

STARPTAUTISKAIS SIMPOZIJS  
**SMILTS UN STIKLS**

*INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
**SAND AND GLASS***



**ZINĀTNISKO RAKSTU KRĀJUMS**  
***SYMPOSIUM SCIENTIFIC PAPERS***

**LATVIJAS UNIVERSITĀTE**  
**2017**

Latvijas Universitātes 75. zinātniskā konference  
Valsts pētījumu programma RESPROD

STARPTAUTISKAIS SIMPOZIJS  
**SMILTS UN STIKLS**

*INTERNATIONAL SYMPOSIUM*  
***SAND AND GLASS***

**ZINĀTNISKO RAKSTU KRĀJUMS**  
***SYMPOSIUM SCIENTIFIC PAPERS***

Latvijas Universitāte  
2017

**Starptautiskais simpozījs “Smilts un stikls”. Zinātnisko rakstu krājums. Rīga: Latvijas Universitāte. 2017, 170 lpp.**

Latvijas Universitātes 75. zinātniskās konferences ietvaros ar Valsts pētījumu programmas ResProd atbalstu organizētais starptautiskais simpozījs “Smilts un stikls” apskata plašu zinātnisko pētījumu loku, un tas ir starpdisciplinārs, apvieno daudzpusīgus pētījumus. Plašais konteksts savukārt ļauj veikt ievērojami nozīmīgākus atklājumus, to skaitā – ar lietišķu pielietojumu. Simpozijā apskatītie zinātniskie darbi ir dažādos attīstības posmos, un tie iepazīstina gan ar pētnieku jau sasniegto, gan ar viņu iecerēm nākotnē. Izdevums paredzēts pētniekiem, studentiem un pētniecības sociālajiem partneriem kā informācijas avots. Tāpat tas, cerams, rosinās pievienoties jaunus dalībniekus un atbalstītājus šo pētījumu turpmākā realizācijā.

Zinātnisko rakstu krājums tiek izdots ar Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūta Zinātniskās padomes 2017. gada 21. februāra lēmumu Nr. 5/2017.

Izdevuma redakcijas padome:

Valdis Segliņš (atbildīgais redaktors, Latvijas Universitāte), Vitālijs Zelčs (Latvijas Universitāte), Aija Dēliņa (Latvijas Universitāte), Albertas Bitinas (Klaipēdas Universitāte), Ilze Vircava (Latvijas Lauksaimniecības universitāte), Normunds Stivriņš (Helsinku Universitāte), Viktorija Krupskaja (Krievijas Zinātņu akadēmija)

Recenzenti: *Dr. habil. chem.* Māris Kļaviņš (Latvijas Universitāte)  
*Dr. habil. biol.* Indriķis Muižnieks (Latvijas Universitāte)  
*Dr. geol.* Juris Soms (Daugavpils Universitāte)  
*Dr. geol.* Grazina Skridlaite (Kauņas Tehnoloģiju universitāte)



Simpozījs un zinātnisko rakstu krājums tapis ar Latvijas Universitātes un Valsts pētījumu programmas “Meža un zemes dzīļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas” RESPROD Nr. 2014.10-4/VPP-6/4 1. projekta GEO atbalstu.

Redaktore: Ieva Zarāne

Datorgrafika un dizains: Baiba Lazdiņa  
Paula Pelše

© Latvijas Universitāte, 2017

© Autoru kolektīvs, 2017

ISBN 978-9934-556-20-3

# SATURS

---

## 1. SESIJA

*Ģirts STINKULIS*

KVARCA SMILŠU UZKRĀŠANĀS APSTĀKĻI BALTIJAS DEVONA BASEINĀ <i>FORMATION CONDITIONS OF QUARTZ SAND DEPOSITS IN THE BALTIC DEVONIAN BASIN</i> .....	7
---	---

*Ģirts STINKULIS*

LATVIJĀ SASTOPAMO JURAS KVARCA SMILŠU VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI <i>FORMING CONDITIONS OF JURASSIC QUARTZ SAND IN LATVIA</i> .....	10
--	----

*Ivars STRAUTNIEKS*

SMILTIS, TO IZCELSME UN IZPLATĪBA LATVIJĀ <i>SAND AND ORIGIN AND DISTRIBUTION THEREOF IN LATVIA</i> .....	12
--	----

*Juris SOMS, Rita BIRUMA, Santa STRODE, Artis MARKOTS*

MORPHOLOGY OF LANDFORMS AND GRANULOMETRY OF AEOLIAN SAND DEPOSITS IN THE INLAND DUNE FIELD, THE SOUTHERN PART OF THE JERSIKA PLAIN <i>JERSIKAS LĪDZENUMA DIENVIDU DAĻAS IEKŠZEMES KĀPU MAŠĪVA MORFOLOĢIJA UN EOLO NOGULUMU GRANULOMETRIJA</i> .....	16
--	----

*Vija HODIREVA*

SMILŠAKMENS PIRMSRESTAURĀCIJAS IZPĒTE LATVIJAS KULTŪRAS MANTOJUMA OBJEKTOS <i>PRE-RESTORATION STUDY OF SANDSTONE IN THE LATVIAN CULTURAL HERITAGE OBJECTS</i> .....	19
---	----

*Aivars SPALVIŅŠ, Kaspars KRAUKLIS, Inta LĀČE*

ĢEOLOĢISKO SLĀŅŅU ŪDENS FILTRĀCIJAS KOEFICIENTA KARTES LATVIJAS HIDROĢEOLOĢISKAJĀ MODELĪ <i>PERMEABILITY MAPS OF GEOLOGICAL STRATA FOR HYDROGEOLOGICAL MODEL OF LATVIA</i> .....	21
--	----

*Inga RETIĶE, Jānis BIKŠE, Aija DĒLIŅA*

SMILTS NOGULUMU NOZĪME KVARTĀRA PAZEMES ŪDEŅU DABISKAJĀ AIZSARGĀTĪBĀ <i>IMPORTANCE OF SAND SEDIMENTS IN THE NATURAL PROTECTION OF THE QUATERNARY GROUNDWATER</i> .....	31
--	----

*Andis KALVĀNS, Konrāds POPOVS, Jānis BIKŠE, Aija DĒLIŅA*

VIDUS DEVONA GAUJAS UN AMATAS SVĪTAS NOGULUMU SUFOZIJAS ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMU REZULTĀTI PARAUGIEM NO URBUMA AIZKRAUKLĒ <i>STUDY RESULTS OF SUFFOSION PROPERTIES IN THE MIDDLE DEVONIAN SEDIMENTS OF GAUJA AND AMATA FORMATIONS</i> .....	33
---	----

## 2. SESIJA

*Ieva KALKA, Raimonds KASPARINSKIS*

GRANULOMETRISKĀ SASTĀVA GRUPU NOZĪME OGLEKĻA AKUMULĀCIJĀ  
AUGSNES MINERĀLAJĀ VIRSKĀRTĀ PROJEKTA LUCAS 2009 PIEMĒRĀ

IMPORTANCE OF THE GRANULOMETRIC COMPOSITION GROUPS IN  
CARBON ACCUMULATION IN MINERAL TOPSOIL  
WITHIN LUCAS 2009 PROJECT ..... 42

*Vita AMATNIECE, Oļģerts NIKODEMUS, Raimonds KASPARINSKIS,  
Guntis BRŪMELIS, Sandra IKAUNIECE*

AUGŠŅU FAKTORA LOMA OZOLU PAAUGAS IZPLATĪBĀ DAŽĀDĀS MEŽAUDZĒS  
EFFECT OF SOIL FACTORS ON THE DISTRIBUTION OF OAK UNDERGROWTH  
IN DIFFERENT FOREST STANDS ..... 46

*Līvija ZARIŅA*

SOIL NUTRIENT DYNAMICS ON SODDY PODZOLIC LOAMY SAND SOIL IN  
ORGANIC 6-FIELD ROTATION

AUGSNES BARĪBAS VIELU DINAMIKA VELĒNU PODZOLĒTĀ MĀLSMILTS  
AUGSNĒ BIOLOĢISKĀ SEŠU LAUKU AUGSEKĀ ..... 51

*Inese NĀBURGA-JERMAKOVA*

DEKORATĪVIE KSEROFĪTI APSTĀDĪJUMOS

DECORATIVE XEROPHYTES IN GREENERY ..... 53

*Ieva RŪRĀNE*

SMILTS AUGSNĒS SASTOPAMO KRUSTZIEŽU DZIMTAS (CRUCIFERAE JUSS.)  
SUGU RAKSTUROJUMS LATVIJĀ

CHARACTERIZATION OF MUSTARD FAMILY (CRUCIFERAE JUSS.) SPECIES  
OCCURRING ON SANDY SOILS IN LATVIA ..... 56

*Ingūna GUDRUPA*

TUKSNEŠU UN PUSTUKSNEŠU FLORA LATVIJAS UNIVERSITĀTES BOTĀNISKĀ  
DĀRZA SUBTROPU UN TROPU AUGU KOLEKCIJĀ.

SMILTS IZMANTOŠANA TO AUDZĒŠANĀ  
DESERT AND SEMI-DESERT FLORA OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE  
UNIVERSITY OF LATVIA IN THE SUBTROPICAL AND TROPICAL PLANT  
COLLECTION. USE OF SAND FOR PLANT CULTIVATION ..... 61

*Olga MUTERE, Māris SEŅKOVS, Gaļina MAKARENKOVA, Solvita ŠTELMAHERE,  
Zaiga PETRIŅA, Vizma NIKOLAJEVA*

SMILTS AUGSNES ĪPAŠĪBU PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI  
MIKROORGANISMU AKTIVITĀTES KONTEKSTĀ

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SANDY SOIL IN THE CONTEXT OF  
MICROBIAL ACTIVITY ..... 69

## 3. SESIJA

*Maris KLAVINS, William HOGLAND, Mait KRIIPSALU, Juris BURLAKOVS,  
Gintaras DENAFAS*

INTERNATIONAL COOPERATION FOR DEVELOPMENT OF NEW  
ENVIRONMENTAL REMEDIATION TECHNOLOGIES

STARPTAUTISKĀ SADARBĪBA JAUNU VIDES SANĀCIJAS  
TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDĒ ..... 72

<i>Oskars PURMALIS, Juris BURLAKOVS, Yahya JANI, William HOGLAND</i> PHYTOREMEDIATION AS A TOOL FOR REMEDIATION OF THE GLASSWORK CONTAMINATION SITES AS AN ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNIQUE	
<i>FITOREMEDIĀCIJA KĀ RĪKS UN VIDEI DRAUDZĪGS PAŅĒMIENS STIKLA RŪPNĪCU PIESĀRŅOJUMA SANĀCIJAI .....</i>	76
<i>Janīna SĒTIŅA, Liene GULBE, Līga PAUŠUS</i> LATVIJAS ATRADŅU SMILTIS KĀ PUCOLĀNA PIEDEVA BETONAM INVESTIGATION OF LATVIAN DEPOSITS SANDS AS FINE ADDITIVES FOR CONCRETE .....	78
<i>Janīna SĒTIŅA, Inna JUHNEVIČA, Gaida SEDMALE, Liene RIKĀ</i> LATVIJAS KVARCA SMILŠU RAKSTUROJUMS STIKLA RAŽOŠANAI CHARACTERISTICS OF LATVIAN QUARTZ SAND FOR PRODUCTION OF GLASS .....	84
<b>4. SESIJA</b>	
<i>Otīlija KOVAĻEVSKA</i> SMILŠU UN STIKLA TĒMA LATVIJAS VIETVĀRDU DATUBĀZĒ 'SAND' AND 'GLASS' IN THE DATABASE OF LATVIAN PLACE NAMES .....	90
<i>Zane CEKULA</i> SMILTIS UN STIKLS BIJUŠĀ ALŪKSNES, BALVU, DAUGAVPILS, DOBELES, JĒKABPILS, LIMBAŽU RAJONA VIETVĀRDOS SAND AND GLASS IN THE PLACE NAMES OF FORMER ALŪKSNE, BALVI, DOBELE, DAUGAVPILS, JĒKABPILS, LIMBAŽI DISTRICTS .....	97
<i>Botolv HELLELAND</i> 'SAND' IN NORWEGIAN PLACE NAMES SMILTS NORVĒGIJAS VIETVĀRDOS .....	107
<i>Laimute BALODE</i> SMILTS UN STIKLS LATVIEŠU UN CITU TAUTU ANTROPONĪMIJĀ SAND AND GLASS IN THE LATVIAN AND FOREIGN ANTHROPONYMY .....	112
<i>Sanda RAPA</i> SMILTIS LATVIJAS VIETVĀRDOS SMILTIS 'SAND' IN THE LATVIAN TOPONYMY .....	116
<i>Anna STAFECKA</i> SMILŠU NOSAUKUMI LATVIEŠU VALODAS IZLOKSNĒS THE NOTIONS OF SAND IN LATVIAN DIALECTS .....	122
<i>Muntis AUNS</i> SMILTS UN MĀLS LATVIJAS 17.–18. GADSIMTA MĀJVĀRDOS SAND AND CLAY IN THE LATVIAN 17th–18th CENTURY HOMESTEAD NAMES .....	126
<i>Margarita BARZDEVIČA</i> SMILTIS UN SMILTĀJI RĪGĀ PĒC 17. UN 18. GS. SĀKUMA KARTOGRĀFISKĀ MATERIĀLA DATIEM SAND AND SANDY AREAS IN RIGA AFTER CARTOGRAPHIC IMAGES IN THE 17th AND EARLY 18th CENTURY .....	130

## 5. SESIJA

*Janīna KURSĪTE*

SMILTIS UN STIKLI LATVIEŠU TAUTASDZIESMĀS

*SAND AND GLASS IN THE LATVIAN FOLKSONGS* ..... 132

*Juris URTĀNS*

SMILŠU BEDRES = KAPU BEDRES

*SAND PITS = GRAVE PITS* ..... 141

*Mārtiņš LAIZĀNS*

BORHESA "SMILŠU GRĀMATA": SMILTIS UN BEZGALĪBA

*BORGES' "BOOK OF SAND": SAND AND INFINITY* ..... 146

## 6. SESIJA

*Ilona AUDERE*

LATVIJAS STIKLA DIZAINA VĒSTURE EIROPAS KONTEKSTĀ

*LATVIAN GLASS DESIGN HISTORY IN EUROPEAN CONTEXT* ..... 148

*Mārīte JAKOVĻEVA*

STIKLA RAŽOŠANA KURZEMES HERCOGU UZŅĒMUMOS

*GLASS MANUFACTURING AT COMPANIES OWNED BY  
COURLAND DUKES* ..... 154

*Valdis SEGLIŅŠ*

STIKLS SENAJĀ ĒĢIPTĒ

*GLASS IN THE ANCIENT EGYPT* ..... 156

## 7. SESIJA

*Daiga KUNKULBERGA*

SMILŠU MĪKLAS CEPUMU UZTURVĒRTĪBAS PAAUGSTINĀŠANAS IESPĒJAS

*OPPORTUNITIES TO IMPROVE THE NUTRITIONAL VALUE OF  
SHORTCRUST PASTRY COOKIES* ..... 160

*Ilga GEDROVICA*

SMILŠU STRUKTŪRA MILTU IZSTRĀDĀJUMOS

*"SANDY" STRUCTURE IN FLOUR PRODUCTS* ..... 163

*Daina KĀRKLIŅA*

GRAUDU STIKLAINĪBA

*GRAIN GLASSINESS* ..... 166

*Elīna STURMOVIČA*

SMILŠU FILTRI PĀRTIKAS RŪPNIECĪBĀ

*SAND FILTERS IN FOOD INDUSTRY* ..... 168

# 1. SESIJA. SMILTS UN SMILŠAKMEŅI ĢEOLOĢIJĀ, TO ĪPAŠĪBAS

## *SAND AND SANDSTONE IN GEOLOGY, THEIR PROPERTIES*

### **KVARCA SMILŠU UZKRĀŠANĀS APSTĀKĻI BALTIJAS DEVONA BASEINĀ**

### ***FORMATION CONDITIONS OF QUARTZ SAND DEPOSITS IN THE BALTIC DEVONIAN BASIN***

**Ģirts STINKULIS**

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte  
E-pasts: Ģirts.Stinkulis@lu.lv

**Atslēgvārdi:** Živetas stāvs, Sietiņu svīta, delta, sedimentoloģija, terigēnie nogulumi.

Latvijas ziemeļaustrumos ir sastopama vidējā devona Živetas stāva Gaujas reģionālā stāva apakšdaļas Sietiņu svīta, kura sastāv no kvarca smiltsiežiem ar nelielu (parasti < 10%) laukšpatu, vizlu un smago minerālu piejaukumu (Куршс, 1992). Šī ir vienīgā devona griezuma daļa, kurā Latvijā ir sastopamas mūsdienās praktiski noderīgas kvarca smiltis. Sietiņu svītas vecuma analogi ir sastopami Igaunijas dienvidaustrumos (Piusa, Tabina) un Krievijā Ļeņingradas apgabala dienvidrietumos (Zelenoe Ozero, Tolmachovo u. c.). Smilšainie nogulumi ar augstu kvarca saturu ir sastopami arī devona Ķemeru, Burtnieku un Amatas svītā, taču tie nav perspektīvi ieguvei saguluma apstākļu un kvalitātes dēļ. Jāpiebilst, ka devona sistēmas kvarca smiltsiežus Latvijā tradicionāli dēvē gan par vāji cementētiem smilšakmeņiem (vispārīgos ģeoloģiskos pētījumos, sedimentoloģijā), gan kvarca smiltīm (derīgo izrakteņu ģeoloģijā).

Sietiņu svītas nogulumi ir pieejami pētījumiem Sietiņezī un Liepas iezī Gaujas krastos, kā arī Bāles un Straupnieku karjeros. Tur var novērot, ka smilts ir no smalkgraudainas līdz rupjgraudainai, bieži satur granti un pat kvarca oļus, kā arī māla saveltņus ar izmēriem līdz 30 cm. No tekstūrām dominē muldveida slīpslāņojums, kas norāda uz straumju ietekmē migrējošām zemūdens grēdām. Ir arī ievērojama biežuma (līdz aptuveni 1 m) slīpslāņotās sērijas un kompleksas uzbūves gultnes reljefa formas, kas sastāv no vienā virzienā krītošām slīpslāņotām sērijām. Tās parasti atbilst straumes tecējuma virzienā migrējošām sērēm. Slāņojums bieži ir krokots un pat apvērsts. Bāles atradnes 1. iecirknī 20% smilšaino nogulumu ir deformēti. Deformāciju tekstūru plašā izplatība un saistība ar vairākām slīpslāņotajām sērijām vienlaikus norāda uz to veidošanos zemūdens noslīdeņu rezultātā.



Sietiņu svītas smilšakmeņiem ir raksturīgas arī erozijas virsmas, kas liecina par senāku nogulumu izskalošanu jaunāku smilšu veidošanās laikā.

Slīpo slānīšu krituma azimutu mērījumi un gultnes reljefa formu uzbūve (Куртис, 1992; Pontén, Plink-Björklund, 2007; Tovmasjana et al., 2011) norāda, ka straumes ir tecējušas uz dienvidiem, dienvidrietumiem un dienvidaustrumiem. Smilšakmeņu uzbūve un lielie graudu izmēri liecina par to veidošanos ātrās ūdens strauvē, kā arī senāku nogulu izskalošanu laikā, kad uzkrājās aizvien jauni nogulumi (Tovmasjana et al., 2011). Pēdējais fakts norāda uz ūdens līmeņa pazemināšanos smilšu uzkrāšanās laikā.

Pēc plašu sedimentoloģisko pētījumu un paleoģeogrāfisko rekonstrukciju datiem secināts, ka apakšējā un vidējā devona smilšainie un mālainie nogulumi, ieskaitot Sietiņu svītas kvarca smiltis, ir uzkrājušies seklā iekšzemes jūrā, kuras ziemeļu daļā atradās upju deltas (Куртис, 1992). Sietiņu svītas nogulumi, visticamāk, ir veidojušies upes vai vairāku upju deltas līdzenumā, kur smiltis tika pārvietotas un uzkrātas deltu kanālos plūstošās strauvē (Pontén, Plink-Björklund, 2007). Laika gaitā, krītoties ūdens līmenim un uzkrājoties lielam smilšaino sanešu daudzumam, delta strauji virzījās uz dienvidiem–dienvidrietumiem. Atšķirībā no citiem vidējā devona smiltsiežiem, Sietiņu svītas nogulumos ir maz pazīmju, kas liecinātu par plūdmaiņu procesu ietekmi (Blāķe et al., 2013).

Gaujas reģionālā stāva, t. sk. Sietiņu svītas, izplatības laukumā no rietumiem uz austrumiem ir labi izteiktas nogulumu minerālā sastāva izmaiņas. Kurzēm šajā devona griezumā daļā ir sastopami smilšakmeņi, kuru vieglo minerālu frakcijā dominē kvarcs, bet laukšpata un vizlas saturs ir vismaz 20%. Smago minerālu frakcijā blakus cirkonam, turmalīnam un staurolītam ir daudz apatīta un granāta. Uz austrumiem vieglajā frakcijā pret ķīmisko un fizikālo dēdēšanu noturīgā kvarca saturs pieaug, un Latvijas ziemeļaustrumos (Sietiņu svītas izplatības rajonā) tas jau pārsniedz 90%. Arī smagajā frakcijā uz austrumiem strauji samazinās pret dēdēšanu vidēji noturīgo minerālu granāta un apatīta daudzums, līdz Latvijas ziemeļaustrumos tie izzūd un smago frakciju veido pret dēdēšanu ļoti noturīgie cirkons, turmalīns un staurolīts, kā arī tumšie rūdu minerāli. Šīs izmaiņas ir izskaidrojamas ar ķīmiskās dēdēšanas intensitātes atšķirībām Fenoskandijas – galvenā noneses apgabala – rietumos un austrumos (Куртис, 1992). Somijas teritoriju devona periodā šķērsoja ekvators, un tā apkārtnē bija raksturīgs humīds klimats, bet uz tā laika dienvidiem (tagadējiem dienvidrietumiem) klimats bija sausāks un ķīmiskās dēdēšanas intensitāte zemāka.

Turpmākajos pētījumos būtu nepieciešams noskaidrot, kā mainās Sietiņu svītas kvarca smilšu īpašības nogulumu izplatības laukuma robežās, jo deltas strauji virzīšanās uz dienvidiem–dienvidrietumiem noteica aizvien jaunāku nogulu uzkrāšanos šajā virzienā.

