2013, Vol. 35, N 5, pp. 633-642.
- [6] Muter, O., Berzins, A., Potapova, K., Strikauska, S., Stelmahere, S. Bacteria immobilization on ceramic beads for soil remediation technologies. *Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety (ISP:EB)*, 2011, Vol. 5, pp. 152-162.

Valdis Segliņš: Professor, Dr. geol.

University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, Department of Geology. Head of the Chair of Applied geology. Author of more than 300 scientific publications mostly in the area of mineral resources, geological mapping, Quaternary geology and geoarchaeology articles.

Address: Raiņa bulv. 19, LV1050, Rīga, Latvia
Phone: + 371 67331766, Fax: + 371 67332704
e-mail: Valdis.Seglins@lu.lv

Valdis Seglins. Major Results and Perspectives of State Research Programme Project “Mineral Resources”.

This article describes the aim, major tasks and gained scientific and applied results during the implementation of the State Research Programme Project “Mineral Resources”. The main goal of this project is to promote sustainable exploitation of Latvian mineral resources – finding new raw materials with certain properties suitable for new processing technologies to reach innovative materials and products. Therefore, in cooperation with the University of Latvia and Riga Technical University, six interconnected research directions (subprojects) with high potential of application in the national economy were developed:

1. Evaluation of Latvian clay suitability for the development of new products and technologies (lead by V. Seglins);
2. Development of technologies for high disperse systems based on Latvian clays for new innovative applications to sorption processes, environmental technologies, medicine and cosmetics (lead by L. Berzina - Cimдина);
3. New ceramic products and technologies (lead by G. Sedmale);
4. Technologies for energy-efficient highly porous *ceramics* from Latvian clays (lead by V. Svinka);
5. Peat and sapropel as high value raw material for new technologies and products with a high-added value (lead by M. Klavins);
6. New biotechnological products and technologies on the base of porous *ceramics* (lead by O.Muter).

The development of these research directions allows achieving high scientific results in each individual research group, research field and demonstrates high synergy in the studies of clay and peat. Significant results are now available regarding quartz sand, dolostone and limestone. The paper in short describes particular research results and encompasses the fields of studies in the future. Project success, in general, is characterized by a number of patents, new materials and products, supplemented by monographs and scientific papers, doctoral theses, etc. These results are available for Project social partners in industry, research and education and will support development of the national economy.

Валдис Сеглиньш. Основные результаты и перспективы Государственной программы исследований «Недра земли».

В данной статье описаны цели, главные задачи и полученные научные результаты в ходе внедрения Государственной программы исследований «Недра земли». Главной целью этой программы является долгосрочное стимулирование исследований латвийских недр земли путём поиска и обнаружения нового сырья с определёнными свойствами для технологичной переработки и развития новых продуктов. Для достижения этой цели Латвийский университет и Рижский технический университет объединили шесть научно-исследовательских направлений (под-проектов) с высоким потенциалом применения в национальной экономике:

1. Оценка пригодности латвийской глины для разработки новых продуктов и технологий их производства (под руководством В.Сеглиньша).
2. Развитие и исследование технологий по инновационному применению латвийской глины в процессах сорбции, в области технологий окружающей среды, медицины и косметической отрасли (под руководством Л.Берзини -Цимдини).
3. Новые технологии и продукты из керамики (под руководством Г.Седмале).
4. Энергосберегающие технологии получения высокопористого керамзита из латвийской глины (под руководством В.Швинки).
5. Торф и сапропель, как высококачественный сырьевой материал для разработки новых технологий и продуктов с высокой добавочной стоимостью (под руководством М.Клявиньша).
6. Новые биотехнологические продукты и технологии, созданные на базе керамзита (под руководством О.Мутере).

Развитие данных исследовательских направлений позволило достигнуть высоких научных результатов в каждом отдельном исследовательском направлении, продемонстрировав синергию, в особенности в направлениях исследований торфа и глины. Существенные результаты достигнуты в области исследований кварцевого песка, доломита и известняка. Данная статья вкратце описывает полученные результаты и будущие научные направления. Успешность проекта также обусловлена несколькими патентами, полученными новыми материалами, а также монографиями, научными статьями, диссертациями и пр. Результаты исследований доступны для социальных партнёров в отраслях производства, исследований и образования, и таким образом будут стимулировать развитие национальной экономики.