## LITERATŪRA

Blāķe, D., Tovmasjana, K., Stinkulis, Ģ. 2013. Depositional environment of the Devonian quartz sandstones in the Bāle sand pits. *Scientific Journal of Riga Technical University. Material Science and Applied Chemistry*, 29, 14–20.

- Tovmasjana, K., Stinkulis, Ģ., Karušs, J., Pipira, D., Ostašovs, M. and Zupiņš, I. 2011. Stop 5: Sandstones of the Devonian Sietiņi Formation and their sedimentary environment in the Bāle II sand pit. In: Stinkulis, Ģ. and Zelčs, V. (eds). *The Eighth Baltic Stratigraphical Conference. Post-Conference Field Excursion Guidebook*. University of Latvia, Riga, 33–36.
- Pontén, A., Plink-Björklund, P. 2007. Depositional environments in an extensive tide-influenced delta plain, Middle Devonian Gauja Formation, Devonian Baltic Basin. *Sedimentology*, 54, 969–1006.
- Куршс, В. М. 1992. Девонское терригенное осадконакопление на Главном девонском поле. Рига, Зинатне, 208 с.

#### ABSTRACT

Quartz sand of the Middle Devonian Sietiņi Formation occurs in the north-eastern part of Latvia. Sand is fine- to coarse-grained, it contains gravel and pebble-size quartz grains and clay clasts. Subaqueous dunes and bars are dominant among the bedforms identified in the geological sections. Wide-scale sedimentological studies and palaeogeographic reconstructions by previous authors allow suggesting that the accumulation of the deposits took place in shallow epeiric basin (Куршс, 1992). Recent detailed studies (Pontén, Plink-Björklund, 2007) allow suggesting that the deposits have formed in delta plain environment. The content of quartz and other minerals resistant to weathering increases in these sandy deposits from west to east evidencing development of the chemical weathering crust in north-eastern parts of the source area.

**Keywords:** Givetian stage, Sietiņi Formation, delta, sedimentology, terrigenous sediment.

# **LATVIJĀ SASTOPAMO JURAS KVARCA SMILŠU VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI**

## **FORMING CONDITIONS OF JURASSIC QUARTZ SAND IN LATVIA**

**Ģirts STINKULIS**

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte  
E-pasts: Ģirts.Stinkulis@lu.lv

**Atslēgvārdi:** Kelovejas stāvs, Papiles svīta, meandrējoša upe, sedimentoloģija, terigēnie nogulumi.

Juras nogulumi Latvijā ir sastopami tikai valsts dienvidrietumu daļā, un to maksimālais biezums ir 25 m (Brangulis u. c., 1998). Vidējā juras perioda Kelovejas stāva Papiles svītas kvarca smiltis ir nozīmīgākais un plašāk izplatītais juras sistēmas derīgais izrakteņš Latvijā. Perspektīvākais un vislabāk pētītais kvarca smilšu izplatības laukums ir starp Kojas, Dzeldas, Šķerveļa un Ventas upēm, kā arī Dzeldas ciemu. Tur pie autoceļa Skrunda–Embūte ir izpētītas atradnes “Skudras” un “Pīlādži”, kā arī dažas mazākas iegulas. Juras kvarca smiltis ir pieejamas pētījumiem Zoslēnu ragā un citos atsegumos Dzeldas un Šķerveļa krastos.

Salīdzinoši plaši juras nogulumu pētījumi līdz šim veikti 19. gs. pirmajā pusē. To rezultāti ir apkopoti zinātniskā rakstā (Liepiņš, 1948). Pēc tam juras smiltis raksturotas atradņu meklēšanas un izpētes darbos, taču līdz 21. gadsimta sākumam šo kvarca smilšu sedimentoloģiskie pētījumi nav veikti.

Juras smilšu uzbūve un sastāvs ir pētīti LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes studentu Z. Tamaņa un I. Sevastjanovas bakalaura darbos, kā arī A. Dauguļa maģistra darbā. I. Sevastjanova un K. Tovmasjana, pamatojoties uz detalizētiem sedimentoloģiskiem pētījumiem atsegumos Dzeldas un Šķerveļa krastos, secinājušas, ka pētītajā teritorijā Papiles svītas nogulumi ir veidojušies meandrējošu upju apstākļos (Sevastjanova, Tovmasjana, 2006).

Autoru kolektīva (Vībāns u. c., 2013) pētījumi Zoslēnu ragā Dzeldas kreisajā krastā apstiprina to, ka juras smiltis Latvijā ir veidojušās aluviālos apstākļos. Pētījumu gaitā nodalīti upes gultnes veidojumi (no smalkgraudainām līdz vidējgraudainām smiltīm ar muldveida slīpslāņojumu), sēres (no smalkgraudainām līdz vidējgraudainām smiltīm 0,7–1,4 m biezās sērijās ar lēzenu, paralēlu slīpslāņojumu) un palieņu veidojumi (no vidējgraudainām līdz ļoti smalkgraudainām smiltīm ar viendabīgu vai vāji izteiktu horizontāli slāņotu tekstūru).

Šajos nogulumos vērojama plaša slīpslāņojuma krituma azimutu izkliede – pārsvarā uz ziemeļiem, rietumiem un rietumiem–dienvidrietumiem, mazākā mērā uz ziemeļiem–ziemeļaustrumiem. Atšķirīgos slīpslāņojuma virzienus var izskaidrot gan ar upes meandrējošo darbību, gan zemūdens grēdu un sēru dažādo orientāciju un migrācijas virzieniem (Vībāns u. c., 2013).

Visi līdzšinējie pētījumi norāda uz juras nogulumu veidošanos upju apstākļos, bet 21. gadsimta sākumā iegūti precīzāki priekšstati par meandrējošu upju attīstību. Tomēr pēdējie rezultāti attiecas tikai uz Dzeldas un Šķerveļa krastu atsegumiem, tādēļ turpmāk būtu nepieciešams iegūt datus par nogulumu uzkrāšanās procesiem un apstākļiem plašākā teritorijā.

## LITERATŪRA

- Brangulis, A. J., Kuršs, V., Misāns, J., Stinkulis, Ģ. 1998. *Latvijas ģeoloģija. 1 : 500 000 mēroga ģeoloģiskā karte un pirmskvartāra nogulumu apraksts*. Misāns, J. (red.). Rīga: Valsts ģeoloģijas dienests, 70 lpp.
- Liepiņš, P. 1948. Juras nogulumi Polijas–Lietuvas ieplakā. *Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis*, 9 (14), 117–129.
- Sevastjanova, I., Tovmasjana, K. 2006. Latvijas juras Papiles svītas smilšaino nogulumu sastāvs un to faciālā analīze. *Latvijas Universitātes 64. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga: LU, 202.–204. lpp.
- Vibāns, J., Berga, L., Platpīrs, A., Bukovska, I., Ošs, R., Matisone, L., Daņilēvičs, P., Missa, K., Stinkulis, Ģ. 2013. Juras smilšainie nogulumi Zoslēnu ragā: sastāvs, uzbūve un veidošanās apstākļi. *Latvijas Universitātes 71. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, ģeoloģija, vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga: LU, 396.–399. lpp.

## ABSTRACT

The Jurassic deposits containing quartz sand are present only in the south-western part of Latvia. In the result of sedimentological studies by previous authors, the river bed, bar, and floodplain deposits have been identified in the Jurassic succession of Latvia. These studies allow suggesting that the Jurassic quartz sand was accumulated in the meandering river settings. Measurements of cross-stratification reveal various river current directions—mostly to north, west and west-southwest, but also to north-northeast, which confirms an existence of meandering river channels.

**Keywords:** Calloway stage, Papiles Formation, meandering river, sedimentology, terrigenous sediment.

# SMILTIS, TO IZCELSME UN IZPLATĪBA LATVIJĀ

## SAND AND ORIGIN AND DISTRIBUTION THEREOF IN LATVIA

Ivars STRAUTNIEKS

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte  
E-pasts: Ivars.Strautnieks@lu.lv

**Atslēgvārdi:** granulometrija, minerāli, kvartāra nogulumi, reljefa formas.

Smilts jeb ikdienas sarunvalodā lietotais jēdziens “smiltis” ir nesaistīti, irdeni nogulumi, kas pieder drupu (klastisko, arī terigēno) nogulumu un nogulumiežu grupai. Vienlaicīgi šis jēdziens apzīmē arī noteiktus granulometrisko frakciju jeb graudu izmērus. Klastisko nogulumu un nogulumiežu granulometrisko frakciju klasifikācijas pasaulē ir atšķirīgas atkarībā no lietojuma un prasībām. Reģionālajos ģeoloģiskajos pētījumos tiek izmantota decimālā klasifikācija (Stinkule, Stinkulis, 2013), kur smilts graudu izmēri ir 0,1–1 mm. Daudzos gadījumos plaši tiek izmantota Ventvorta izveidotā klasifikācija (Wentvorth, 1922), kur smilts graudu izmēri ir 0,063–2 mm. Atkarībā no dominējošiem graudu izmēriem, smilts var būt no ļoti smalkgraudainas jeb sīkgraudainas līdz rupjgraudainai (0,5–1 mm) vai pat ļoti rupjgraudainai (1–2 mm). Dabā ne vienmēr ir novērojama laba smilts šķirotība, bieži sastopama dažādgraudaina smilts, un atkarībā no izmantošanas to var vērtēt gan pozitīvi, gan arī negatīvi.

Ļoti nozīmīgs ir smilts mineralogiskais sastāvs. Lai gan smilti veidojošo minerālu sastāvā dominējošais minerāls ir kvarcs, tajā var būt sastopami tādi minerāli kā laukšpati, ragmānis, vizlas – muskovīts un biotīts. Smilts frakcijas ir arī tādos smilts iežos kā smilšakmeņi, kur kvarca daudzums var sasniegt 76–99%. Par smilts minerālsastāva viendabīgumu vai daudzveidību nereti liecina arī smilts krāsas īpatnības. Baltijas jūras pludmalē vietām sastopama smilts, kur dominē smagie minerāli – granāti, ilmenīts, cirkons, rutili, turmalīns, apatīts, monacīts, un tāpēc krāsu spektrs ir ļoti plašs. Daudzos gadījumos smilts krāsa ir no sarkanīgi rozā līdz violetai vai arī tumšpelēka, gandrīz melna. Bieži tumšpelēko, melno smago minerālu graudu koncentrāta sastāvā ir minerāli ar magnētiskām īpašībām. Smilts minerālsastāvs ir viens no svarīgākajiem faktoriem tās izmantošanā, un var būt nepieciešama smilts bagātināšana.

Smilts frakcijas (izņemot vizlas – muskovīta vai biotīta zvīņus) svarīga īpašība ir minerālu graudu noapaļotība. Smilts izmantošana atšķirsies to dažādās graudu noapaļotības dēļ. Piemēram, vāji noapaļotu graudu smilts ir noderīga uzbērtas, noblīvētas, ūdeni filtrējošas un stabilas grunts veidošanā, bet labi noapaļotu graudu smilts tādām mērķim nederēs, tā būs nestabila.

Primāri smilts graudi veidojas, sadēdot magmatiskajiem un metamorfa-jiem iežiem galvenokārt termiskās un mehāniskās dēdēšanas procesos. Latvijas teritorijā zemes virspusē neatsedzas kristāliskais pamatklintājs, un šeit atbilstoši pašreizējam ģeogrāfiskajam novietojumam nav arīdu klimatisko apstākļu, kur

raksturīga termiskā dēdēšana, un nav arī tādu apstākļu, kur dominētu sala dēdēšana. Pirmskvartāra smilts un smiltsiežu izcelsme un izplatība Latvijā ir saistīta ar ilgstošā laika periodā notikušu jūras straumju transportējošo darbību un nogulumu akumulāciju. Nozīmīgākās, detalizēti pētītās un ar augstu kvarca saturu (virs 80%) ir devona smiltis Bāles apkārtnē un juras smiltis Dienvidrietumlatvijā, kur kvarca saturs pārsniedz 99% (Stinkule, Stinkulis, 2013).

Ievērojami smilts krājumi ir kvartāra nogulumu segā. Smilts un smilts graudu sastopamība ir saistīta ar ledāju darbību pleistocēnā – gultnes eroziju, erātiskā materiāla transportu, tā akumulāciju un slāņu deformāciju. Smilts graudi sastopami ledāja nogulumos (morēnas smilšmālā vai mālsmiltī), kur, mūsdienu ūdenstecēm erodējot, notiek smilts transportēšana un akumulācija gultnēs. Tomēr daudz lielāku smilšu apjomu transportēja un akumulēja ledājukušanas ūdeņu straumes leduslaikmeta beigās. Paleostraumēs akumulējās smilts, grants un oļi. Smalkākās frakcijas uzkrājās ledājukušanas ūdeņu straumju grīvās, veidojot glaciofluvialās deltas, kā arī ledājukušanas ūdeņu baseinos.

Glaciofluvialajos nogulumos bieži ir novērojama smilts un grants–oļu slāņu mija, kas parāda aprimušā ledus kušanas gaitu un nogulumu uzkrāšanās sezonālo vai, iespējams, arī diennakts ritmiku. Nereti glaciofluvialie nogulumi ir vāji šķiroti, veidojot smilts–grants–oļu sajaukumu. Ledājukušanas ūdeņu nogulumiem akumulējoties, izveidojušās tādas pozitīvas reljefa formas kā osi, kēmi, kēmu terases, glaciofluvialās deltas (Straume, 1979; Danilāns, 1973). Tekošu ledājukušanas ūdeņu straumēs akumulējušies nogulumu slāņi pārsvarā ir nedaudz slīpi, ar kritumu paleostraumju tecēšanas virzienā. Veicot lokālpētījumus, tādu slāņu izplatība ir samērā viegli prognozējama, tādēļ smilts un grants iegulas pēc uzbūves var saukt par vienkāršām (Zelčs, Markots, 1999).

Glaciofluvialo un glaciolimnisko nogulumu izplatība ir izsekojama Latvijas kvartārnogulumu kartēs. Kartēs mērogā 1 : 200 000 un Valsts ģeoloģijas fonda kartēšanas materiālos mērogā 1 : 50 000 daļā Latvijas teritorijas jau ir parādīta detalizēta smilts, grants vai māla izplatība. Kā liecina pēdējo gadu detalizēto vietas pētījumu rezultāti (Nartišs, 2014; Krievāns, 2015), nereti nepieciešama līdzšinējo pētījumu pārinterpretācija un kartogrāfiskā materiāla precizēšana. Plašas teritorijas leduslaikmeta beigās aizņēma ledājukušanas ūdeņu baseini, kuros uzkrājās ne tikai māli, bet arī smilts, veidojot smilšainus līdzenumus, piemēram, Vidusgaujas, Strenču, Nicgales, Ventas, Daudzevas baseini. Smilšaini līdzenumi izplatīti arī starp tagadējo Baltijas jūras krastu un izzudušā Baltijas ledus ezera krasta līniju. Minētajās teritorijās uzkrājušās baseinu smiltis, bet līdzenumus vietām saposmo paraboliskās un citas formas kāpu virknes. Bieži vien ir grūti noteikt robežu starp baseina un eolajiem nogulumiem, īpaši relatīvi zemākajās reljefa formās, tāpat arī nav novērota atšķirība graudu noapaļotībā. Līdzīgi ir novērojumi Vidusgaujas baseinā (Nartišs, 2014) un Engures līdzenumā (Strautnieks, Grīne, 2013). Baseinos sastopama vidējgraudaina un smalkgraudaina smilts ar ievērojamu aleirītu, nereti arī māla frakcijas piejaukumu.

Ievērojamu smilšu apjomu mūsdienās transportē garkrasta sanešu plūsmas Baltijas jūrā un Rīgas līcī. Tikai daļa no garkrasta sanešiem veidojas no Latvijas teritorijā notiekošās viļņu erozijas darbības krasta zonā un no upju sanešiem.

Ledāja veidotajām reljefa vidējformām – drumliniem, rievotajām morēnām zemienēs, arī morēnpauguriem, dauguļiem, morēnas paugurmasīviem un morēnas paugurgredām augstienēs – pārsedzošais slānis parasti ir morēnas smilšmāls vai mālsmilts, un tikai pēc ģeoloģiskajos urbumos iegūtajiem paraugiem var noteikt litoloģiskās atšķirības formu kodolā (Zelčs, 1993, 1995). Tādos Vidzemes augstienes paugurmasīvos jeb pirmmasīvos (Āboltiņš, 1989) kā Brežģa kalns un Smetes kalns ir izveidoti karjeri, kur smilts un grants slāņkopu kopējais biezums sasniedz 20 m un vairāk. Vēl lielāks slāņkopas biezums – līdz pat 80 m zem pārsedzošā morēnas slāņa ir Aklāciema paugurmasīvā pie Talsiem. Karjeros atsegti smilts–grants slāņi, kuri primāri veidojušies kā glaciofluviālie nogulumi, ir sakrokoti, nereti slāņi ir vertikāli, un tas liecina par slāņu saguluma izmaiņām ledāja radītā spiediena ietekmē. Minētais sagulums un reljefa formas kopumā izveidojušās glaciotehtoniskajos procesos. Savukārt deformētos nogulumus reljefa vidējformu kodolos var uzskatīt par starpmorēnu nogulumiem. Aprakstītās iegulas ar šādu uzbūvi uzskatāmas par sarežģītām (Zelčs, Markots, 1999). Tieši sarežģītās uzbūves smilts–grants iegulas ir vismazāk izpētītas, bet tajās var būt lieli derīgo izrakteņu krājumi, un tām var būt liela praktiska nozīme.

## LITERATŪRA

- Āboltiņš, O. 1989. Glaciostruktura i lhednikovij morfogenhez. Rīga: Zinātne, p. 286.
- Krievāns, M. 2015. Hidrogrāfiskā tikla veidošanās Lejas Gaujas senielejā pēdējā apledojuma beigu posmā. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 132 lpp.
- Nartišs, M. 2014. Ledājkušanas ūdeņu baseini Ziemeļlatvijas un Vidusgaujas zemienēs Vēlā Vislas leduslaikmeta beigu posmā. Rīga: Latvijas Universitāte, 130 lpp.
- Stinkule, A., Stinkulis, Ģ. 2013. Latvijas derīgie izrakteņi. Rīga: Latvijas Universitāte, 215 lpp.
- Straume, J. 1979. Geomorfologiya. In: Misāns, J., Brangulis, A., Danilāns, I., Kuršs, V. (eds.), *Geologicheskoe stroyenie i poleznye iskopayemye Latvii*. Rīga: Zinātne, s. 297–439.
- Strautnieks, I., Grīne, I. 2013. Engures ezera sateces baseina ģeoloģiskā uzbūve un reljefs: to nozīme zemes lietojumveida un apdzīvojuma struktūrā. Grām.: *Cilvēks un daba: Engures ekoreģions*. Rīga: Latvijas Universitāte, 29.–60. lpp.
- Zelčs, V., Markots, A. 1999. Ģeoloģiskās informācijas izmantošana teritorijas attīstības plānošanā. Rīga: Valsts ģeoloģijas dienests, 130 lpp.
- Zelčs, V. 1993. Glaciotectionic landforms of divergent type glaciodepressional lowland. Dissertation work synthesis. Rīga: University of Latvia, pp. 41–71.
- Zelčs, V. 1995. Augstroze Interlobate High. In: Schirmer, W. (ed.), *INQUA 1995. Quaternary field trips in Central Europe. C–3 Baltic Traverse*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munchen, Germany, pp. 164–165.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, 30, 377–392.

## ABSTRACT

The article introduces the concept of sand, differences in the grain size (granulometric) classifications, as well as sorting under the natural conditions. Sand mineralogical composition is briefly described and also referred to the heavy mineral concentrate in the beach sand. The Devonian and Jurassic sand with high quartz content is also characterised in the text. The largest sand reserves contain the Quaternary sediment cover, especially

in those relief forms which created under glaciofluvial and glaciolimnic processes. Very important and still insufficiently explored sand reserves are in the glaciotectonically deformed intermorainic deposit strata hilly massives, hilly ridges and other glacigenic relief forms.

**Keywords:** granulometry, minerals, Quaternary sediment and relief forms.



# MORPHOLOGY OF LANDFORMS AND GRANULOMETRY OF AEOLIAN SAND DEPOSITS IN THE INLAND DUNE FIELD, THE SOUTHERN PART OF THE JERSIKA PLAIN

## *JERSIKAS LĪDZENUMA DIENVIDU DAĻAS IEKŠZEMES KĀPU MASĪVA MORFOLOĢIJA UN EOLO NOGULUMU GRANULOMETRIJA*

**Juris SOMS<sup>1</sup>, Rita BIRUMA<sup>1</sup>, Santa STRODE<sup>2</sup>, Artis MARKOTS<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Daugavpils University; e-mail: juris.soms@du.lv

<sup>2</sup> Latvian Geospatial Information Agency; e-mail: Santa.Strode@lgia.gov.lv

<sup>3</sup> SIA "Metrum"; e-mail: artis.markots@metrum.lv

**Keywords:** morphology of landforms, aeolian sand, dune field.

The Late Weichselian and Holocene aeolian sand deposits and the associated landforms of the 'European Sand Belt' (Zeeberg, 1998) have recently been in the focus of many studies. These researches have been carried out to establish geochronology of sedimentation, as well as the paleoclimatic and paleoenvironmental conditions during the phases of aeolian activity and stabilisation. The inland dune field in the southern part of the Jersika Plain also belongs to the 'European Sand Belt,' more specific – to the north-eastern part of it. The area of aeolian landforms, which is located in the northern part of Daugavpils City and stretches northward and westward from the city, forms one of the largest dune fields in Latvia. Though there are several previous studies which have been conducted in the area mentioned above (Kalińska-Nartiša et al., 2014; Kalińska-Nartiša et al., 2016), this part of the 'European Sand Belt' remains insufficiently documented in comparison with the elaborate studies performed in its western part.

The surficial Quaternary sediments of the area under study are considered to originate mainly from the large glaciolacustrine plains and deltas of the glaciofluvial streams and the proglacial areas along the Weichselian glacial limits. The sediments making up landforms in this part of the Jersika Plain have developed on the surface of the River Daugava paleodelta, where glaciofluvial sedimentation in Nīcgale Glacial Lake occurred during the Younger Dryas (Eberhards, 1972). After the drainage of the ice-dammed lake, the unconsolidated sandy sediments were locally remobilised by wind and blown into dunes.

In the present study, the detailed geomorphological framework of landforms within the inland dune field has been established using airborne LiDAR data. Additionally, the spatial variability of Folk and Ward (1957) indicators as granulometric characteristics of aeolian sands has been investigated in the southern part of the Jersika Plain.

The LiDAR elevation data used in this study were collected with a fixed-wing aircraft by the limited liability company SIA "Metrum". The laser altimetry output

data were converted to point shape files using ArcGIS 10.0. Subsequently the ESRI regular grid raster high-precision DEM was generated. Thereafter this DEM was utilised to identify dunes and to extract geomorphological information about topographic characteristics of the aeolian landforms.

Granulometric analysis of the aeolian sand deposits has been carried out in this study in order to obtain data on the differences in the mean grain size of sediments and other Folk and Ward indicators, as well as to elucidate spatial distribution of these parameters across the inland dune field. To obtain statistically meaningful data, 144 samples of sand were collected from the crests of inland dunes. After these samples were analysed at the Laboratory of Quaternary Research, Daugavpils University, by Malvern Mastersizer 2000 laser diffraction particle size analyser. Statistical processing of granulometric data was carried out by GRADISTAT module (Blott and Pye, 2001), which can be integrated into MS Excel environment.

The study allowed identifying of more than 340 dunes of different morphology, many of them have an asymmetric profile and parabolic shape in planar view. The results also indicate that many of dunes form clusters, which are randomly scattered across the dune field. The altitude of the dunes varies from 90 to 138 m a.s.l. It is notable that the altitudes of the dunes and their relative height in general decrease from south-east to north-west, i.e. from the proximal to distal direction of the paleodelta of the River Daugava.

Results of the granulometric analysis indicate that medium size of sand grains in samples from different places within the dune field varies from 89  $\mu\text{m}$  to 280  $\mu\text{m}$ . The distribution frequency plot reveals the predominance of aeolian sediments of 2–3  $\phi$ , i. e. fine sand according to the Wentworth classification (1922). Very fine sediments of 3–4  $\phi$ , as well as coarser sediments of 1–2  $\phi$  are less common. The geographic distribution of Folk and Ward (1957) indicators demonstrates that size of sand grains in general decreases from south-east to north-west, this direction coincides with the distal direction of the paleodelta of the River Daugava. This regularity is confirmed by statistically significant negative linear correlation, where  $r = -0.549$ ;  $p < 0.05$  at  $n = 144$ . Hence, aeolian sediments within the inland dune field had been derived from pre-existing sediments, and during the aeolian activity these sediments did not pass far from the nearby sources.

## REFERENCES

- Blott, S. J. and Pye, K. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1237–1248.
- Eberhards, G. 1972. *Structure and development valleys of catchment area of the River Daugava*. Zinātne: Rīga, 131 pp. (in Russian).
- Folk, R. L. and Ward, W. C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 41(1), 489–496.
- Kaliņška-Nartiša, E., Soms, J., Strode, S. and Nartišs, M. 2014. Inland dune field near Daugavpils, East-Latvian Lowland. In: Zelčs, V. and Nartišs, M. (eds.). *Late Quaternary terrestrial processes, sediments and history: from glacial to postglacial environments*. Excursion guide and abstracts of the INQUA Peribaltic Working Group Meeting and field excursion in Eastern and Central Latvia, August 17–22, 2014. Riga: University of Latvia, pp. 77–80.

- Kalińska-Nartiša, E., Thiel, C., Nartišs, M., Buylaert, J.-P., Murray, A. S. 2016. The north-eastern aeolian 'European Sand Belt' as potential record of environmental changes: A case study from Eastern Latvia and Southern Estonia. *Aeolian Research*, 22, 59–72.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377–392.
- Zeeberg, J. 1998. The European sand belt in eastern Europe—and comparison of Late Glacial dune orientation with GCM simulation results. *Boreas*, 27, 127–139.

# SMILŠAKMENS PIRMSRESTAURĀCIJAS IZPĒTE LATVIJAS KULTŪRAS MANTOJUMA OBJEKTOS

## *PRE-RESTORATION STUDY OF SANDSTONE IN THE LATVIAN CULTURAL HERITAGE OBJECTS*

Vija HODIREVA

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte  
E-pasts: Vija.Hodireva@lu.lv

**Atslēgvārdi:** iežu struktūra un tekstūra, smilšakmens paveidi, Gotlandes smilšakmens, Obernkirhenas smilšakmens, minerālais sastāvs, petrogrāfiskā analīze.

Atšķirīgi ieži un to paveidi sastopami nozīmīgās kultūrvēsturiskās celtnēs ne tikai Vecrīgas vēsturiskajos arhitektoniskajos ansambļos, bet arī daudzos kultūrvēsturiskos objektos visā Latvijā. Ilgu gadu pētījumu pieredze liecina, ka unikāli dabīgā akmens materiāla veidojumi un atsevišķas detaļas gan no dolomīta, gan smilšakmens iespējams konstatēt nozīmīgās ēkās daudzviet (Hodireva, 2015). Smilšakmens sastopams detaļās Rīgas Doma ansambli, Rīgas ēku akmens portālos, Rīgas Brāļu kapos; arhitektoniskās detaļās Liepājas Trīsvienības baznīcā; ēkās Kurzemē: Priekulē, Tāšos, Apriķos (17.–18. gs.), Vidzemē Vidrižos; jaunākos veidojumos – Latvijas Nacionālā mākslas muzeja un Mākslas akadēmijas fasādē (20. gs. sākums). Pēterbaznīcas galvenās ieejas portāla skulptūra veidota no cita smilšakmens nekā Rolanda tēls Rātslaukumā vai Triumfa arkas kolonas Dziesmusvētku simtgades parkā Rīgā.

Dabīgi cementēta smilšakmens slāņi lielāka apjoma akmens bloku ieguvei Latvijā devona smilšakmens slāņkopās praktiski nav sastopami (izņemot senāk iegūto Rembates dolomītsmilšakmeni), un derīgo izrakteņu atradnēs netiek izstrādāti.

Daudzu būvju, to detaļu, arī skulpturālu veidojumu pirmsrestaurācijas izpētē ir ieteicams izmantot gan objekta dabīgo akmens materiālu (to tipu un paveidu, izvietojuma, dēdēšanas veida) detalizētu kartēšanu, gan arī mineraloģisko un petrogrāfisko izpēti metožu kopumu. Pēc speciālistiem pieejamo ieža atlūzu un preparātu izpēti ar optiskās mikroskopijas metodi (galvenokārt imersijas) un mūsdienu spektroskopijas, tai skaitā rentgendifraktometrijas, metodi, tiek konstatēts gan ieža tips, minerālais sastāvs, smilšakmeni cementējošā viela, kā arī iespējamās struktūras un tekstūras īpatnības.

Konstatēto akmens paveidu analogi ir sastopami arī ārpus Latvijas. Smilšakmeni ar karbonātu cementu derīgo izrakteņu atradnēs varētu sastapt Zviedrijā, tai skaitā Gotlandē, Vācijā, Dānijā, Polijā un, iespējams, arī Igaunijā. Pēc daudzu gadu pētījumiem ir noskaidrots, ka Rīgā ticis izmantots Gotlandes (Zviedrija), Obernkirhenes (Vācija), Silēzijas (Polija) smilšakmens (Kondratjeva, 2000; Sidraba, Hodireva, 2008). Rekognoscēti arī citi importēta smilšakmens paveidi, kuru detalizēta mineraloģiska un petrogrāfiska izpēte nav veikta un tādēļ izcelsmes vieta arī vēl nav noskaidrota.

Nākamajā ģeologu un restauratoru sadarbības posmā ir nepieciešams apzināt šodienas akmens ieguves vietas, kur varētu atrast līdzīgu materiālu. Piemēram, Pēterbaznīcas portāla skulptūras restaurācijai piemērota akmens meklējumos tika salīdzināti un izvērtēti smilšakmens paveidi, kuri tiek iegūti pašlaik vairākās derīgo izrakteņu atradnēs Eiropā. Rezultātā secināts, ka restaurācijai izmantojamā smilšakmens struktūra, kopējā ieža nokrāsa mūsdienās pieejamajos akmens blokos var būt praktiski analogiska nepieciešamajam, tomēr lielāka atšķirība ir ieža tekstūrās, kā arī minerālajā sastāvā. Jaunajā materiālā konstatēts lielāks krāsaino minerālu – laukšpatu un vizlas – saturs nekā autentiskajā smilšakmenī, lai gan nelielas minerālā sastāva izmaiņas maz ietekmē akmens fizikālās īpašības un ilgmūžību.

Citviet sena akmens materiāla portāla izpētē konstatēts, ka tas veidots, savienojot gan dolomīta, gan vizuāli līdzīga smilšakmens vienāda izmēra blokus. Šodien speciālisti vēl joprojām nav guvuši viennozīmīgu izskaidrojumu šādi būvnieku izvēlei. Rīgā 18.–19. gs. akmens portālos lielāka izmēra detaļas un monolītu gabali pārstāv importēto iežu paveidus, galvenokārt no Skandināvijas, arī Vācijas.

Analizējot datus par izmantotajiem smilšakmeņiem vēsturiskajos objektos Latvijā, var secināt, ka nav sastopams ļoti gaišs, smalkgraudains, bez izteiktas tekstūras, stipri cementēts kvarca smilšakmens, kas veido liela apjoma blokus, un šāds materiāls restaurācijai ir jāieved.

Latvijā nav izveidota vienota datubāze ar informāciju par kultūrvēsturiskajos objektos izmantotajiem smilšakmeņiem, kā arī citiem iežu paveidiem, bet LU Ģeoloģijas muzejā tiek vākta un apkopota šādu paraugu etalonkolekcija jeb litotēka, kas ir ļoti noderīga gan ģeoloģijas, arhitektūras, vēstures, mākslas, restaurācijas, gan citu jomu speciālistiem un starpdisciplināriem pētījumiem.

## LITERATŪRA

- Hodireva, V. 2015. Decay of minerals from dolostone and sandstone in monuments of Latvian Cultural Heritage. *Abstract CD-ROM. 12th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM)*, Istanbul, Turkey.
- Kondratjeva, S. 2000. Vācemes smilšakmens Rīgas Brāļu kapu restaurācijai. *Latvijas Ģeoloģijas Vēstis*, 9, 50–52.
- Sidraba, I., Hodireva, V. 2008. Weathering prone sandstone types used in Cultural Heritage monuments exposed to Northern climate. *Abstract CD-ROM. 33rd International Geological Congress*. Oslo, Norway.

## ABSTRACT

Various types of sandstones were used for monuments, portals, architectural details and sculptures in Riga as well as in many other places in Latvia. Investigation of properties of Latvia's Cultural Heritage sandstones with carbonate cement leads to conclude that the stone material required for restoration and partly replacement is not accessible in the Devonian sandstone layers in Latvia. The methodological approach (detailed mineralogical and petrological analyses) can be applied to investigations of all sandstone types. It must be concluded that mainly dimension sandstone has been imported from Gotland (Sweden), Obernkirchen (Germany) and other countries.

**Keywords:** structure and texture of rocks, types of sandstone, Gotland sandstone, Obernkirchen sandstone, mineral composition, petrographic analysis.

# **ĢEOLOĢISKO SLĀŅU ŪDENS FILTRĀCIJAS KOEFICIENTA KARTES LATVIJAS HIDROĢEOLOĢISKAJĀ MODELĪ**

## ***PERMEABILITY MAPS OF GEOLOGICAL STRATA FOR HYDROGEOLOGICAL MODEL OF LATVIA***

**Aivars SPALVIŅŠ, Kaspars KRAUKLIS, Inta LĀCE**

Rīgas Tehniskā universitāte, Vides modelēšanas centrs

E-pasts: Aivars.Spalvins@rtu.lv

Latvijas hidroģeoloģiskais modelis (HM) LAMO apkopo informāciju par pazemes ūdens aktīvās zonas ģeoloģisko slāņu stratigrāfiju un filtrācijas īpašībām, par pazemes ūdens līmeņiem un plūsmām, par mijiedarbību starp pazemes ūdensobjektiem un virszemes ūdens avotiem (jūra, ezeri, upes, atmosfēras nokrišņi). LAMO darbojas licenzētas programmatūras *Groundwater Vistas* (GV) vidē, kurā dati par ģeoloģisko slāņu filtrācijas koeficientiem  $k$  ( $k$ -kartes) un biezumu  $m$  ( $m$ -kartes) ir nepieciešami HM izveidošanai. Latvijas teritorijā ģeoloģiskie slāņi ietver nulles biezuma  $m_0$  areālus. Tie sarežģī  $k$ -karšu iegūšanu. Kalibrējot HM, koriģē  $k$ -kartes. Visjaunākajā LAMO4 versijā  $k$ -karte ir neatkarīgu faktoru reizinājums. Šie faktori ne tikai ievēro ūdens horizontu un sprostslāņu īpašības, bet arī samazina  $m_0$  areālu nevēlamo ietekmi. Raksts informē par metodēm, kuras bija jāizmanto, lai izveidotu  $k$ -kartes Latvijas hidroģeoloģiskajam modelim.

**Atslēgvārdi:** ģeoloģisko slāņu nulles biezuma apgabali, modeļu kalibrācija, urbumu atsūkņēšanas dati.

### **Ievads**

Īstenojot ERAF līdzfinansēto projektu (2010.–2012. g.), Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Vides modelēšanas centra (VMC) zinātnieki izveidoja Latvijas hidroģeoloģisko modeli (LAMO) aktīvajai pazemes ūdens zonai. LAMO ietver ģeoloģisko un hidroģeoloģisko informāciju, kuru HM izveidošanai RTU ieguva no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra (LVĢMC).


LAMO darbojas licenzētas programmatūras *Groundwater Vistas* (GV) vidē (Environmental Simulations, 2011).

Ar Valsts pētījumu programmas EVIDenT atbalstu ir veikta būtiska LAMO pilnveidošana (2013.–2015. g.), kuras gaita ir skatāma 1. tabulā (Spalviņš, 2016). Šobrīd LVĢMC un RTU izmanto visjaunāko LAMO4 versiju valsts ūdens resursu pārvaldības plānošanai un kā bāzi lokālu HM izveidošanai.



LAMO4 vertikālā shematizācija un slāņu parametri

Nr.	*	Slāņa nosaukums	HM slāņa kods	Laukums [tūkst. km <sup>2</sup> ]	$m_{vid}$ [metri]	$k_{vid}$ [m/dnn]
1		Reljefs	relh	71,29	0,02	10,0
2		Aerācijas zona	aer	71,29	0,02	$3,1 \times 10^{-6}$
3		Bezspiediena kvartārs	Q2	71,29	5,77	11,2
4		Augšējā morēna	gQ2z	71,29	22,20	$1,4 \times 10^{-3}$
5		Spiediena kvartārs	Q1#	7,4	6,13	7,0
6		Apakšējā morēna	gQ1#z	9,7	9,3	$2,8 \times 10^{-4}$
7		Ketleru	D3ktl#	5,32	61,46	4,2
8		Ketleru	D3ktlz	5,79	10,52	$2,8 \times 10^{-4}$
9		Žagares	D3zg#	7,43	42,65	7,0
10		Akmenes	D3akz	7,95	11,05	$2,8 \times 10^{-5}$
11		Kursas	D3krs#	9,34	22,34	6,3
12		Elejas	D3el#z	10,24	27,58	$2,8 \times 10^{-5}$
13		Daugavas	D3dg#	32,14	30,37	9,4
14		Salaspils	D3slp#z	35,78	12,67	$8,4 \times 10^{-4}$
15		Pļaviņu	D3pl	43,80	22,76	8,6
16		Amatas	D3am#z	45,14	8,97	$1,4 \times 10^{-4}$
17		Amatas	D3am	46,21	21,91	6,4
18		Augšējā Gauja	D3gj2z	48,80	11,62	$2,8 \times 10^{-4}$
19		Augšējā Gauja	D3gj2	50,92	26,34	6,2
20		Apakšējā Gauja	D3gj1z	53,11	13,17	$2,8 \times 10^{-4}$
21		Apakšējā Gauja	D3gj1	56,13	31,55	5,4
22		Burtnieku	D2brtz	58,09	15,41	$5,6 \times 10^{-4}$
23		Burtnieku	D2brt	68,74	45,02	4,2
24		Arikula	D2arz	68,74	15,02	$4,2 \times 10^{-4}$
25		Arikula	D2ar	68,74	40,03	3,2
26		Narva	D2nr#z	71,29	116,67	$2,8 \times 10^{-5}$
27		Pērnavas	D2pr	71,29	25,00	10,0

\*  – sprostslnānis

Pārējo slāņu nulles biezuma  $m_0$  areāla laukums  $L_{0s} = (71,29 - L_s)$  tūkst. km<sup>2</sup>. Latvijas ziemeļu daļā (skat. 1. att.) notiek visu  $m_0$  areālu pārkļāšanās. Arī upju ieleju iegrauzumi rada lokālus  $m_0$  areālus.

Nulles biezuma  $m_0$  areālu esamība apgrūtina filtrācijas koeficientu ( $k$ -kartes) iegūšanu ne tikai ūdens horizontiem, bet arī sprostslnāņiem. Raksts informē par metodēm, kuras bija jāizmanto, lai izveidotu  $k$ -kartes Latvijas hidroģeoloģiskajam modelim.



## Matemātiskie formulējumi

Lai izprastu  $k$ -kartes iegūšanas problēmas, nepieciešams apskatīt stacionāru HM matemātiskās sakarības. Izmantojot galīgo starpību metodi, ģeoloģiskā telpa tiek aproksimēta ar  $xyz$  režģi. Režģi veido  $(h \times h \times m)$  izmēru bloki, kur  $h$  ir plaknes aproksimācijas solis un  $m$  ir mainīgs slāņa biezums. LAMO4  $h = 250$  metri. Pjezometrisko pazemes ūdens līmeņu sadalījumu  $\varphi(x,y,z)$  HM režģī iegūst, atrisinot algebrisku vienādojumu sistēmu (Spalvins et al., 2013):

$$A\varphi = \beta - G\psi, A = A_{xy} + A_z, \quad (1)$$

kur  $A$  ir aproksimētās ģeoloģiskās vides vadāmību matrica, ko veido HM režģa  $xy$  slāņi;  $A_{xy}$  un  $A_z$  ir slāņu horizontālo un vertikālo vadāmību matricas;  $\beta$  un  $\psi$  ir plūsmas un ūdens līmeņu robežnoteikumu vektori;  $G$  ir diagonāla matrica ( $A$  matricas daļa), kas ietver saites ar  $\psi$  tipa robežnoteikumu.

Vērtības elementiem  $\sigma_{xy}$  un  $\sigma_z$ , kuri tiek izmantoti kā sākuma dati matricām  $A_{xy}$  un  $A_z$ , GV sistēmā HM režģa blokam  $i$ -tā slānī aprēķina šādi:

$$\sigma_{xy,i} = k_i m_i = T_p, \sigma_{z,i} = h^2 k_i / m_p, \sigma_{xy,i} / \sigma_{z,i} = h^2 / m_i^2, \\ m_i = z_{i-1} - z_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, u, \quad (2)$$

kur  $z_{i-1}$ ,  $z_i$  ir  $i$ -tā slāņa augšas un apakšas virsmu augstumi;  $z_0$  ir zemes virsmas augstums;  $m_i$  un  $k_i$  ir elementi HM  $i$ -tā slāņa biezuma un filtrācijas koeficientu  $m$ -kartē un  $k$ -kartē;  $u$  ir virsmu skaits; LAMO4  $u = 28$ ;  $T_i$  ir slāņa ūdens vadāmība.

Uz virsmas  $z_{i-0.5}$ , vidū starp režģa bloku augšējām un apakšējām virsmām  $z_{i-1}$  un  $z_p$ , atrodas bloku centri, kuros definēti elementi  $\sigma_{xy,i}$  un  $\sigma_{z,i}$  ( $\sigma$  – dati)  $i$ -tajam HM slānim.

Savienojumi  $a_{jp}$  starp HM režģa tuvāko kaimiņu  $j$  un  $p$  bloku centriem ir matricu  $A_{xy}$  un  $A_z$  elementi. GV sistēmā  $a_{jp}$  aprēķina kā vidējo harmonisko sākuma datu kopām  $\sigma_j$  un  $\sigma_p$

$$a_{jp} = 2 / (1/\sigma_j + 1/\sigma_p), \quad (3)$$

kuru  $\sigma$  dati iegūti ar formulām (2).

Horizontālos savienojumus  $a_{xy,i}$   $i$ -tajā slānī veido elementi  $\sigma_{xy,i}$ . Vertikālie savienojumi  $a_{z,i,i+1}$  starp  $i$  un  $i+1$  slāni tiek aprēķināti, izmantojot elementus  $\sigma_{z,i}$  un  $\sigma_{z,i+1}$ .

Ja formulā (2)  $m_i = 0$ , tad  $\sigma_{xy} = 0$  un  $\sigma_z = \infty$ , t.i., precīzs  $\sigma_z$  aprēķins  $m_0$  areālam nav iespējams problēmas “dalījums ar nulli” dēļ. Lai  $m_0$  areāliem tuvināti aprēķinātu  $\sigma_{xy}$  un  $\sigma_z$ , LAMO izmantots  $m_0 = 0,02$  metri. Šāds tuvinājums praktiski neiespaido  $z$  virsmas  $m > 0$  apgabalā un izsauc tikai  $0,02 \times 21 = 0,42$  metru ģeometrisku novirzi Latvijas ziemeļu daļā, kurā pārklājas visi  $m_0$  areāli.

Ūdens horizontiem un sprostsblāņiem filtrācijas koeficienti  $k_h$  un  $k_s$  ir būtiski atšķirīgi:  $k_h \gg k_s$  (skat. 2. tabulu). Šī iemesla dēļ horizontiem un sprostsblāņiem ir dažādi  $k$  datu avoti un atšķirīga  $\sigma$  datu ietekme (skat. 3. tabulu).

Horizontu  $k$  datus iegūst ar dažādām eksperimentālām metodēm (grunts paraugu sastāva un īpašību noteikšanu, urbumu atsūkņēšanas rezultātu izmantošanu u. c.). Sprostsblāņiem galvenais  $k$  datu avots ir HM kalibrēšanas process.

**k-datu avoti un  $\sigma$ -datu ietekme HM slāņos**

Slāņa tips	k datu avots ( $m > 0$ )	Galvenie $\sigma$ dati ( $m > 0,02$ )	$\sigma$ datu koriģēšana $m = 0,02$
Horizonts	eksperiments	$\sigma_{xy}$	samazinot $\sigma_{xy}$
Sprostslānis	HM kalibrēšana	$\sigma_z$	palielinot $\sigma_z$

Horizontu un sprostsłāņu īpašības nosaka  $\sigma_{xy}$  un  $\sigma_z$  dati, bet to  $m_0$  areālos nepieciešama  $\sigma_{xy}$  un  $\sigma_z$  datu koriģēšana.

LAO4 pamatiežu horizontu  $k$ -kartes izveidotas, izmantojot formulu

$$k_i = \sigma_{xy,i} / m_i, \quad (4)$$

kur  $\sigma_{xy,i}$  dati iegūti, izmantojot urbumu atsūkņēšanas rezultātus. Formulas (4) izmantošanu apgrūtina  $m_0$  areālu esamība.

### Horizontu $k$ -kartes

Atsūkņējot urbumu ar ražību  $Q$  [litri/sec], rodas pazemes ūdens līmeņa pazeminājums  $S$  [metri]. Attiecība  $\gamma = Q / S$  [litri/(sec metrs)] ir urbuma īpatnējais debīts, kuru var izmantot aptuvenam horizonta minimālās ūdens vadāmības  $T_{min}$  [metri<sup>2</sup>/dnn] aprēķinam (Spalvins et al., 2013):

$$T_{min} = 144 \gamma = \sigma_{xy}, \quad (5)$$

kur  $T_{min}$  atbilst  $\sigma_{xy}$  datiem formulā (4).

Izmantoti LVGMC sagatavotie dati par urbumu atsūkņēšanu. Šo datu ticamība nav pārbaudīta. Tāpēc bija jāveic to urbumu atlase, kurus varētu izmantot  $k$ -karšu iegūšanai. Atlase notika četros secīgos etapos: 1. glabāšana; 2. izvēle; 3. ierobežošana; 4. atlase. Atlases rezultāti desmit pamatiežu horizontiem apkopoti 4. tabulā, kurā skatāms urbumu skaits un īpatnējā debīta  $\gamma_{vid}$  vidējā aritmētiskā vērtība katrā etapā.

Urbumu datu apstrādes etapos tiek veiktas šādas darbības:

1. etapā izslēdz tikai redzami kļūdainus datus, un urbumu skaits šajā etapā ir tuvs pieejamo sākuma datu skaitam.
2. etapā tiek atmesti dati, ko dod urbumi, kuru filtrs pilnībā neatrodas ūdens horizontā. Ja filtrs atrodas divos vai vairākos ūdens horizontos, tad šādu urbumu datus nevar izmantot. Otrajā etapā tiek izslēgts relatīvi liels urbumu skaits, īpaši D3gj2 un D3gj1 horizontos.
3. etapā tiek izvēlēti urbumi, kuru dati atbilst intervālam  $4 > \gamma > 0,2$ .
4. etapā tiek izpildīti divi soļi:
  - apli ar rādiusu  $R_1$  tiek saglabāts viens urbums ar lielāko vērtību  $\gamma$ ;
  - apli ar rādiusu  $R_2$  tiek saglabāti urbumi, kuri atbilst noteikumam  $(1 + \Delta) > \gamma_{vid} > (1 - \Delta)$ ;  $\gamma_{vid}$  tiek aprēķināts šajā aplī un  $\Delta$  ir no virze. LAO4 versijai tika izmantoti parametri:  $R_1 = 2000$  metri,  $R_2 = 4000$  metri,  $\Delta = 0,3$ . Otrajā solī var saglabāties vairāki urbumi.

Urbumu datu apstrādes rezultāti

Slāņa kods	Urbumu skaits				$\gamma_{vid}$		
	glabāti	izvēlēti	limitēti	atlasīti	izvēlēti	limitēti	atlasīti
D3ktl#	288	156	114	46	0,72	0,79	0,88
D3zg#	872	681	533	143	0,80	0,87	1,08
D3krs#	712	524	426	118	0,84	0,86	1,11
D3dg#	2284	959	819	256	1,17	1,15	1,74
D3pl	2874	1295	1073	374	1,08	1,05	1,46
D3am	778	526	420	190	0,64	0,71	0,80
D3gj2	5241	1229	1096	324	0,77	0,84	1,05
D3gj1	5346	1579	1378	425	0,82	0,88	1,18
D2brt	1867	1332	1020	367	0,71	0,80	0,99
D2ar	1740	1188	974	314	0,64	0,71	0,88

No 4. tabulas datiem var secināt, ka katrā etapā notiek īpatnējā debita  $\gamma_{vid}$  vērtības palielināšanās, īpaši 4. etapā.

Atlasītie horizonta urbumu  $\gamma_n$  dati ar inversās distances metodi, ignorējot HM neaktīvās zonas un  $m_0$  areālu esamību, tiek interpolēti visos HM plaknes režģa mezglos.

No interpolējot iegūtajiem  $\gamma$  datiem  $k$ -kartes izveidošanai tiek izdalīti horizonta eksistējošās daļas  $m \geq 0,02$   $\gamma$  dati. Tie, izmantojot sakarību (5), dod  $T_{min} = \sigma_{xy}$ . Ja šos datus izmantosim formulā (4), tad horizonta robežas pārejas zonā, kurā  $m \rightarrow 0,02$ , radīsies lielas  $k$  vērtības. Upju ieleju iegrauzumos notiks  $k$  vērtības palielināšanās. Lai novērstu šos nevēlamos efektus, nepieciešama  $\gamma$  datu korekcija. Koriģēšanai tika izmantots faktors  $C$ :

$$\gamma_{kor} = C \gamma, 1 > C = m_0 / (0,75 m_{vid}) > 0 \quad (6)$$

kur  $\gamma_{kor}$  ir koriģētie  $\gamma$  dati;  $m_{sāk}$  ir  $m$ -kartes bez upju ieleju iegrauzumiem pamatiežos. Šādas kartes tika izmantotas LAMO1 versijā. Arī šobrīd  $m_{sāk}$ -kartes kalpo kā starta stāvoklis jebkuru ģeometrisku izmaiņu istenošanai ( $z$  karšu modificēšana);  $m_{vid}$  skatāmi 2. tabulā. Skaitlis 0,75 atrasts empiriski, lai novērstu ekstremālo  $k$  vērtību rašanos visu LAMO4 horizontu  $m \rightarrow 0,02$  zonās.

Izmantojot  $m_{sāk}$ -kartes un  $\gamma_{kor}$  datus, iegūst horizontu  $k_{kor}$ -kartes un HM slāņu ūdens vadāmību  $T = \sigma_{xy}$ :

$$k_{kor} = 144 \gamma_{kor} / m_{sāk}; T = k_{kor} m = \sigma_{xy} \quad (7)$$

kur HM  $m$ -kartes piedalās  $T = \sigma_{xy}$  izveidošanā. Upju ieleju iegrauzumu vietās nenotiek  $k_{kor}$  vērtību izmaiņa, bet iegrauzumos proporcionāli to dziļumam samazinās  $\sigma_{xy}$  vērtība.

Pārskats par  $k$  kartēm versijām LAMO2, LAMO3, LAMO4

Horizonta kods	LAMO2		LAMO3		LAMO4	
	$k_{vid}$ [metri/dienn]	$k_{max} / k_{min}$	$k_{vid}$ [metri/dienn]	$k_{max} / k_{min}$	$k_{vid}$ [metri/dienn]	$k_{max} / k_{min}$
D3ktl#	3,0	1,0	2,12	9,0	1,77	12,10
D3zg#	3,0	1,0	3,64	5,33	3,38	15,75
D3krs#	2,0	1,0	5,95	4,35	6,33	9,89
D3dg#	10,0	1,0	5,58	14,38	9,40	16,06
D3pl	10,0	1,0	6,11	8,51	8,60	19,65
D3am	10,0	1,0	4,69	5,67	4,64	11,25
D3gj2	10,0	1,0	5,58	4,55	5,11	20,05
D3gj1	14,0	1,0	5,24	6,25	4,84	16,00
D2brt	5,0	1,0	1,91	5,83	3,19	13,75
D2ar	5,0	1,0	2,13	6,15	2,91	17,69

LAMO4 horizontu  $k$ -kartes tiek veidotas kā kartes kodola  $k_{norm}$  un  $k_{vid}$  reizinājums horizonta eksistences apgabalā  $m > 0,02$ :

$$K = k_{norm} k_{vid}; k_{norm} = K / k_{vid} \quad (8)$$

kur  $k_{vid}$  ir  $K$  vidējā aritmētiskā vērtība;  $m_0$  apgabalā  $k_{norm} = 1$ .

5. tabulā dots pārskats par  $k$ -kartēm pamatiežu horizontiem LAMO versijām, kur  $k$ -kartes tiek raksturotas ar parametriem  $k_{vid}$  un  $k_{max} / k_{min}$ .

Versijai LAMO2  $k_{max} / k_{min} = 1$ , jo visos horizontos tika izmantotas fiksētas vienādas  $k$  vērtības. Versijām LAMO3 un LAMO4  $k_{max} / k_{min}$  ir mainīgs lielums. Koeficienti  $k_{vid}$  2. tabulā ir lielāki nekā 5. tabulā, jo to vērtības mainītas, kalibrējot LAMO4. Lai  $m_0$  areālos koriģētu  $a_{xy}$ , tajos  $k_{vid}$  samazināts desmit reizes. Korekciju īsteno, izmantojot faktoru  $K_4$ , kurš tiek izmantots arī  $\sigma_z$  palielināšanai sprostsłāņos (skat. 6. tabulu).

### Sprostsłāņu $k$ -kartes

Sprostsłāņiem to  $A_{xy}$  matricā faktiski neeksistē saites  $a_{xy}$ niecīgo  $\sigma_{xy} = k_s m_s$  vērtību dēļ.

Elementa  $a_{z,i,i+1}$  vērtību matricā  $A_z$  dod izteiksme (3). Ja  $i$  un  $i + 1$  slāņi ir horizonts un sprostsłānis, tad

$$a_{z,i,i+1} = 2 \sigma_{z,i+1} / (1 + \sigma_{z,i+1} / \sigma_{z,i}) \sim 2 \sigma_{z,i+1}, \quad (9)$$

jo  $\sigma_{z,i} \gg \sigma_{z,i+1}$  ( $k_h \gg k_s$ ); horizontu  $\sigma_{z,i}$  dati praktiski neietekmē elementa  $a_{z,i,i+1}$  vērtību, jo plūsmu “horizonts–sprostsłānis” faktiski nosaka tikai sprostsłāņa  $\sigma_{z,i+1}$  dati.

Sprostsļāņiem kā matricas kodolu izmanto identitātes matricu  $I$ , bet  $k_{vid}$  atrod, HM kalibrējot.

Latvijas ziemeļu daļā HM slāņu Nr. 5 līdz Nr. 25  $m_0$  areāli pārklājas. Pārklājuma tilpuma elementa ( $h \times h \times 0,42$ ) vertikālo vadāmību  $a_{z,5-25}$  dod izteiksme:

$$a_{z,5-25} = 1 / \sum_{i=5}^{25} (1 / a_{z,i}) = (h^2 / 0,42) / \sum_{i=5}^{25} (1 / k_i), 0,42 = 0,02 \times 21 \quad (10)$$

Ja izteiksmē (10)  $h = 250$  un  $k_i$  atbilst 2. tabulai, tad  $a_{z,5-25} = 32$ . Šāda vadāmība ir slikts  $a_z = \infty$  tuvinājums  $m_0$  areāliem. Lai palielinātu  $a_{z,5-25}$  vērtību, LAMO4  $m_0$  areālos tika īstenota 100 un 10 kārtīga  $k$  palielināšana sprostsļāņiem Nr. 8; 10 un Nr. 12–24. Korekcijas ietekmē ( $K_4$  faktors 6. tabulā)  $a_{z,5-25}$  pieaug no 32 līdz 934, t.i., būtiski uzlabojās sprostsļāņu  $m_0$  areālu ietekmes ievērošana.

Izmantojot sprostsļāņu  $k$ -kartes, LAMO4 robežu zonā tiek īstenots HM sānu virsmas  $\psi$  tipa robežnoteikumu interpolācijas rīks (Spalvins et al., 2012). Šajā zonā  $m > 0,02$  apgabalos sprostsļāņa filtrācijas koeficienta vērtība tiek palielināta 1000 reizi. Šo izmaiņu īsteno faktors  $K_5$  (skat. 6. tabulu).

Kalibrējot HM, nepieciešams sprostsļāņiem lokāli koriģēt  $\sigma_z$ . To īsteno  $K_3$  faktors (skat. 6. tabulu). Šis faktors horizontiem lokāli koriģē  $\sigma_{xy}$ .

### Kopsavilkums par LAMO4 $k$ -kartēm

Rezultējošā LAMO4  $k$ -karte ir diagonāla matrica  $K$ , kuru veido seši reizinātāji  $K_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, 6$ . Kalibrējot HM,  $k$ -kartes var koriģēt, ievērojot šos relatīvi neatkarīgos faktoros, kuru lomu sprostsļāņiem un horizontiem skaidro 6. tabula.

6. tabula

LAMO  $k$ -kartes faktori

Faktors		Sprostsļāņi		Horizonti	
Kods	Ietekme	Citi	aer	Citi	Q2
$K_1$	kodols	$I$	1 un 0,05	$k_{norm}$	$k_{norm}$
$K_2$	$k_{vid}$	+	+	+	+
$K_3$	lokāla $k$ maiņa	+	+	+	+
$K_4$	$m = 0$ areāla $k$ maiņa	1; 10; 100 100100	$I$	1 un 0,1	$I$
$K_5$	robežu $k$ maiņa	1 un $10^3$	1 un $10^3$	$I$	$I$
$K_6$	$m$ maiņa	$I$	+	$I$	+

Faktors  $K_2 = k_{vid}$  un identitātes matrica  $I$  ir skalāri lielumi;  $I$  darbojas kā “ $\times 1$ ”; simbols “+” apliecina attiecīgā faktora izmantošanu.

Faktori ir diagonālas matricas, kas īsteno šādas ietekmes:

- $K_1$  ir kodola matrica;  $K_1 = I$  un  $K_1 = k_{norm}$  sprostsļāņiem un horizontiem; aerācijas zonā aer skaitlis 0,05 tiek izmantots purvu, ezeru un upju areālos;
- $K_2 = k_{vid}$  aktīvi izmanto kalibrēšanai;  $k_{vid}$  ir filtrācijas koeficienta vidējā aritmētiskā vērtība  $m > 0$  apgabalā;

- $K_3$  īsteno  $k$  izmaiņu lokālā  $m > 0$  areālā un šo faktoru aktīvi lieto kalibrēšanā;
- $K_4$  izmaina  $k$   $m_0$  areālos: “ $\times 10$ ” vai “ $\times 100$ ” un “ $\times 0,1$ ” sprostslāņiem un horizontiem; šis faktors samazina  $m_0$  areālu nevēlamo ietekmi; vērtību 1 lieto  $m > 0,02$  apgabalā;
- $K_5$  lieto sprostslāņu robežzonā, lai izveidotu interpolācijas rīku HM sānu virsmas ūdens līmeņu robežnoteikumu  $\psi$  fiksēšanai; vērtību 1 lieto HM aktīvajā laukumā.

Faktors  $K_6$  tiek izmantots, ja no HM kalibrācijas procesā fiksēta aerācijas zonas aer biezuma  $m = 0,02$  metri (2. tabula) ir jāpāriet uz reālu zonas biezumu  $m_{aer}$ . Tad jāmaina arī Q2 slāņa biezums un aerācijas zonas filtrācijas koeficients. Pāreja uz reālo  $m_{aer}$  ir obligāta, ja ir jāveic vielas masas pārnese modelēšana vai ūdens daļiņu trasēšana (Spalvins et al., 2013).

Tikai faktori  $K_2$  un  $K_3$  tiek būtiski koriģēti HM kalibrēšanas procesā. Faktori  $K_1$ ,  $K_4$ ,  $K_5$  ievēro relatīvi nemainīgus  $k$ -kartes parametrus.

## Secinājumi

Latvijas hidroģeoloģiskajam modelim LAMO4 ir būtiski uzlabota pamatiežu ūdens horizontu filtrācijas koeficientu  $k$ -karšu ticamība, jo to izveidošanā izmantoti urbumu atsūkšanās dati. Ģeoloģisko slāņu nulles biezuma  $m_0$  areāli apgrūtinā  $k$ -kartes iegūšanu ne tikai horizontiem, bet arī sprostslāņiem. Parādīts, kā tiek samazināta  $m_0$  areālu nevēlamā ietekme un kā tiek koriģētas  $k$ -kartes, modeli kalibrējot.

LAMO4 izveidots ar Valsts pētījumu programmas EVIDEnT atbalstu.

## LITERATŪRA

- Environmental Simulations, 2011. Inc. *Groundwater Vistas. Version 6*, Guide to using, Spalviņš, A. 2016. Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa izveidošana Rīgas Tehniskajā universitātē (2010.–2015. g.). *Rīgas Tehniskās universitātes Zinātniskie raksti. Datormodelēšana un robežproblēmas*, 55, 5–11.
- Spalvins, A., Slangens, J., Lace, I., Krauklis, K., Aleksans, O. 2013. Efficient Methods Used to Create Hydrogeological Model of Latvia. *International Review on Modelling and Simulations* (I.RE.MO.S), 6(5), October 2013. Extracted by ICOMOS 2013 Virtual Forum, Itālija, Naples, July 15–29, 2013: Praise Worthy Prize S.r.l., 2013, 1718–1726.
- Spalvins, A., Slangens, J., Lace, I., Krauklis, K. 2012. Arrangement of boundary conditions for hydrogeological model of Latvia. *Scientific Journal of Riga Technical University Boundary Field Problems and Computer Simulation*, 54, 20–24.

## ABSTRACT

The hydrogeological model (HM) of Latvia for the active groundwater zone LAMO provides information on the geometry and permeability of geological strata, the groundwater heads and flows, the interaction between groundwater bodies and the surface water sources (sea, lakes, rivers, meteoric water). LAMO runs in the environment of the licensed system Groundwater Vistas-6 (GV). To create HM, the GV system must be supplied with digital maps of thickness  $m$  and permeability  $k$  of the strata to be simulated ( $m$ -maps and  $k$ -maps). In Latvia, geological strata include  $m_0$  areas where they do not exist ( $m = 0$ ). Obtaining of

the  $k$ -maps is troubled by the  $m_0$  areas. To calibrate HM, the  $k$ -maps have to be adjusted. The latest LAMO4 version presents the  $k$ -map as a product that includes independent factors. They account for specific features of aquifers and aquitards and ease the troublesome impact of the  $m_0$  areas. It is explained how  $k$ -maps for the LAMO4 have been created.

**Keywords:** calibration of models, well pumping data, zero thickness of geological stratum.

# SMILTS NOGULUMU NOZĪME KVARTĀRA PAZEMES ŪDEŅU DABISKAJĀ AIZSARGĀTĪBĀ

## *IMPORTANCE OF SAND SEDIMENTS IN THE NATURAL PROTECTION OF THE QUATERNARY GROUNDWATER*

Inga RETIĶE<sup>1,2</sup>, Jānis BIKŠE<sup>1</sup>, Aija DĒLIŅA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte; e-pasts: inga.rerike@lu.lv

<sup>2</sup> Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

**Atslēgvārdi:** pazemes ūdeņi, dabiskā aizsargātība, smilts, dabiskais filtrs, slāpekļa savienojumi.

Kvartāra pazemes ūdeņi iegul nelielā dziļumā, tāpēc tiem ir būtiska nozīme gan centralizētās ūdensapgādes nodrošināšanā lielākajās Latvijas pilsētās (Rīga un Daugavpils), gan decentralizētās ūdensapgādes nodrošināšanā viensētās un lauku reģionos. Kopējā saldūdens ieguve no kvartāra ūdens horizonta kompleksa 2015. gadā pazemes ūdeņu atradnēs (vietās, kur ieguves apjoms pārsniedz 100 m<sup>3</sup>/d) veido teju pusi no visas saldūdens ieguves Latvijā (Lanka, et al., 2016).

Pazemes ūdeņu dabiskā aizsargātība raksturo ūdeņu spēju saglabāt dabisko stāvokli un jutību pret virszemes piesārņojumu. Latvijas kvartāra pazemes ūdeņu dabiskās aizsargātības karte (Dēliņa & Prols, 2008) izdala piecas aizsargātības klases, kur vispārinot aizsargātības pakāpe samazinās, pieaugot smilšu īpatsvaram vai granulometriskajam izmēram nogulumos. Piecas aizsargātības klases raksturo šādi nogulumi (sākot no vislabāk aizsargātiem): 1) glaciolimniskie māli, 2) glaciģenie smilšmāli un mālsmilts, 3) ūdens piesātināta kūdra, 4) dažādas izcelsmes smilts, 5) smilts-grants nogulumi, galvenokārt glaciofluvālie nogulumi. Sastādot karti vērā netika ņemts zemes lietojuma veids, kas, kā norāda jaunākais pētījums, var būtiski ietekmēt kvartāra pazemes ūdeņu kvalitāti (Retiķe et al., 2016).

Neskatoties uz to, ka dabiskās aizsargātības kartē vietas, kur dominē smilšainie nogulumi, ir klasificētas kā mazāk aizsargātas pret virszemes piesārņojumu, tām ir būtiska loma ūdens dabiskās attīrīšanās procesā. Smilts nogulumi zemes virspusē pilda sava veida “dabiskā filtra” funkciju, turpretī mālainiem nogulumiem raksturīga zema ūdens caurlaidība, kā rezultātā šādu nogulumu izplatības rajonos dominē virszemes notece uz tuvākajiem pazeminājumiem, piemēram, grāvjiem, upēm, ezeriem. Smilts nogulumu granulometriskais sastāvs un kopējais biežums ir vieni no galvenajiem parametriem, kas nosaka to, cik ātri ūdens pārvietosies nogulumos, un attiecīgi, cik ātri nogulumos noritošie procesi (piemēram, nitrifikācija vai denitrifikācija) varēs pārveidot ūdens sastāvu. Šī pētījuma mērķis ir noskaidrot smilts nogulumu nozīmi kvartāra pazemes ūdeņu dabiskās aizsargātības veidošanā. Tika izmantoti ūdens ķīmiskā sastāva dati (pamatjoni un slāpekļa savienojumi) no Valsts pazemes ūdeņu monitoringa tīkla (LVĢGMC, [bez. dat.]) stacijām, kurās urbumi ierīkoti kvartāra nogulumos dažādos dziļumos. Iegūtie



rezultāti ļauj vispārīgi novērtēt slāpekļa savienojumu izmaiņas dažādos nogulumos, kā arī izmaiņu dinamiku smilts nogulumos, ja mainās paraugošanas dziļums vienas stacijas ietvaros.

Pētījums sagatavots projekta “Dabas resursu ilgtspējīga izmantošana klimata pārmaiņu kontekstā” Nr. AAP2016/B041 ietvaros.

## LITERATŪRA

- Dēliņa, A. un Prols, J. 1998. Latvijas pazemes ūdeņu aizsargātības karte. Rīga: SIA Geo Consultants, 34. lpp.
- Retike, I., Delina, A., Bikse, J., Kalvans, A., Popovs, K., Pipira, D. 2016. Quaternary groundwater vulnerability assessment in Latvia using multivariate statistical analysis. *22nd International Scientific Conference Research for Rural Development*. Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia, 18–20 May 2016. Vol. 1, 210–215.
- Lanka, Z., Borozdins, D., Valters, K. 2016. Pazemes ūdeņu krājumu bilance 2015. gads. VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”.
- LVĢMC, [bez. dat.]. Pazemes ūdeņu novērojumu datu meklētājs. Pieejams: <http://meteo.lv/pazemes-udens-datu-meklesana>

## ABSTRACT

Quaternary groundwater is widely used as drinking water source in many households due to the shallow occurrence. It also plays an important role to provide centralised water supply in the largest cities of Latvia, including the capital city Riga. Identification of groundwater vulnerable areas is a challenging task and necessary for sustainable water resources management in the future. In the context of groundwater vulnerability sand sediments are considered to be more like a threat than natural filter, especially when compared with more clayey sediments. During this research the groundwater chemical composition changes (nitrogen compounds) during filtration thorough Quaternary sediments at different sampling depths were studied. The results from case studies show that sand can play an important role in nitrogen reduction; still the effectiveness depends on its properties.

**Keywords:** groundwater, natural vulnerability, sand, natural filter, nitrogen compounds.

# **VIDUS DEVONA GAUJAS UN AMATAS SVĪTAS NOGULUMU SUFOZIJAS ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMU REZULTĀTI PARAUGIEM NO URBUMA AIZKRAUKLĒ**

## ***STUDY RESULTS OF SUFFOSION PROPERTIES IN THE MIDDLE DEVONIAN SEDIMENTS OF GAUJA AND AMATA FORMATIONS***

**Andis KALVĀNS, Konrāds POPOVS, Jānis BIKŠE, Aija DĒLIŅA**

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte  
E-pasti: andis.kalvans@lu.lv; konrads.popovs@lu.lv; janis.bikse@lu.lv;  
aija.delina@lu.lv

Sufozija izpaužas kā sīko nogulumu daļiņu iznešana no iežu vai nogulumu masīva ar pazemes ūdens plūsmu. Pētījumā tika analizēta urbuma serdē iegūtu Gaujas un Amatas svītas nogulumu porainība, granulometriskā sastāva sadalījums, cementācija, kā arī eksperimentāli noteikta to jutība pret sufoziju un iekšējo eroziju. Tika konstatēts, ka smilts nogulumi pārsvarā ir labi šķīroti, un tas nozīmē labu noturību pret sufoziju, tomēr zemais konsolidācijas līmenis nosaka, ka tie viegli pakļaujas izskalošanai. Slāņkopas neviendabīgā uzbūve – relatīvi plānu dažāda granulometriskā sastāva starpslāņu mija, koncentrējot pazemes ūdens plūsmu ūdeni labāk vadošajos starpslāņos – ir labvēlīga sufozijas attīstībai pie ūdens ieguves urbumiem, bet apgrūtina piemērota filtra izvēli. Vidus devona Gaujas un Amatas svītas nogulumi dotajā izpētes urbumā ir vāji konsolidēti, un nogulumu aprakstā būtu jālieto termins “smilts”, nevis “smilšakmens”.

**Atslēgvārdi:** iekšējā erozija, smilšošana, smilts, smilšakmens.

### **Ievads**

Ievērojamā Latvijas teritorijā zemkvartāra virsmā atsedzas devona vecuma siliciklastiskie nogulumi. To veidotie pazemes ūdens horizonti ir viens no svarīgākajiem ūdens apgādes avotiem Latvijā. Viena no problēmām, ar ko bieži nākas saskarties, ilgstoši ekspluatējot šajos nogulumos ierīkottus ūdens apgādes urbumus, ir urbumu smilšošana – smilts un aleirīta izmēra daļiņu iznese ar ūdens plūsmu. Vienaļikus Gaujas, Salacas un citu upju krastos devona vecuma smilšainajos nogulumos var vērot sufozijas rezultātā veidojušās alas. Sufozijas procesi var attīstīties tikai vāji konsolidētos nogulumos, kur pazemes ūdens plūsma spēj izskalot mazākās nogulumu matricas daļiņas līdz brīdim, kad nogulumu skelets sabrūk un veidojas makroskopiski novērojamas kavernas (Richards & Reddy, 2007).

Sufozijai līdzīga parādība ir iekšējā erozija, kas atšķirībā no sufozijas norisinās gar iepriekš eksistējošām pavājinājuma zonām, tādām kā plaisas vai nogulumu un būvkonstrukciju kontaktu virsmas (Richards & Reddy, 2007). Sufozijas un iekšējās erozijas attīstība var būt pašuzturoša: izskalošanas rezultātā samazinās hidrauliskā pretestība un ūdens plūsma koncentrējas sufozijas skartajā zonā, veicinot tālāku izskalošanu.

Pēc definīcijas smilšakmeņi ir litificēti smilts izmēra graudu nogulumu (Haaf et al., 2014). Smilšakmens graudus kopā notur vai nu ķīmiskā ceļā izgulsnēts cements starp graudiem, vai nogulumu skeleta sablīvēšanās petrostatiskā spiediena rezultātā. Smilšakmenī visas nogulumu daļiņas ir cieši saistītas savā starpā. Sufozija attīstīsies nekonsolidētos nogulumos (smiltīs), bet neattīstīsies labi konsolidētos iežos – smilšakmeņos, ja vien to nepavada citi procesi, kas pavājina to struktūru.

Šī pētījuma mērķis ir raksturot vidus devona Gaujas un Amatas svītas nogulumu noturību pret sufoziju. Pētījumā tika analizēti no urbuma serdes ievākti nogulumu paraugi, tika noteikta to porainība, granulometriskā sastāva sadalījums, cementācija, kā arī eksperimentāli noteikta to jutība pret sufoziju un iekšējo eroziju.

## Metodes un materiāli

Pētījumā ir izmantota urbuma serde, kas iegūta, izmantojot dubultsienu ģeoloģiskās urbšanas cauruli, kura pielāgota rotācijas urbšanai ar skalošanas metodi atbilstoši standartam LVS EN ISO 22475-1:2007. Serde noņemta plastikāta caurulēs, lai netraucētu tās izņemšanu no urbšanas caurules. Urbums tika ierīkots Aizkraukles pilsētas teritorijā.

Granulometriskais sastāvs sijājot tika noteikts 19 no urbuma serdes ņemtiem smilšaino nogulumu paraugiem. Atsevišķi mālainie paraugi tika analizēti, kombinējot sijāšanas metodi ar rentgenstaru absorbcijas granulometra *Sedigraph III* rezultātiem.

Paraugi 10 plānslīpējumu izgatavošanai no urbuma serdes tika ievākti Kubiena kastītēs un žāvēti līdz konstantai masai 70 °C temperatūrā. Sausie paraugi vairākos soļos tika impregnēti ar *STRUERS EpoFix* epoksīda sveķiem. Paraugi tika sažāģēti plāksnēs un pulēti ar automātisku precīzās slīpēšanas iekārtu, izmantojot suspendētu 10 μm daļiņu izmēra abrazīvu. Tad tie tika pielīmēti pie parauga stikliņiem, pulēti līdz 0,03 mm biezumam un papildus pulēti ar 1 μm dimanta pulēšanas suspensiju.

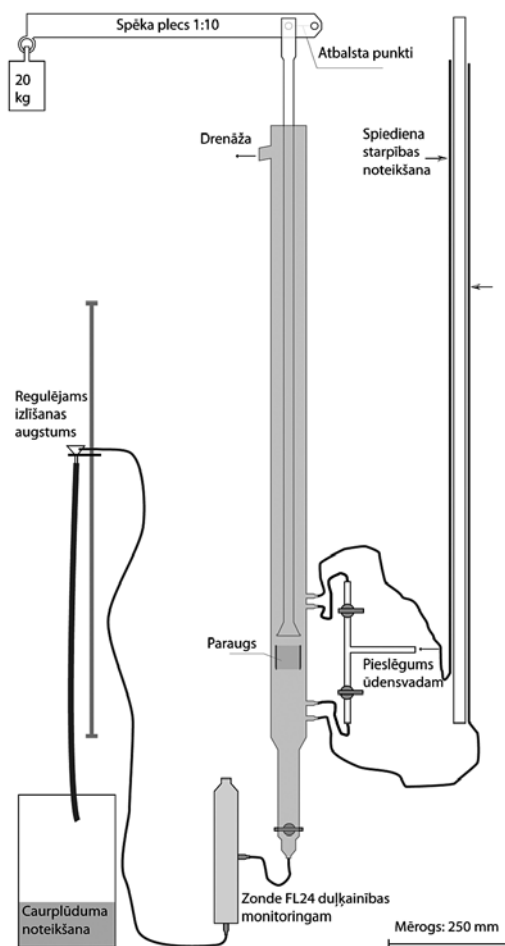
Nogulumu cementa izpēte plānslīpējumos tika veikta ar skenējošo elektronu mikroskopu (SEM) *TESCAN LYRA3 XM*, kas aprīkots ar izkliedēto rentgenstaru enerģijas analizatoru (EDX) *Oxford Instruments Silicon Drift Detector*. Abu iekārtu kombinācija ļāva uzņemt augstas kvalitātes elektronu fotogrāfijas, kā arī analizēt starpgraudu telpā esošā cementa ķīmisko sastāvu. Visi plānslīpējumu paraugi pirms analizēšanas tika apputīnāti ar 10 μm biezu zelta kārtiņu. Paraugu skenējošās elektronu bildes uzņemtas 15 000 V spriegumā ar strāvas stiprumu 10 pA. Katrā plānslīpējumā, 10 līdz 20 īpaši izraudzītās vietās šķērsojot smilts graudu robežas, tika uzņemts *EDX travers* ar pietuvinājumu no 300 līdz 15 000 reizēm. Pēc *EDX* ķīmisko elementu spektriem var spriest par starpgraudu telpā esošās vielas (cementa) ķīmisko sastāvu, ja vien tas atšķiras no smilts graudu ķīmiskā sastāva un parauga sagatavošanai izmantoto epoksīda sveķu sastāva.

Vienam reprezentīvam katra plānslīpējuma SEM attēlam *MATLAB 2014b* vidē tika noteikta porainība. Katrs pelēko toņu attēls tika binarizēts, nošķirot smilts graudus no porām. Uzmanība tika pievērsta tam, lai iegūtās robežas atspoguļotu graudu robežas, nevis partikulāras graudu īpatnības, vizuāli novērtējot

graudu robežas sākotnējā attēlā. No binārā attēla tika aprēķināts procentuālais sadalījums poras veidojošam laukumam no kopējā attēla laukuma, kas atbilst arī poru tilpumam procentos – porainībai.

### Eksperimentālā sufozijas iekārta

Sufozijas jutīguma testu veikšanai laboratorijas apstākļos tika izveidota eksperimentāla iekārta (1. attēls), modificējot Bendahmane et al. (2008) risinājumu. Iekārtā tērauda gredzenos iegrieztus netraucētas struktūras paraugus pakļauj koaksiālām statiskajam spiedienam un nodrošina konstanta gradienta ūdens plūsmu caur paraugu, vienlaikus kā sufozijas indikatorus automātiski nosakot caurplūduma apjomu un izplūstošā ūdens duļķainību. Testi tika veikti trīs etapos: (1) statiskā slodze –  $10 \text{ kg/cm}^2$  un ūdens spiediena gradients –  $5 \text{ m/m}$ ; (2) statiskā slodze –  $10 \text{ kg/cm}^2$  un ūdens spiediena gradients –  $20 \text{ m/m}$  un (3) statiskā slodze –  $0 \text{ kg/cm}^2$  un ūdens spiediena gradients –  $20 \text{ m/m}$ . Sufozijas jutīguma testi tika veikti 48 smilšaino nogulumu monolītiem.



1. att. Eksperimentālās sufozijas izpētes iekārtas shematisks attēlojums.

## Rezultāti

### Ģeoloģiskais griezumš

Urbuma griezumā Gaujas un Amatas svītas tika sadalītas 12 slāņos (2. attēls), bet primārajā urbuma serdes aprakstā šajā pašā intervālā ir izdalīti vairāk nekā simts slāņi un starpslāņi ar vidējo biezumu 28 cm. Jāatzīmē, ka, aprakstot ģeoloģisko griezumš, šī ir pieņemta prakse – slāņus ar līdzīgām īpašībām urbuma aprakstā

Dziļums	Abs. augst. atzīme	Ģeoloģiskais indekss	Slāņa numurs	Slāņa pamatne		Slāņa biezums, m	Ģeoloģiskais griezumš	Nogulumu apraksts	Paraugu ņemšanas intervāls, m
				dziļums, m	abs. atz., m				
60		eQ4	1	0.4	62.5	0.4		1. Augsne	
10		tQ4	2	4.5	58.4	4.1		2. Uzbrēta dažādgraudaina smilts, grants, oļi, laukameņi	
50		fQ3	3	8.5	54.4	8.1		3. Smilts - grants, oļi	
20									
40									
30								4. Morēnas mālsmilts, ar granti un oļiem	
30		gQ3	4	32.1	30.8	23.6			
40									
20									
50		D3pl	5-7.	46.8	16.1	14.7		5.-7. Dolomīts, ar dolomitmerģeļa starpkārtu (46.0 - 46.5 m)	46.0-46.5
10			8-11.	50.0	12.9	3.2		8.-11. Smilšakmens ar aleirolīta un māla starpkārtām	46.5-48.5 48.5-50.0 50.0-51.5 51.5-53.0
60			12-14.	53.2	9.7	3.2		12.-14. Smilšakmens, dolomitizējies, māla starpkārta	53.0-55.2 55.2-56.0 56.0-57.5 57.5-58.7
0			15.	55.2	7.7	2.0		15. Smilšakmens	58.7-60.7
70			16-19.	57.8	5.1	2.6		16.-19. Aleirolīta un māla slāņmija	60.7-62.0 62.0-63.5 63.5-65.8 65.8-67.5 67.5-69.7
10			20-30.	67.5	-4.6	9.7		20.-30. Smilšakmens un māla slāņmija	69.7-72.8 72.8-75.3 75.3-76.8 76.8-78.3 78.3-79.8 79.8-81.3
80			31.	69.5	-6.6	2.0		31. Smilšakmens, stipri cementēts,	81.3-83.0 83.0-84.5 84.5-86.0 86.0-90.4
20			32-33.	71.5	-8.6	2.0		32.-33. Smilšakmens	90.4-91.9
90			34-35.	75.6	-12.7	4.1		34.-35. Māls, sarkans, sauss, ciets.	91.9-96.8 96.8-98.8
100			36-39.	79.8	-16.9	4.2		36.-39. Smilšakmens	98.8-102.3 102.3-103.8
110			40-46.	86.1	-23.2	6.3		40.-46. Smilšakmens un māla slāņmija	103.8-108.8
120			47-49.	91.9	-29.0	5.8		47.-49. Smilšakmens ar māla starpkārtām	
			50-62.	120.0	-57.1	28.1		50.- 62. Smilšakmens, ar sufozijas procesu pazīmēm	108.8-120.0

2. att. Urbuma ģeoloģiskais griezumš un paraugu ievākšanas intervāli.

apvienot vienā vienībā. Ūdens ieguves urbumu filtri parasti tiek konstruēti no vairākus metus gariem posmiem, kas savukārt nozīmē, ka katrs filtra posms nosegs materiālu ar krasi atšķirīgu granulometriskā sastāva sadalījumu.

### **Granulometriskais sastāvs**

Vidējais graudu izmērs smilšainajiem paraugiem ir no 0,080 līdz 0,500 mm. Šķirotības vērtības ir robežās no 0,23 līdz 3,37, bet pārsvarā mazākas par 1, tātad tie ir labi šķiroti nogulumi. Nevienādabīguma koeficients ir vidēji 1,7, bet vienā paraugā (G-20) koeficients sasniedz 7,28, un tas liecina par nevienādabīgu sastāvu un paaugstinātu sufozijas risku šī parauga reprezentatīvajā slāņkopā. Šajā analizē nav apskatīti mālaino un aleirītisko nogulumu starpslāņu granulometriskā sastāva dati.

*Richards un Reddy* (2007) citē pētījumu, kur konstatēts, ka gruntis ar nevienādabīguma koeficientu ( $C_u = D_{60}/D_{10}$ ) virs 20 ir pakļauts sufozijas riskam, savukārt gruntis ar viendabīguma koeficientu mazāku par 10 ir pašdrenējošas – nav pakļautas sufozijas riskam. Papildus tam gruntis ar multimodālu granulometriskā sastāva sadalījumu arī ir vairāk pakļautas sufozijas riskam. Vadoties pēc nevienādabības koeficienta ( $C_u$ ) vērtībām, nogulumi ir maz pakļauti sufozijas riskam.

### **Nogulumu cements**

Gaujas un Amatas svītas smilšainajos nogulumos ir atzīmēta mālu, karbonātu minerālu vai dzelzs savienojumu cementācija (Brangulis et al., 1984). EDX spektros par karbonātu minerālu cementu liecina kalcija klātbūtne un alumīnija, kālija un dzelzs trūkums; par dzelzs savienojumu cementu liecina dzelzs klātbūtne un alumīnijs, kālija un kalcija trūkums; savukārt par mālu minerālu cementu liecina alumīnija un kālija klātbūtne, un vēl var būt arī magnijs, dzelzs vai kalcijs. Dzelzs savienojumu cementa novērtējums nav viennozīmīgs, jo dzelzs savienojumu apvalks uz smilts graudiņu virsmas, iespējams, ir veidojies vēl pirms nogulu izguls-nēšanās (Куртс, 1992) un nekalpo kā saistviela starp minerālu graudiem.

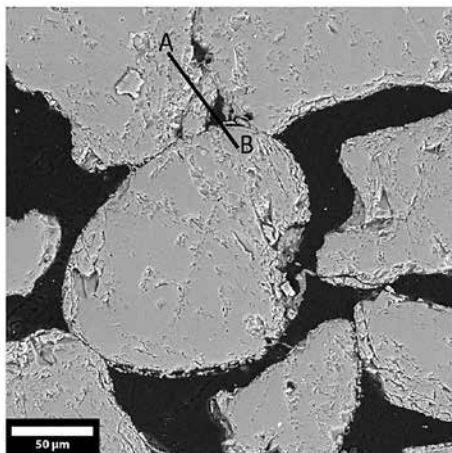
Trešajā attēlā parādīts, kā starp trīs kvarca graudiem ir konstatēta relatīvi augsta Al un K koncentrācija un arī paaugstinātas Fe vērtības, un to iespējams izskaidrot ar mālu minerāla, piemēram, illīta, atrašanos starpgraudu telpā. Turklāt starp diviem graudiem māls aizpilda visu starpgraudu telpu, bet starp nākamajiem diviem kvarca graudiem tas atrodas tikai uz graudu virsām.

Ir veikti traversi caur 225 smilts graudu kontakta zonām desmit plānslīpējumos. Divos plānslīpējumos poru laukums ir viscaur aizpildīts ar māla matrici, bet vienā plānslīpējumā cementējošie minerāli graudu kontaktos nav konstatēti. Aptuveni 30% gadījumu cementējošie minerāli nav konstatēti.

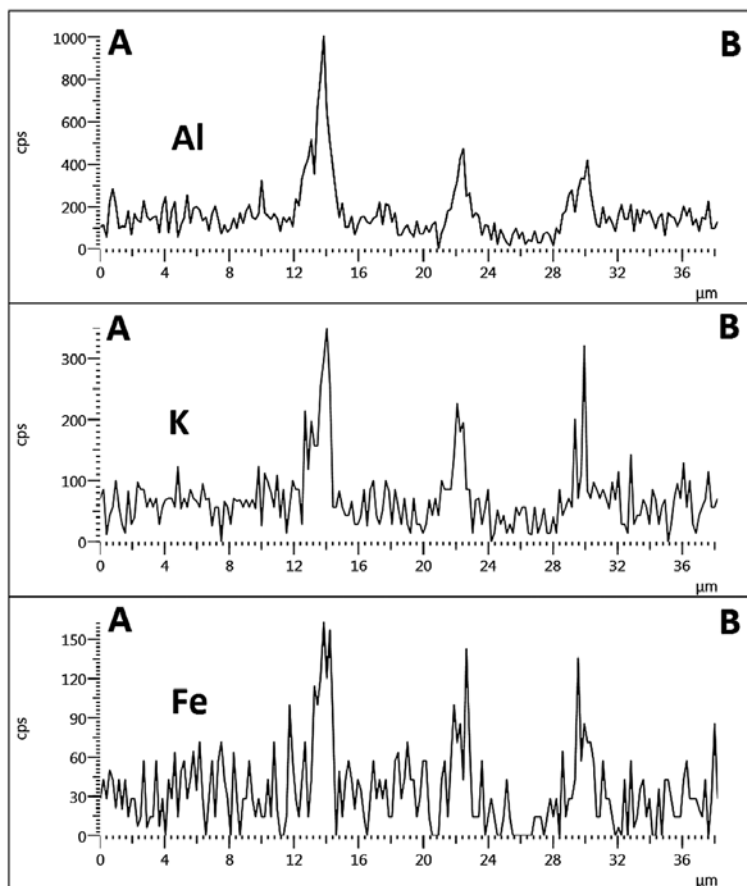
No visiem cementa veidiem visizplatītākais ir māla cements, kas dominē 8 no 10 plānslīpējumiem. Mālu minerāli ir bieži sastopami starpgraudu telpā un reizēm veido identificējamus agregātus.

Dzelzs savienojumi ir otra izplatītākā cementējošo savienojumu grupa, kas konstatēta uz smilts graudu virsmām. Retos gadījumos dzelzs savienojumi veido arī agregātus. Visbiežāk SEM attēlos tie nav identificējami, lai gan ir konstatēti ar EDX metodi. Domājams, tie plānā slānītī pārklāj smilts graudu virsmu un ir

a



b



3. att. Piemērs elementu sastāva analīzes traversam: a – traversa līnija A–B SEM attēlā;  
b – EDX spektri Al, K un Fe elementiem traversa līnijai A–B, uz vertikālās ass norādīti signāli sekundē.

veidojušies pirms nogulumu uzkrāšanas (Курш 1992), un tāpēc neveido nogulumu cementāciju.

Karbonātu cements ir visretāk izplatīts, tas sastopams 6 no 10 plānslīpējumiem. To veido kalcija karbonāts, kas plānslīpējumos vizuāli nav identificējams, bet ir novērojams, veicot EDX spektrālos mērījumus traversiem.

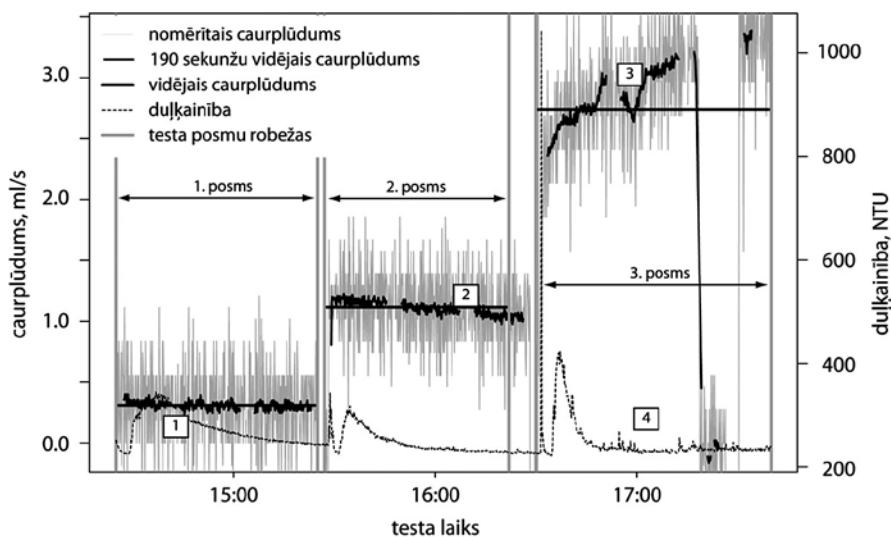
Kopumā nogulumi ir vāji cementēti un starpgraudu telpas nav aizpildītas.

## Porainība

Ar skenējošā elektronu mikroskopa attēla analīzes metodi noteiktā smilšaino nogulumu porainība ir 34–42%, savukārt mālaino un dolomitizēto nogulumu noteiktā porainība ir < 10%. Literatūrā ir minēts, ka vidējgraudainu smilšakmeņu porainība ir ap 37%, savukārt vidējgraudainas smilts porainība vidēji ir ap 43% (Todd & Mays 2005). Pētījumā noteiktā porainība atrodas pa vidu starp šīm vērtībām, kas raksturīgas vāji konsolidētiem vidējgraudainiem smilšakmeņiem.

## Sufozijas jutīguma noteikšana laboratorijā

Visiem pārbaudītajiem 48 smilšaino nogulumu paraugiem testu laikā tika konstatētas iekšējās erozijas un sufozijas pazīmes. Turklāt vairumam no tiem sufozijas pazīmes tika novērotas jau pirmajā testēšanas etapā, un 11 paraugiem 3. eksperimenta posmu nebija iespējams veikt, jo paraugs bija pilnībā sabrucis.



4. att. Sufozijas eksperimenta mērījumu vizualizācijas un interpretācijas piemērs (ar skaitļiem apzīmēto novērojumu skaidrojumu skatīt tekstā).

Raksturīga testa rezultātu aina ir redzama 4. attēlā. Eksperimentu uzsākot (4. attēls – 1), duļķainība ir paaugstināta un pakāpeniski samazinās, duļķainības maksimums ir relatīvi plats, un tas liek domāt, ka notiek smalko daļiņu



izskalošana, tomēr pazīme nav pārliedzinoša. Otrajā testa etapā caurplūdums pakāpeniski samazinās (4. attēls – 2), un tas liecina par aizsērējuma veidošanos sistēmā, kas savukārt liecina par smalko daļiņu pārvietošanu plūsmas rezultātā un tātad nepārprotami – par iespēju attīstīties sufozijas procesiem. Trešajā etapā vērojams būtisks un lēciņveida caurplūduma pieaugums (4. attēls – 3), kas nepārprotami liecina par strauju sufozijas vai iekšējās erozijas procesu attīstību. Vienlaikus vērojams duļķainības maksimums apmēram 10 minūtes pēc posma uzsākšanas, kā arī vairākas nelielas duļķainības pieauguma epizodes (4. attēls – 4), kad vērojams samērā augsts vidējais caurplūdums, kas nepārprotami liecina par sufozijas vai iekšējās erozijas procesu attīstību.

Tika konstatēts, ka pret sufoziju visjutīgākais materiāls atrodas griezuma daļās ar mazāko smalkzemes piejaukumu. Kopumā nogulumi ir jutīgi pret sufoziju; Gaujas svītas nogulumi ir mazāk noturīgi salīdzinājumā ar Amatas svītas smilšainajiem nogulumiem.

## Diskusija un secinājumi

Rezultāti liecina, ka analizētie nogulumi viegli pakļaujas sufozijai un iekšējai erozijai, turklāt ātrāk šie procesi attīstās tieši rupjgraudainākajā slāņkopas daļā. Šie novērojumi saskan ar cementācijas pakāpes izpēti, jo būtisks cementa daudzums tika novērots paraugos, kas ir ņemti no mālainākiem slāņkopas griezuma posmiem. Pētītajiem nogulumiem raksturīga izteikti nevienmērīga uzbūve: smilts nogulumu slāņu biezums nepārsniedz 2 m un biežāko vienlaidu slāņu uzbūve nav viendabīga. Tomēr katram atsevišķam smilts nogulumu slānim, izņemot smalkgraudainos starpslāņus, ir zems granulometriskā sastāva nevienmērības koeficients ( $< 3$ ), kas norāda par labu noturību pret sufoziju. Izplatītākais cementa veids ir mālu minerāli. Domājams, ka tie paši var tikt izskaloti no ieža masīva, tādējādi vājinot tā struktūru un veicinot iekšējās erozijas un sufozijas procesu attīstību.

Šādas nogulumu īpatnības nosaka augstu ūdens apgādes urbumu smilšošanas risku. Iespējamais risinājums ir izraudzīties piemērotu materiālu filtra apbēruma veidošanai. Filtra apbēruma materiāla uzdevums ir aizturēt ūdens horizonta materiāla ieskalšanu filtrā. Apbēruma materiāla poru izmēram ir jābūt tādām, lai caur tām nevarētu notikt pastāvīga ūdens horizonta materiāla plūsma (sufozija). Filtra apbēruma ir jāizraugās, vadoties pēc smalkākā slāņa granulometriskā sastāva filtra intervālā (Sterrett 2007). Latvijā ir izplatīt  $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$ - $\text{Mg}^{2+}$  tipa pazemes ūdeņi (Retike et al. *in print*). Divvērtīgo katjonu ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) pārsvars pār vienvērtīgajiem katjoniem ( $\text{Na}^+$ ) nosaka, ka mālu minerāli atrodas flokulētā, nedispersā stāvoklī (Richards & Reddy 2007). Tas savukārt nosaka, ka mālu starpslāņos, atšķirībā no aleirīta starpslāņiem, ir mazs sufozijas procesu attīstības risks. Tāpēc, izvēloties filtra apbēruma materiālu, var neņemt vērā starpslāņus ar būtisku mālu minerālu saturu.

Mūsu aplūkotajā gadījumā Gaujas un Amatas svītas smilšainie nogulumi vairāk līdzinās smiltīm, nevis akmeņiem, attiecīgi tā tie būtu arī jāsauc. Izstrādājot teritorijas vai objekta ģeoloģisko aprakstu, korekti ir lietot atbilstošo apzīmējumu: vai apskatītie ieži pēc būtības ir klints ieži – smilšakmeņi – vai tomēr nekonsolidēti nogulumi – smiltis. Ģeoloģiskā materiāla apraksts būtu jāveido, vadoties no tā

īpašībām, nevis ģeoloģiskās vēstures laika posma, kad tas ir veidojies. Konsekvents atbilstošas terminoloģijas lietojums (*smilts* vai *smilšakmens*) ir priekšnoteikums sekmīgai komunikācijai starp dažādu jomu profesionāļiem.

Raksts sagatavots ar projekta “Klimata pārmaiņas un dabas resursu ilgtspējīga izmantošana” (līguma Nr. ZD2016/AZ03) atbalstu.

## LITERATŪRA

- Bendahmane, F., Marot, D. & Alexis, A. 2008. Experimental parametric study of suffusion and backward erosion. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 134(1), 57–67.
- Brangulis, A. et al. 1984. Геология Латвийской ССР Объяснительная записка к геологическими картами Латвийской ССР масштаба 1:500 000 / Latvijas PSR ģeoloģija. Paskaidrojums Latvijas PSR ģeoloģiskajām kartēm (mērogs 1:500 000). J. Misāns, A. J. Brangulis & J. Straume (red.), Rīga: Zinātne.
- Haaf, E. ten et al. 2014. sedimentary rock. *Encyclopædia Britannica*. Available: <https://www.britannica.com/science/sedimentary-rock/Sandstones>.
- Retike, I. et al., *in print*. Geochemical characteristics of groundwater in Latvia using multivariate statistical analysis. *Hydrology Research*, 1–15.
- Richards, K. S. & Reddy, K. R. 2007. Critical appraisal of piping phenomena in earth dams. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 66(4), 381–402.
- Sterrett, R. 2007. *Groundwater and wells*. Third Edit. New Brighton.
- Todd, D. K. & Mays, L. W. 2005. *Groundwater hydrology*, Third Edit. Wiley.
- Куршс, В. М. (Kurshs) 1992. Девонское терригенное осадконакопление на Главном девонском поле [in Russian]. Рига: Зинатне.

## ABSTRACT

Suffusion is a process when fine particles are carried away from a rock massive by the groundwater flow. Samples of the Gauja and Amata formations obtained from a well core were analysed for porosity, granulometric composition and cementation, as well as experimentally tested for suffusion susceptibility. It was found that the generally well-sorted sandy sediments were highly susceptible to suffusion due to low consolidation level. The heterogeneous structure of the sedimentary units—intercalation of fine layers with contrasting granulometric composition—favours development of the suffusion phenomena around water abstraction wells. On the one hand, it facilitates the concentration of groundwater flow in layers with higher conductivity, while on the other hand it inconveniences the selection of appropriate filter construction. The Middle Devonian sediments of the Gauja and Amata formations are weakly consolidated at the investigation site and should be described as “sand” not “sandstones”.

**Keywords:** suffusion, sand, sandstones.

## 2. SESIJA. SMILTIS LAUKSAIMNIECĪBĀ, MEŽKOPĪBĀ, AUGĻKOPĪBĀ UN DĀRZKOPĪBĀ

### *SANDY SOIL IN AGRICULTURE, FORESTRY, FRUIT-GROWING AND GARDENING*

#### **GRANULOMETRISKĀ SASTĀVA GRUPU NOZĪME OGLEKĻA AKUMULĀCIJĀ AUGSNES MINERĀLAJĀ VIRSKĀRTĀ PROJEKTA LUCAS 2009 PIEMĒRĀ**

#### ***IMPORTANCE OF THE GRANULOMETRIC COMPOSITION GROUPS IN CARBON ACCUMULATION IN MINERAL TOPSOIL WITHIN LUCAS 2009 PROJECT***

Ieva KALKA<sup>1</sup>, Raimonds KASPARINSKIS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte  
E-pasts: ieva.kalka@gmail.com; raimonds.kasparinskis@lu.lv

**Atslēgvārdi:** organiskais ogleklis, minerālā virskārta, granulometriskā sastāva grupas, zemes lietojuma veids.

Augsnes granulometriskais sastāvs ir viens no nozīmīgākajiem faktoriem, kas ietekmē organiskā oglekļa akumulāciju augsnes virskārtā. Baltijas valstīs un Skandināvijā augsnes virskārtā raksturīgs lielāks smilts daļiņu īpatsvars salīdzinājumā ar Dienvideiropas valstīm, un tas saistīts ar pēdējā leduslaikmeta ietekmi Ziemeļeiropā (Ballabio et al., 2016). Augsnes granulometriskā sastāva grupas nosaka augsnes auglību un attiecīgi – zemes lietojuma veidu, piemēram, smiltāju augsnes ir raksturīga relatīvi zema augsnes auglība, tādēļ tās ir piemērotākas mežsaimniecībai nekā lauksaimniecībai.

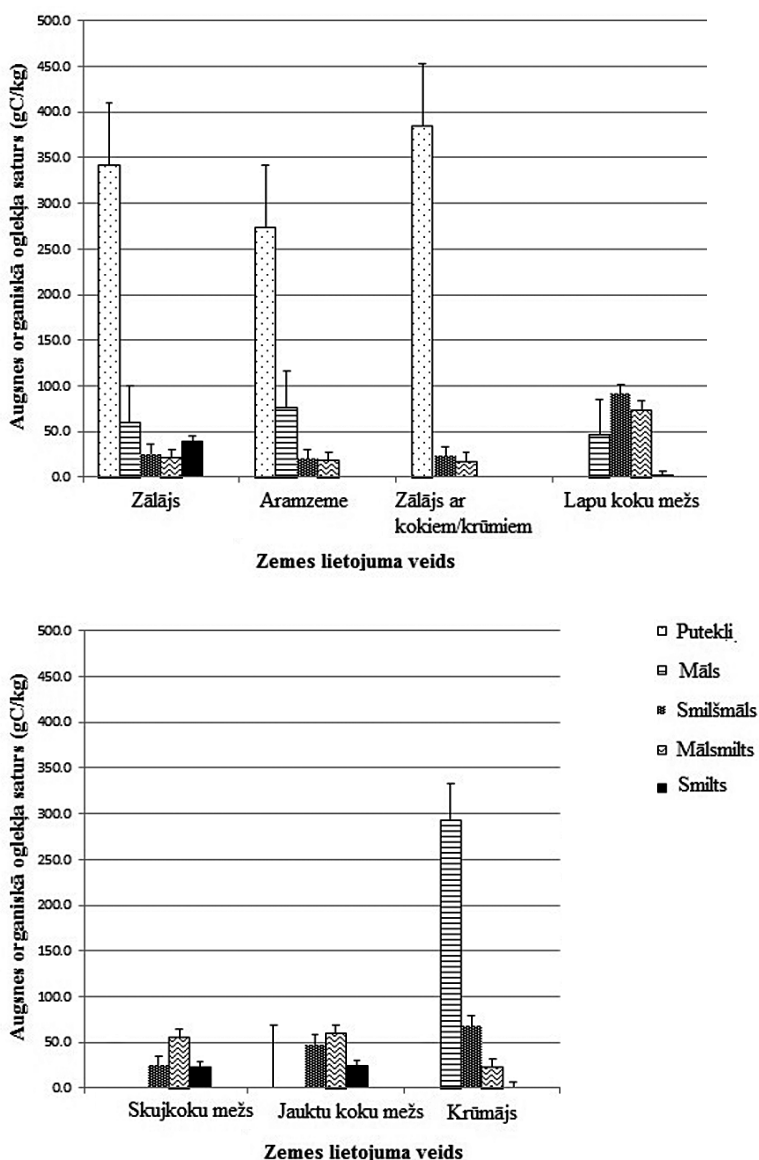
Pētījumā izmantoti augsnes minerālās virskārtas (0–20 cm slānī) dati no LUCAS 2009 projekta (Toth et al., 2013) apsekojuma. Šie dati par augsnes sastāvu tiek izmantoti tālāk dažādos pētījumos, kuru mērķis ir veicināt augsnes kvalitātes uzlabošanu, veikt modelēšanu un augšņu uzraudzību Eiropā (Eurostat, 2009).

Punktu apsekojumā tika noteikts zemes apauguma un lietojuma veids, pārklājums un tika paņemti augsnes virskārtas paraugi. Kopumā 2009. gada LUCAS apsekošanā tika ievākti 349 augsnes paraugi, no kuriem 205 ievākti lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (zālājos, aramzemēs, zālājos ar kokiem un krūmiem), 133 mežu teritorijās (lapu koku, skuju koku un jaukto koku mežos) un 7 krūmājos.

Rezultāti parāda, ka atšķirības organiskā oglekļa saturā augsnes minerālajā virskārtā (0–20 cm) galvenokārt nosaka granulometriskais sastāvs, kā arī zemes

lietojuma veids (aramzeme, zālāji, zālāji ar kokiem un krūmiem, skujkoku mežs ar dominējošu priedi, lapu koku mežs, jaukto koku mežs un krūmāji). Tas liecina, ka cilvēka saimnieciskā darbība ir būtisks faktors (1. att.).

Kopumā vērojama tendence, ka oglekļa saturs lielāks ir putekļu granulometriskā sastāva grupā, kā arī māla granulometriskā sastāva grupā lauksaimniecībā izmantojamās zemēs, savukārt mazākā organiskā oglekļa piesaiste raksturīga smilts granulometriskā sastāva grupā skujkoku mežaudzē, kur dominē priede (1. att.).



1. att. Augšējās zemes lietojuma veidi un zemes lietojuma veidi. Augšējās zemes lietojuma veidi un zemes lietojuma veidi. Augšējās zemes lietojuma veidi un zemes lietojuma veidi.

Organiskā oglekļa vidējais saturs putekļu granulometriskā sastāva grupā ir robežās no 273,3 (aramzemēs) līdz 384,9 gC/kg (zālajos ar kokiem un krūmiem), māla – no 60,1 (zālajos) līdz 293,6 gC/kg (krūmājos), smilšmāla – no 20,4 (aramzemēs) līdz 91,4 gC/kg (lapu koku mežaudzē), mālsmilts – no 17,6 (zālajos ar kokiem un krūmiem) līdz 74,1 gC/kg (lapu koku mežaudzē) un smilts granulometriskā sastāva grupā – no 1,0 (lapu koku mežaudzē) līdz 38,9 gC/kg (1. att.).

Augsnes granulometriskajam sastāvam ir relatīvi liela nozīme ķīmisko elementu aprītē, jo mežaudzes ietekmē augsnes veidošanās procesus un ķīmisko sastāvu augsnes virskārtā (Kasparinskis, 2012).

Granulometriskais sastāvs ir viens no faktoriem, kas nosaka dominējošo koku sugu izplatību Latvijas mežu ekosistēmās (Kasparinskis, 2012). Jaukto un lapu koku izplatība ir saistīta ar relatīvi auglīgākām augsnēm, kur ir augstāks māla un putekļu daļiņu saturs, turpretim skujkoku mežaudzes ar dominējošu priedes izplatību ir saistītas ar nabadzīgākām augsnēm, kur ir augstāks smilts daļiņu saturs (1. att.).

Organiskā oglekļa saturs relatīvi augstāks ir augsnēs, ko veido putekļu granulometriskā sastāva grupa zālajos ar kokiem un krūmiem 384,9 gC/kg, tad seko zālāji 341,6 gC/kg un aramzeme 273,3 gC/kg (1. tab.). Organiskā oglekļa saturs relatīvi augstākais ir konstatēts augsnēs, ko veido māla granulometriskā sastāva grupa, kur tas krūmājos vidēji ir 293,6 gC/kg, tad seko aramzemes – 76,3 gC/kg un zālāji – 60,1 gC/kg (1. att.).

Organiskā oglekļa saturs kopumā vidēji augstāks ir augsnēs, ko veido smilšmāla granulometriskā sastāva grupa mežaudzēs, kur augstākais tas ir lapu koku mežaudzē – vidēji 91,4 gC/kg, taču mazāks tas ir skujkoku mežaudzē ar dominējošu priedi – vidēji 24,8 gC/kg. Arī krūmājos organiskā oglekļa saturs ir relatīvi augsts – vidēji 68,9 gC/kg (1. att.).

Arī augsnēs, ko veido mālsmilts granulometriskā sastāva grupa, organiskā oglekļa saturs augstāks ir mežos (vidēji 74,1 gC/kg lapu koku mežaudzē un 55,2 gC/kg skujkoku mežaudzē ar dominējošu priedi) un krūmājos – vidēji 23,0 gC/kg (1. att.).

Augsnēs, ko veido smilts granulometriskā sastāva grupa, augstākais organiskā oglekļa saturs raksturīgs zālājiem 38,9 gC/kg, tad seko jaukto koku mežaudze 23,7 gC/kg un skujkoku mežaudze ar dominējošu priedi 22,3 gC/kg (1. att.).

Šī pētījuma rezultāti parāda, ka, palielinoties māla un putekļu daļiņu īpatsvaram, palielinās organiskā oglekļa saturs, jo auglīgākās augsnes lauksaimniecībā izmantojamās zemēs parasti ir relatīvi ilgstošāk mēslojamas. Savukārt augsnēs, kur lielāks smilts daļiņu īpatsvars, šie rādītāji samazinās, jo organiskais mēslojums ātrāk sadalās, ko, iespējams, ietekmē arī humifikācijas, mineralizācijas un izskalošanās procesi.

Citos pētījumos (Ballabio et al., 2016) konstatēti līdzīgi rezultāti, ka augsnēs, kas satur vairāk smalko augsnes daļiņu, organisko vielu saturs parasti ir augstāks nekā augsnēs ar rupjām daļiņām. Smalkās augsnes daļiņas labāk saista augu barības vielas un ūdeni, tādējādi nodrošinot augu augšanai piemērotus apstākļus. Augsnēs, kur vairāk rupjo daļiņu, ir labāka aerācija un skābekļa klātbūtnē paātrinās organisko vielu sadalīšanās (Lal, 2004; Jones et al., 2005).

Šī pētījuma rezultāti kopumā parāda, ka augsnēs, ko veido augstāks smilts daļiņu īpatsvars (smilts, mālsmilts), ir relatīvi mazāks organiskā oglekļa saturs salīdzinājumā ar augsnēs granulometriskā sastāva grupām, ko veido māla un putekļu daļiņu augstāks īpatsvars (putekļi, smilšmāls, māls).

To iespējams skaidrot ar to, ka smilts augsnēs parasti satur mazāk organisko vielu salīdzinājumā ar smalkāka izmēra māliem vai smilšmālu, jo skābeklis veicina organisko vielu sadalīšanos un vāji drenētām augsnēm ir zems skābekļa saturs sliktās aerācijas dēļ (Jones et al., 2005). Māla augsnēs satur daudz augu barības vielu, un parasti tām nav raksturīgs mitruma trūkums, bet, ja tās ir bez struktūras, tad tās var sablīvēties un tajās var samazināties gaisa apmaiņa (Skujāns un Mežals, 1964; Bronic et al., 2005).

## LITERATŪRA

- Ballabio, C., Pangos, P., Monatanarella, L. 2016. Mapping topsoil physical properties at European scale using the LUCAS database. *Geoderma*, 261, 110–123.
- Bingchang, T., Jianbo, F., Yuanqiu, H., Shiming, L., Xinhua, P. 2014. Possible effect of soil organic carbon on its own turnover: A negative feedback. *Biology and Biochemistry* 69, 313–319.
- Bronic, C. J., Lal, R. 2005. Soil structure and management. *Geoderma*, 124, 3–22.
- Eurostat. 2009. LUCAS 2009 (Land Use / Cover Area Frame Survey) Technical reference document. Instructions for surveyors.
- Jones, A., Montanarella, R., Rusco, E. 2005. Soil atlas of Europe. European Soil Bureau Network. Office of official publication of the European communities.
- Kasparinskis, R. 2012. Latvijas meža augšņu daudzveidība un to ietekmējošie faktori: promocijas darbs. Rīga: Latvijas Universitāte.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123, 1–22.
- Skujāns, R., Mežals, G. 1964. Augšņu pētīšana. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība, 13.–23. lpp.
- Toth, G., Jones, A., Montanarella, L. 2013. The LUCAS topsoil database and derived information on the regional variability of cropland topsoil properties in the European Union. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185(9), 7409–7425.

## ABSTRACT

Soil samples in 349 sampling plots were obtained within the LUCAS project in 2009; from these, 205 soil samples were collected in agricultural lands (grasslands, arable lands, grasslands overgrown by trees and shrubs), and 133 soil samples were obtained in forests (deciduous, coniferous and mixed forests), as well as 7 soil samples—in scrublands.

The results of this study show that relatively low content of organic carbon is detected in soils with relatively high amount of sand particles (sand, sandy loam) in comparison to soil textural classes (silt, loam, clay), characterised by relatively high amount of clay and silt particles.

The results show that differences in organic carbon content in mineral topsoil (0–20 cm) is mainly determined by the soil textural classes, as well as the land use (arable land, grasslands, grasslands with trees and shrubs, coniferous forests, deciduous forests, mixed forests). Study results show that anthropogenic activities have a crucial role.

**Keywords:** organic carbon, mineral topsoil, soil textural classes, land use.

# AUGŠŅU FAKTORA LOMA OZOLU PAAUGAS IZPLATĪBĀ DAŽĀDĀS MEŽAUDŽĒS

## EFFECT OF SOIL FACTORS ON THE DISTRIBUTION OF OAK UNDERGROWTH IN DIFFERENT FOREST STANDS

Vita AMATNIECE<sup>1</sup>, Oļģerts NIKODEMUS<sup>1</sup>, Raimonds KASPARINSKIS<sup>1</sup>,  
Guntis BRŪMELIS<sup>2</sup>, Sandra IKAUNIECE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte; e-pasts:  
vita-amatniece@inbox.lv; olgerts.nikodemus@lu.lv; raimonds.kasparinskis@lu.lv

<sup>2</sup> LU Bioloģijas fakultāte; e-pasts: guntis.brumelis@lu.lv

<sup>3</sup> Dabas aizsardzības pārvalde; e-pasts: sandra.ikauniece@daba.gov.lv

**Atslēgvārdi:** pamežs, edafiskie faktori, augsnes minerālais horizonts, *Quercus robur* L.

Latvija atrodas boreonemorālajā zonā – pārejas zonā starp boreālo skujkoku un nemorālo platlapju koku zonu (Sjōrs, 1963; Ozenda, 1994). Arvien biežāk tiek novērots, ka mežos paaugā samazinās skuju koku, bet pieaug sekundāro lapu koku īpatsvars. Boreonemorālajā starpzonā platlapju meži, to skaitā ozolu audzes, atrodas savas izplatības areāla ziemeļu daļā, un tiek uzskatīts, ka tieši temperatūras paaugstināšanās ietekmēs platlapju izplatības areāla palielināšanos, un tā rezultātā paaugstināsies koku sugu daudzveidība, kā tas jau novērots citām sugām ziemeļu platuma grādos – Kanādas egle (*Picea glauca*), melnā egle (*Picea mariana*), priežu dzimta (*Pinus spp.*), bērzu dzimta (*Betula spp.*), pūkainais ozols (*Quercus pubescens*) (Lloyd and Fastie, 2002; Garcia-Lopez and Allue, 2012; Weber et al., 2008).

Pētījumā izvēlēti trīs dažādi mežaudžu parauglaukumu tipi:

1. 19 parauglaukumi ierīkoti Pierīgā priežu (*Pinus sylvestris* L.) mežaudžē, kur paaugā sastopami ozoli;
2. 15 parauglaukumi atrodas Vidzemē, kur kokaudžē dominē parastā liepa (*Tilia cordata* Mill.), parastā egle (*Picea abies* (L.) H. Karst.), parastā goba (*Ulmus glabra* Huds.), osis (*Fraxinus excelsior* L.), parastā apse (*Populus tremula* L.), parastais ozols (*Quercus robur* L.), āra bērzs (*Betula pendula* Roth.), parastā priede (*Pinus sylvestris* L.), bet paaugā izplatīti ozolu sējeņi;
3. 27 parauglaukumi raksturo ozolu mežaudzes, kurās kokaudzes pirmo stāvu veido ozolu (*Quercus robur* L.) tīraudzes vai ozoli kopā ar egli (*Picea abies* (L.) H. Karst.), apsi (*Populus tremula* L.) un bērzu (*Betula pendula* Roth.), bet atsevišķos gadījumos ar osi (*Fraxinus excelsior* L.), priedi (*Pinus sylvestris* L.) un liepu (*Tilia cordata* L.).

Mežaudzes tika izvēlētas pēc nejaušības principa, izmantojot Valsts meža dienesta Meža reģistra datus. Arī parauglaukumu izvietojums mežaudžēs izvēlēts pēc nejaušības principa. Parauglaukumos tika noteikts kokaudzes sastāvs un paņemti augsnes paraugi no augsnes virsējā minerālā horizonta (Ah, AE, E) to analizēšanai laboratorijā.

**Augšņu minerālā horizonta (Ah, AhE, E) ķīmisko īpašību rādītāji  
dažādās pētījuma vietās**

<i>Vieta (paraugl.sk.)</i>		<i>pH<sub>KCl</sub></i>	<i>Corg (%)</i>	<i>N<sub>org</sub> mg/g</i>	<i>Na, mg/kg</i>	<i>Mg, mg/kg</i>	<i>K, mg/kg</i>	<i>Ca, mg/kg</i>	<i>Al, mg/kg</i>	<i>Fe, mg/kg</i>	<i>Mn, mg/kg</i>	<i>KAK, mEq/100g</i>
<b>Pierīga (19)</b>	vid.	4,3	0,7	0,6	11,0	12,3	4,9	118,5	11,9	3,7	0,3	0,8
	maks.	4,9	3,3	1,5	15,8	24,1	8,5	290,4	26,5	10,3	1,3	1,7
	min.	3,6	0,2	0,2	6,8	7,8	1,3	65,7	3,1	0,7	0,1	0,5
	st.nov.	0,4	0,7	0,4	2,8	4,3	2,2	53,5	7,3	2,3	0,3	0,3
	med.	4,4	0,5	0,5	11,9	12,1	4,7	100,5	12,1	3,5	0,2	0,6
<b>Vidzeme (15)</b>	vid.	3,9	7,9	2,8	13,7	137,9	51,7	1376,6	104,3	8,4	15,8	8,2
	maks.	5,2	17,5	6,6	21,2	746,4	104,0	7620,8	300,0	25,0	58,4	44,7
	min.	2,9	2,2	0,4	8,0	23,8	11,3	159,7	2,3	0,2	0,2	1,1
	st.nov.	0,7	4,1	1,8	3,1	177,2	29,4	1864,9	90,3	8,5	17,8	10,8
	med.	3,7	6,8	2,3	14,1	86,4	39,0	681,0	88,2	3,8	9,6	4,1
<b>Ozoli (27)</b>	vid.	4,8	2,6	3,5	42,3	182,7	89,5	1393,3	89,9	2,2	28,9	8,8
	maks.	7,1	14,5	9,4	111,8	600,8	267,7	5828,2	404,9	14,1	113,9	34,3
	min.	4,0	0,7	0,3	8,2	30,8	14,4	112,0	0,3	0,2	0,2	1,4
	st.nov.	0,7	2,7	2,1	36,6	149,5	78,9	1387,4	106,4	3,6	31,3	8,2
	med.	4,5	2,1	3,5	22,9	124,7	57,6	947,9	52,4	0,6	18,4	6,2



Pētījumā datu statistiskajā apstrādē tika izmantota SPSS 18.0 programma, lai noteiktu augšņu īpašību dažādu parametru atšķirības mūsu pētītajiem mežaudžu tipiem (Pierīga, Vidzeme, Latvija).

Augsnes reakcija virsējā minerālajā horizontā Pierīgā un Vidzemē ir stipri skāba ( $pH_{KCl}$  mediāna – 4,4 un 3,7), savukārt ozolu mežos Latvijā – vidēji skāba (mediāna 4,5). Mežaudzēs Vidzemē un ozolu mežos raksturīga liela  $pH_{KCl}$  amplitūda starp maksimālām un minimālām vērtībām (1. tab.). Statistiski būtiski atšķiras (2. tab.) Pierīgas un Vidzemes mežaudžu augsnes reakcija no ozolu mežaudžu augsnes reakcijas Latvijā. To nosaka kokaudzes sastāva un arī augsnes cilmieža atšķirības. Pierīgas un Vidzemes parauglaukumos skuju koku nobiras izraisa augsnes paskābināšanos un pastiprina podzolēšanās procesus (Härdtle et al., 2003; Götmarm et al., 2005). Skuju un lapu nobiru ķīmiskā sastāva atšķirības (Tērauda, Nikodemus, 2006) ietekmē arī organisko oglekli, kopējo slāpekli un apmaiņas katjonu daudzumu (Kasparinskis, 2012). Organiskā oglekļa saturs augsnē būtiski atšķiras visos trīs pētījumu mežaudžu tipos. Vismazākais saturs  $C_{org}$  ir Pierīgas priežu mežos ar ozolu paaugā (mediāna  $C_{org}$  0,5%). Vidzemes mežaudzēs  $C_{org}$  saturs ir ievērojami augstāks. To ietekmē kokaudzes sastāvā esošie lapu koki (mediāna 6,8%), kā arī, iespējams, atšķirīgie mitruma apstākļi.

2. tabula

**Augsnes minerālā horizonta (Ah, AhE, E) ķīmisko īpašību raksturojošo parametru savstarpēja salīdzinājuma rezultāti dažādās pētījuma vietās**

Vieta	$pH_{KCl}$	C	N	Na	Mg	K	Ca	Fe	Mn	Al	KAK
1–2	n.b.	*	*	*	*	*	*	n.b.	*	*	*
1–3	*	*	*	*	*	*	*	n.b.	*	*	*
2–3	*	*	n.b.	*	n.b.	n.b.	*	*	n.b.	n.b.	n.b.

\* – atšķirības starp pētījumu vietām ir būtiskas ( $p < 0,05$ ) pēc Tukey testa un Dunnett's T3 korekcijas

n.b. – atšķirības starp pētījuma vietām nav būtiskas

1 – Pierīga; 2 – Vidzeme; 3 – Latvija

Analizējot  $N_{kop}$  saturu, tika konstatēts, ka būtiski ( $p < 0,05$ ) no abu pārējo parauglaukumu grupu augsnēm atšķiras N koncentrācijas Pierīgas priežu mežos (1., 2. tab.). Pierīgas priežu mežos  $N_{kop}$  koncentrācija ir būtiski mazāka nekā Vidzemē un ozolu mežos Latvijā. Arī  $N_{kop}$  saturs augsnē, līdzīgi kā  $C_{org}$ , ir cieši saistīts ar mežaudzes sastāvu un tās veidojošām nobirām. Pateicoties labvēlīgākiem vides apstākļiem, organisko augu atlieku mineralizācijas process straujāk norisinās eitrofos jeb bagātos meža tipos. Tāpēc relatīvi nabadzīgajos Pierīgas priežu mežos tika konstatētas relatīvi mazas  $C_{org}$  un  $N_{kop}$  koncentrācijas (2. tab.).

Lapu koku vainagā (lapās, zaros u. c.) parasti ir augstāka slāpekļa, kālija, kalcija un magnija koncentrācija salīdzinājumā ar skuju koku vainaga daļām. Tāpēc mežos ar lapu koku piejaukumu nobirās ir augstāks bāzisko katjonu saturs (Binkley,

1995). Tas apstiprinājās arī pētījumā (1. tab.), jo zemākā apmaiņas katjonu ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ) koncentrācija ir relatīvi nabadzīgajās priežu audzēs Pierīgā.

Apmaiņas katjonu saturs Pierīgas mežaudžu parauglaukumos ir statistiski būtiski zemāks nekā mežaudzēs Vidzemē un ozolu mežaudzēs Latvijā.

Līdzīgas tendences var novērot arī ar katjonu apmaiņas kapacitāti, koncentrācija vismazākā ir Pierīgas parauglaukumos (mediāna 0,6 mEq/100 g), un tā būtiski atšķiras no katjonu apmaiņas kapacitātes koncentrācijas Vidzemes mežaudžu un ozolu mežaudžu augšņu parauglaukumos (attiecīgi mediānas 4,1 mEq/100 g un 6,2 mEq/100 g). Katjonu apmaiņas kapacitāti nosaka augsnes granulometriskais sastāvs (Kasparinskis, 2012). Gan Pierīgas parauglaukumos, gan Vidzemes parauglaukumos granulometriskajā sastāvā galvenokārt tika konstatēta smilts frakcija, taču ozolu mežaudzēs tika konstatēts arī liels māla un putekļu daļiņu īpatsvars, kas arī izskaidro vērojāmās tendences katjonu apmaiņas kapacitātes koncentrācijā (1. tab.). Turklāt trīs Vidzemes mežaudžu parauglaukumos un 23 ozolu mežaudžu parauglaukumos tika konstatēti brīvie karbonāti, kas arī paaugstina katjonu apmaiņas kapacitāti (Kasparinskis, 2012).

Kopumā varam secināt, ka mūsdienās ozolu paauga, līdzīgi kā ozolu meži, ir sastopama mežaudzēs uz ļoti dažādām augsnēm (Ikauniece et al., 2013). Līdz ar to, domājams, augsne nav ierobežojošais faktors ozolu paaugas attīstībai Latvijas mežos.

Pētījums tika veikts Valsts pētījumu programmas “Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē (EVIDENT)” apakšprojekta “Biotopu fragmentācija un abiotisko faktoru ietekmē” ietvaros.

## LITERATŪRA

- Binkley, D. 1995. The influence of tree species on forest soils: processes and patterns. Lincoln University Press, Canterbury, New Zealand, pp. 1–33.
- Chepinska-Kaminska, D., Konecka-Betley, K., Janowska, E. 2003. The dynamic of exchangeable cations in the environment of soils at Kampinoski National Park. *Chemosphere*, 52, 581–584.
- Garcia-Lopez, J. M., Allue, C. 2012. A phytoclimatic-based indicator for assessing the inherent responsiveness of the European forests to climate change. *Ecological Indicators*, 18, 73–81.
- Götmarm, F., Fridman, J., Göran, K., Norden, B. 2005. Broadleaved tree species in conifer-dominated forestry: Regeneration and limitation of saplings in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 214, 142–157.
- Härdle, W., von Oheimb, G., Westphal, C. 2003. The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forests in northern Germany (Schleswig-Holstein). *Forest Ecology and Management*, 182, 327–338.
- Ikauniece, S., Brūmelis, G., Kasparinskis, R., Nikodemus, O., Straupe, I., Zariņš, J. 2013. Effect of soil and canopy factors on vegetation of *Quercus robur* woodland in the boreo-nemoral zone: A plant-trait based approach. *Forest Ecology and Management*, 295, 43–50.
- Kasparinskis, R. 2012. Latvijas meža augšņu daudzveidība un to ietekmējošie faktori. Promocijas darbs. Rīga: Latvijas Universitāte Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte.
- Lloyd, A. H., Fastie, C. L. 2002. Spatial and temporal variability in the growth and climate response of treeline trees in Alaska. *Climate Change*. 52, 481–509.

- Ozenda, P. 1994. *Végétation du Continent Européen*. Lausanne – Paris: Delachaux et Niestlé, pp. 271.
- Sjörs, H. 1963. *Amphi-Atlantic zonation, nemoral to Arctic. North Atlantic biota and their history*. New York: The Macmillan Company, pp. 109–125.
- Těrauda E., Nikodemus O. 2006. Element Inputs by Literfall to the Soil in Pine Forest Ecosystems. *Environmental Bioindicators*, 1, 145–156.
- Weber, P., Rigling, A., Bugmann, H. 2008. Sensitivity of stands dynamics to grazing in mixed *Pinus sylvestris* and *Quercus pubescens* forests: A modelling study. *Ecological Modelling*, 210, 301–311.

#### ABSTRACT

Forests in Latvia are situated in the transitional zone or ecotone between the nemoral and boreal zone–boreonemoral zone (Sjörs, 1963; Ozenda, 1994), and it is observed that boreal forest species decrease and nemoral forest species increase in forests in Latvia in the last few decades. Considering that the northernmost distribution border of oak (*Quercus robur* L.) is in Latvia, it creates opportunities to value the climate change impact on the change of species distribution and to ascertain impact of edaphic factors on the distribution of oak. The results of the research show that oak is an ecologically very flexible species and can grow on different soils.

**Keywords:** undergrowth storey, edaphic factors, mineral topsoil, *Quercus robur* L.

# SOIL NUTRIENT DYNAMICS ON SODDY PODZOLIC LOAMY SAND SOIL IN ORGANIC 6-FIELD ROTATION

## *AUGSNES BARĪBAS VIĒLU DINAMIKA VELĒNU PODZOLĒTĀ MĀLSMILTS AUGSNĒ BIOĻĢISKĀ SEŠU LAUKU AUGSEKĀ*

Līvija ZARIŅA

Institute of Agricultural Resources and Economics  
E-pasts: livija.zarina@arei.lv

**Keywords:** soil, soil fertility, soil nutrient dynamics, soddy podzolic loamy sand soil.

Organic farming recognises the soil as being central to a sustainable farming system; therefore, management of soil fertility is one of the major challenges facing an organic farmer. Although nutrient management in organically managed soils is fundamentally different to soils managed non-organically, the underlying processes supporting soil fertility are not (Barry and Merfield, 2008).

It is well known that proper balance of nutrients optimises plant nutrition and crop yield. Sixteen elements are consistently found to be necessary for plants to complete their life cycles. Phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulphur are the macronutrients, values of which represent the presence of these elements as oxides, and they are commonly used for characterising soil properties. Their quantities depend on the degree of weathering, nature of the parent material, topography and soil biota. Therefore, their availability to a plant is highly variable due to complex soil dynamics and agricultural management as well.

Development and implementation of well-designed crop rotations is central to the success of organic production systems (Stockdale et al., 2001). By selecting effective crops it is possible to maintain or increase the organic matter content and nutrient availability in soil. Good crop rotation requires long-term strategic planning; however, overly long term planning may prove futile as choices can be affected by changes in the weather, market, labour expenses, and other factors. Conversely, lack of planning can lead to serious problems, for example, imbalances in nutrients (Scoufogianni et al., 2016).

To clarify if theoretically compiled rotation ensures soil fertility after a full cycle of rotation, the dynamic of main nutrients was studied at the Institute of Agricultural Resources and Economics during the period 2001–2008. The experimental field is located ca. 123 m a.s.l., 57°19' N, 25°20' E. The crop rotation is as follows: spring crops with clover, clover, winter crops, potatoes, spring crops, and crucifers for green manure. Soil samples were taken in autumn after harvesting and the content of nutrients was determined by the State Plant Protection Service of Latvia according to the standard methods ([http://www.vaad.gov.lv/UserFiles/file/ZM\\_kartibas\\_AAI.pdf](http://www.vaad.gov.lv/UserFiles/file/ZM_kartibas_AAI.pdf)).

Soil pH did not change significantly during the full cycle of rotation. Data on the main macronutrients shows a decreasing trend of all the fixed indicators through the 6-year period (Figure 1). The sharpest nutrient reduction was registered in the period following growing of cereals and potato. Following the incorporation of green manure the situation improves next year, but does not compensate fully.

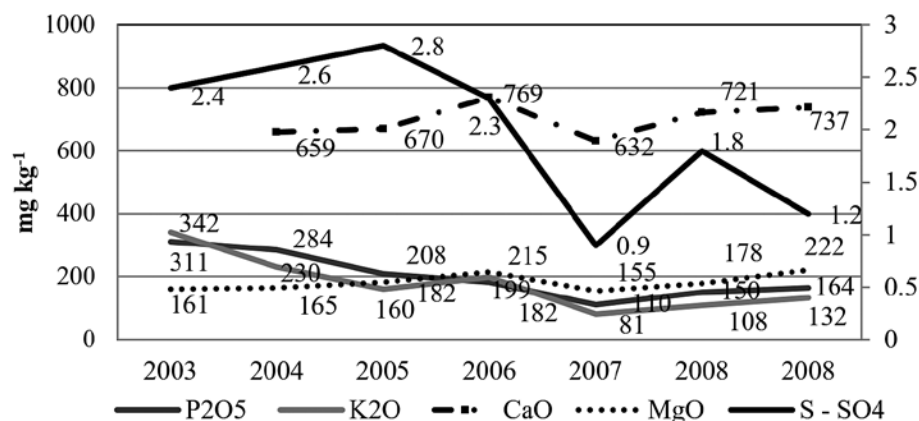


Figure 1. Dynamic of macronutrients in soddy podzolic loamy sand soil in organic 6-field rotation (right side–S-SO<sub>4</sub>)

Taking into account that the long-term fertility of soils can only be maintained if the output of plant nutrients is compensated with a comparable input, the proven crop rotation cannot maintain full-fledged soil fertility over a long period. Theoretically, compiled rotation (spring crops with clover, clover, winter crops, potatoes, spring crops and crucifers for green manure) ensures the necessary content of MgO and CaO after a full rotation cycle on soddy podzolic soils, but it does not ensure the right amount of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O and S-SO<sub>4</sub>.

## REFERENCES

- Barry, P., Merfield, C. 2008. Nutrient management on organic farms. Teagas Environmental Research Centre, Johnstown Castle, Co.Wexford, 38 p.
- Scoufogianni, E., Solomou, A., Molla, A., Martinos, K. 2016. Organic Farming as an Essential Tool of the Multifunctional Agriculture. In: *Organic Farming – A Promising Way of Food*. 372 p.
- Stockdale, E. A., Lampkin, N. H. Hovi, Keatinge, R., Lennartsson, E. K. M., MacDonald, D. W., Padel, S., Tattersall, F. H., Wolfe, M. S., Watson, C. A. 2001. Agronomic and Environmental Implications of Organic Farming Systems. *Advances in Agronomy*, 70, 261–327.
- Ministry of Agriculture Arrangement No. 21 from 29 August 2014 “Procedure for assessment of agrochemical research of soils and results thereof” (in Latvian). Available: [http://www.vaad.gov.lv/UserFiles/file/ZM\\_kartibas\\_AAI.pdf](http://www.vaad.gov.lv/UserFiles/file/ZM_kartibas_AAI.pdf).

# DEKORATĪVIE KSEROFĪTI APSTĀDĪJUMOS

## DECORATIVE XEROPHYTES IN GREENERY

Inese NĀBURGA-JERMAKOVA

Latvijas Universitātes Botāniskais dārzs  
E-pasts: Inese.Naburga\_Jermakova@lu.lv

**Atslēgvārdi:** kserofīti, daudzgadīgie lakstaugi, introdukcija, smilšainās augsnes.

Kserofīti jeb sausaudži sastopami sausās vietās vai apgabalos ar ierobežotu pieeju ūdens resursiem, un tiem ir raksturīgi pielāgojumi, kas ļauj taupīt un/vai uzkrāt ūdeni un aizkavēt ūdens iztvaikošanu, novērst pārkaršanu. Vizuāli tos var atšķirt pēc blīvā matiņu slāņa vai vaska kārtiņas uz virszemes stublājiem un lapām. Kserofītiem bieži piemīt ūdeni uzkrājošas pāresninātas saknes, sakneņi, stublāji vai lapas. Kseromorfiskās pazīmes varētu būt ne tik izteiktas, ja augs aug labāk apūdeņotās vietās. Ar kserofītiem bagātākās dzimtas ir *Crassulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Cactaceae*, tomēr tie ir sastopami arī vairākās citās dzimtās un ģintīs. Par kseromorfisko pazīmi var uzskatīt arī dzīves ritma pielāgošanu lietainākiem gada periodiem, un tas raksturīgs, piemēram, stepju sīpolaugiem.

Pretēji plaši reklamētajam “zaļās dzīves” stilam, bieži vien ierīkojamo stādījumu sortiments maz atbilst konkrētiem ekoloģiskiem apstākļiem un netiek pieskaņots teritorijas dabiskās pamatnes floristiskai situācijai. Īpaši tas ir raksturīgi Rīgā un Jūrmalā, kur daļu no platības aizņem sausie priežu meži: 14% – Rīgā un 49% – Jūrmalā (Laiviņš, Laiviņa, 1991; Laiviņš, Nikodemusa, 1994). Arī Latvijas Universitātes Botāniskā dārza (LUBD) lielākā daļa teritorijas atrodas uz smilts iežiem, tādēļ, veidojot kolekcijas, ir pievērsta uzmanība arī kserofītiem. Darba mērķis ir izveidot sarakstu ar svešzemju un Latvijas floras dekoratīvajiem daudzgadīgajiem lakstaugiem kserofītiem, kas piemēroti apstādījumiem. Augi ir izvēlēti, ņemot vērā šādus kritērijus: spēja augt smilšainā augsnē, noturība sausuma periodos vasarā bez papildu laistīšanas, dekorativitāte, ilgmūžība.

Pētījumā ir izmantota LUBD augu kolekcija un ilggadīgu novērojumu datubāze. Pētījumi iesākti 1995. gadā un turpinājās līdz 2016. gadam. Pārbaudēs atlasītas 34 ģintis, kuru sugām un šķirnēm ir kserofītu pazīmes. Katra taksona augšana ir novērota 3 līdz 5 gadus. Dati par ziedēšanu, vairošanos, augšanas formām, dekorativitātes dinamiku, ziemcietību un citām pazīmēm ir apkopoti eksperimentālā datubāzē “Perenna”, kas veidota ACCESS vidē (Opexov, 1996). Tajā ir iespēja atlasīt augu kopas pēc vēlamajiem parametriem un izdarīt secinājumus par taksonu piemērotību audzēšanai apstādījumos konkrētos apstākļos. Būtiskie kritēriji ir ziemcietība, augšanas forma, dekorativitātes stabilitāte, spēja pašatjaunoties stādījumos, ekoloģiskās prasības. Šie kritēriji nodrošina stādījumu ilgtspēju un kvalitāti.

Izvērtējot deviņas LUBD introducētās vībotnes (*Artemisia*), par kserofītišķām un apstādījumiem perspektīvām sugām ir atzītas *A. absinthium*, *A. argentea*, *A. ludoviciana*, *A. pontica*. Kolekcijas stādījumos bija pārbaudītas 43 *Sedum* ģintis

dažādības. No tām astoņas nav piemērotas plašai izmantošanai stādījumos, īpaši zaļajiem jumtiem (Naburga-Jermakova, 2014), jo tām ir maza konkurētspēja vai vāja sakņu sistēma: *Sedum album* var. *micranthum* subsp. *chloroticum*, *S. cauticola*, *S. laconicum*, *S. oreganum*, *S. pachyclados*, *S. populifolium*, *S. pluricaule*, *S. spathulifolium*. Minētie taksoni tomēr ir pietiekami ziemcietīgi un ilgmūžīgi (6–10 gadi), tādēļ tie der ierobežotai lietošanai un ir vairāk piemēroti kolekcionāru dārziem ar intensīvu kopšanu. Vēl septiņi – *S. acre*, *S. cyaneum*, *S. dasyphyllum*, *S. ewersii*, *S. gracile*, *S. pilosum*, *S. ternatum* – ir ismūžīgi, tādēļ tie nav perspektīvi. Desmit sugas ir noderīgas ilgtermiņai izmantošanai stādījumos: *S. caucasicum*, *S. hybridum*, *S. ishidae*, *S. middendorffianum* (ar varietātēm), *S. rosea*, *S. rupestre*, *S. sediforme*, *S. sexangulare*, *S. kamtschaticum* var. *middendorffianum*, *S. spurium*, *S. telephium*. Vairākās publikācijās *S. spurium*, *S. sexangulare*, *S. rupestre* jau ir klasificēti kā dārzebglī un neofiti Latvijas florā (Gavrilova, Šulcs 1999; Laiviņš, Jurmacāne 1999). Tie ir sastopami smiltāju rudērālo un pioniersabiedrību sukcesijas stadijās un turpina izplatīties daļēji dabiskos biotopos. Pēc personīgiem novērojumiem ārpus stādījumiem sastopami arī *S. album* var. *murale* un *S. kamtschaticum*.

No *Sempervivum* ģints 14 dažādībām ir novērota izteikta ilgmūžība (vairāk par 15 gadiem) un ziemcietība smilšainās augsnēs saulainās vietās: deviņas *Sempervivum* šķirnes – ‘Alpha’, ‘Beta’, ‘Clevelend Morgan’, ‘Flander’, ‘Gamma’, ‘Jubilee’, ‘Rubin’, ‘Shirley’s Joy’, ‘Topas’ un astoņas sugas: *Semp. arachnoideum*, *Semp. barbulatum*, *Semp. caucasicum*, *Semp. grandiflorum*, *Semp. marmorum*, *Semp. montanum*, *Semp. tectorum*, *Semp. zeleebori*.

No pārējām pārbaudītajām ģintīm par sausaudzīem atzīti introducenti: *Alysum montanum*, *Anthyllus montana*, *Aurinia saxatilis*, *Eriophyllum lanatum*, *Eryngium bourgatii*, *E. planum*, *Festuca cinerea*, *Hissopus officinalis*, *Hieracium lanatum*, *Jovibarba globifera*, *Jovibarba hirta*, *Onosma stellulata*, *Genista* sp., *Gypsophila paniculata*, *Opuntia compressa*, *Opuntia phaeacantha* var. *camanchica*, *Pulsatilla vulgaris*, *Ruta graveolens* un *Stipa pennata*.

Pārbaudot tipiskos Piejūras zemienes kserofītus – *Achillea millefolium*, *Armeria maritima*, *Antennaria dioica*, *Artemisia absinthium*, *Asperula tinctoria*, *Convallaria majalis*, *Dianthus deltoides*, *Eryngium maritimum*, *Hieracium pilosella*, *Gypsophila paniculata*, *Jovibarba globifera*, *Leymus arenarius*, *Pulsatilla patens*, *Pulsatilla pratensis*, *Saxifraga paniculata*, *Thalictrum minus*, *Thymus serpyllum* –, konstatēts, ka tos var sekmīgi audzēt dārzā, izņemot *Eryngium maritimum*, kas nespēj konkurēt ar blakus augošajiem augiem.

No introducētiem sīpolaugiem ar kseromorfiskām pazīmēm un augšanas ritmu ir novērotas *Allium cernuum*, *Allium moly*, *Colchicum autumnale*, *Crocus speciosus*, *Muscari neglectum*, *Tulipa neustrueve* un *Tulipa sylvestris*.

No LUBD pētītajiem vietējās floras taksoniem krājumā “Latvijas vaskulārā augu flora” (Gavrilova, Šulcs, 1999) kā adventīvi ir norādīti *A. absinthium*, *Eryngium planum*, *Gypsophila paniculata* un *Tulipa sylvestris*. Tomēr novērojumi LUBD liecina, ka rudērālos un degradētos augājos no LUBD introducētiem kserofītiem veiksmīgi var augt arī vēl *Artemisia argentea*, *Crocus speciosus*, *S. album* var. *murale* un *S. kamtschaticum*.

Pētījums ļauj secināt, ka līdz šim Latvijā rekomendējamo kserofitisko lakstaugu sortiments smilšainām augsnēm ir paplašināms no 45 taksoniem (Nāburga-Jermakova, 2008) līdz 74. Tas būtiski palielina apstādījumiem smilšainās augsnēs izmantojamo augu dažādību. Visiem raksturīga noturīga dekorativitāte, ilgstoša ziedēšana. Šie augi nav prasīgi pret kopšanu un papildapūdeņošanu. Plašs kserofītu sortiments ļauj veidot daudzveidīgus apstādījumus bez lieliem ieguldījumiem augsnes pārveidē un apūdeņošanā. LU Botāniskā dārza ekspozīcijās var iepazīties ar plašu kserofītu sortimentu un to izmantošanas iespējām stādījumos.

## LITERATŪRA

- Gavrilova, G., Šulcs, V. 1999. Latvijas vaskulāro augu flora. Taksonu saraksts. Rīga: Latvijas Akadēmiskā bibliotēka, 133 lpp.
- Laiviņš, M., Laiviņa, S. 1991. Jūrmalas mežu sinantropizācija. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 33, 67–83.
- Laiviņš, M., Nikodemusa, A. 1994. Rīgas pilsētas meža masīvu līdzība un biotiskā daudzveidība. *Mežzinātne*, 4(37), 92–101.
- Nāburga-Jermakova, I. 2008. Perennial plants and their Usage in the Sand Soil. In: *Material of the International Scientific-Practical Conference 10–11 April 2008*. Klaipeda, pp. 60–65.
- Набурга-Ермакова, И. 2014. Представители рода Седум для озеленения крыш = Sedum Genus in Roof Greenery. *Formation of Urban Green Areas. Scientific Articles*, (1)11, 117–177.
- Орехов, А. 1996. Опыт создания банка данных по многолетникам. Анализ и прогнозирование результатов интродукции. В: Материалы 2-й международной конференции «Анализ и прогнозирование результатов интродукции декоративных и лекарственных растений мировой флоры в ботанические сады» 26–28 августа. Минск. Минск: Технология, с. 53–54.

## ABSTRACT

The study began in 1995 and was continued till 2016. In tests 34 genus and 74 taxa which had xeromorphic signs and which were recommended for greenery were selected. *Artemisia*, *Sedum Sempervivum* genus taxa, 18 taxa from other introduced genus and 17 taxa of flora typical for Latvia were included in the selected list. The selected xerophytes are recommended for the typical sandy soil in the Latvian coastal area. Wide assortment of xerophytes allows creation of greenery without major investments in rebuilding the soil and irrigation.

**Keywords:** xerophyte, perennial herbs, introduction, sandy soil.



# SMILTS AUGSNĒS SASTOPAMO KRUSTZIEŽU DZIMTAS (*CRUCIFERAE* JUSS.) SUGU RAKSTUROJUMS LATVIJĀ

## CHARACTERIZATION OF MUSTARD FAMILY (*CRUCIFERAE* *JUSS.*) SPECIES OCCURRING ON SANDY SOILS IN LATVIA

Ieva RŪRĀNE

Latvijas Universitāte, Botāniskais dārzs; Latvijas Universitāte, Bioloģijas institūts  
E-pasts: ieva.rurane@lu.lv

**Atslēgvārdi:** piekrastes veģetācija, aizsargājamās sugas, kāpas, izplatība.

Piekrastes biotopi ir nozīmīgi daudzām augu un dzīvnieku sugām savu specifisko vides apstākļu dēļ. Lai arī sugu konkurence piekrastes biotopos nav augsta, tomēr abiotiskie faktori veido vidi, kurai spēj pielāgoties salīdzinoši neliels sugu skaits. Kāpu veģetācija pakļauta ne tikai spēcīgai abiotisko faktoru ietekmei – vējš, ūdens, sālums –, bet arī antropogēnajiem traucējumiem.

Piekrastes veģetācijas dažādība, ietverot visus piekrastes biotopus, ir svarīga, lai adekvāti raksturotu augu sugu daudzveidību piekrastes kāpu ekosistēmā (Acosta et al., 2009). Kāpām un liedagam raksturīgs neliels augu sugu skaits, un šīs sugas ir izturīgas ļoti nelabvēlīgos augšanas apstākļos (Fatare, 1975). Kāpās konstatētas 334 ziedaugu sugas (Φarape, 1974b). Nozīmīgas ir vairākas graudzāļu dzimtas (*Gramineae* Juss.) ģintis – *Festuca* L., *Calamagrostis* Adans., *Leymus* Hochst., *Phragmites* Adans. un citas, kas veicina kāpu nostiprināšanos. Piekrastes biotopu stabilitātes nodrošināšanai ir svarīga augu daudzveidība un noteiktu piekrastei raksturīgu sugu populācijas lielums. Ir sugas, kas pielāgojušās jūras piekrastes augšanas apstākļiem un nav sastopamas pārējā Latvijas teritorijā. Piejūras kāpās sastopamas *Atriplex calotheca* (Rafn) Fr., *A. littoralis* L., *Ammophila arenaria* (L.) Link, *Cakile baltica* Jord. ex Pobed., *Crambe maritima* L., *Glaux maritima* L., *Honkenya peltoides* (L.) Ehrh., *Linaria loeseli* Schweigg., *Salsola kali* L. un *Tragopogon heterospermus* Schweigg. (Φarape, 1974b).

Kāpu iznīcināšana vai veģetācijas stādīšana kāpu nostiprināšanai var būtiski ietekmēt ģeomorfoloģiskos procesus (Provoost et al., 2011). Kāpu biotopus ietekmē arī aizaugšanas procesi. Daudzas pelēkās kāpas ir aizaugušas ar *Pinus sylvestris* L., krūmiem vai ar blīvām *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth audzēm (Laime, Tjarve, 2009).

Darba mērķis ir noskaidrot kāpu biotopos sastopamās krustziežu dzimtas sugas un to izplatību.

### Materiāls un metodes

Kāpu biotopos sastopamo krustziežu dzimtas sugu sistemātiskajai, morfoloģiskajai un izplatības analīzei izpētīti herbārija materiāli, analizēta literatūra, kā arī veikti lauka pētījumi. Analīzei izmantoti Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Botānikas laboratorijas (LATV), Latvijas Universitātes Botānikas muzeja (RIG),

Slīteres nacionālā parka (SVR), Latvijas Dabas muzeja (LDM), Daugavpils Universitātes (DAU), Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU), Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centra (LAAC), kā arī A. Rasiņa (RAS), A. Āboliņa (AB), K. Veinberga (VEINB) herbāriju kolekciju materiāli. Lauka pētījumos iegūtā informācija – ievākšanas datums, administratīvais rajons, ģeogrāfiskais novietojums, biotops. Sugu izplatība vērtēta, izmantojot gradāciju: ļoti reti (1–10 atradnes), reti (11–30 atradnes), diezgan reti (31–100 atradnes), ne visai bieži (101–250 atradnes) (Fatāre, 1992).

## Rezultāti un diskusija

Darbā analizētas krustziežu dzimtas sugas, kas sastopamas piekrastes biotopos. Tās ir ne tikai litorālās sugas, bet arī sugas ar plašu izplatību, kas sastopamas citos biotopos Latvijas teritorijā. Raksturīgās litorālās sugas baltajās un pelēkajās kāpās ir *Alyssum gmelinii* Jord., *C. baltica* Jord. ex Pobed. un *C. maritima* L.

*A. gmelinii* pirmoreiz minēta 1839. gadā (Fleischer, Lindemann, 1839) kā suga *A. montanum* L. Darbā "Eiropas flora" (Ball, Dudley, 1964a; 1993a) ir izdalīta *A. montanum* apakšsuga *A. montanum* L. subsp. *gmelinii* (Jord.) Thell. Latvijā *A. gmelinii* sastopama reti, tikai Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē. *A. gmelinii* Latvijā sasniedz areāla rietumu robežu un atrodas tuvu ziemeļu robežai. Sugas areāls ir Viduseiropā un Austrumeiropā no mēreni siltās līdz mērenajai joslai. *A. gmelinii* iekļauta Latvijas Sarkanajā grāmatā 3. kategorijā (Fatāre, 2003b) un aizsargājamo sugu statusā iekļauta arī Igaunijā un Lietuvā (Ingelög, 1993). Igaunijā konstatēta dažās atradnēs Sāremā salā un Igaunijas ziemeļu daļā (Kukk, Kull, 2005). Lietuvā sastopama reti, Baltijas jūras piekrastē un Lietuvas dienvidaustrumu daļā smilšainās zemienēs (Rašomavičius, 2007).

Agrākajos pētījumos minēts, ka piejūras zemienē *A. gmelinii* konstatēta diezgan bieži visā jūras piekrastē (Fatare, 1974a). Pēdējā sugas datu analīze norāda, ka *A. gmelinii* sastopama reti, galvenokārt posmā no Nidas līdz Liepājai, no Užavas līdz Lielirbei, ap Rīgu un Skulti. *A. gmelinii* izplatīta jūrmalas kāpās, kāpu pļāvās, sausos priežu mežos un mežmalās. Konstatēta priekšējās kopā ar *Leymus arenarius* (L.) Hochst., kā arī pelēkajās kāpās kopā ar *P. sylvestris* L., *Carex arenaria* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Festuca ovina* L., *Melampyrum pratense* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *Artemisia campestris* L., *Thymus serpyllum* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC., *C. epigeios* (L.) Roth un *F. rubra* L.

*C. baltica* pirmoreiz Latvijas botāniskajā literatūrā minēta 1803. gadā ar nosaukumu *Bunias cakile* L. (Grindel, 1803). Vēlāk – 1839. gadā kā *C. maritima* (Fleischer, Lindemann, 1839). Arī darbā "Latvijas PSR flora" (Elekšis, 1955) suga minēta kā *C. maritima*. "Eiropas floras" izdevumos (Ball, 1964b; 1993b) suga izdalīta kā *C. maritima* Scop. subsp. *baltica* (Jord. ex Rouy et Foucaud) Hyl. ex P.W. Ball.

*C. maritima* ir polimorfa jūras piekrastes suga, kurai nodala vairākas apakšsugas. *C. maritima* ir būtiska morfoloģisko pazīmju variēšana apakšsugu līmenī, kas īpaši attiecas uz augļu morfoloģiju un lapu formu (Davy et al., 2006). Eiropā jūru piekrastēs sastopamas četras apakšsugas – *C. maritima* subsp. *maritima*, *C. maritima* Scop. subsp. *baltica* (Jord. ex Rouy et Foucaud) Hyl. ex P.W. Ball, *C. maritima* Scop. subsp. *aegyptiaca* (Willd.) Nym. un *C. maritima* Scop. subsp.

*euxina* (Pobed.) Nyárády (Ball, 1964b; 1993b; Hulten, Fries, 1986). Pašreizējā sugas taksonomiskajā apstrādē Latvijā *C. maritima* subsp. *baltica* pieņemta sugas rangā *C. baltica*.

*C. baltica* raksturīga kāpu biotopiem. Atsevišķi *C. baltica* eksemplāri konstatēti ceļmalās, ielu malās, nezālienēs, upju krastmalās un izgāztuvēs. Šādi ruderali biotopi sugai nav tipiski, un atradnes galvenokārt ir Rīgā un Jūrmalā. *C. baltica* sastopama Baltijas jūras piekrastē. Ālandu salās, Sanktpēterburgas apgabalā. Kaļiņingradas apgabalā un daļā Vācijas piekrastes suga uzskatāma par apdraudētu un iekļauta kādā no aizsargāmajām kategorijām (Ingelög et al., 1993). Igaunijā tāpat kā Latvijā sastopama gandrīz gar visu piekrasti, arī gar salu piekrasti (Kukk, 2005).

*Crambe maritima* pirmoreiz Latvijas botāniskajā literatūrā minēta 1803. gadā (Grindel, 1803). Kā minēts darbā "Latvijas PSR flora" (Elekssis, 1955), suga kādreiz konstatēta Ventspilī, bet vairs nav sastopama. Pēc herbārija materiālu un citu avotu analīzes, suga konstatēta vairākās jūras piekrastes vietās. *C. maritima* ir sastopama ļoti reti jūrmalas kāpās. Tā ir konstatēta Randu pļavās, Kaltenē, Duntēs jūrmalā, Tūjā, Ķurmragā. Ir ziņas, ka *C. maritima* atrasta arī Liepājā un Ziemeļpē. *C. maritima* konstatēta cenožē kopā ar *Leymus arenarius* (L.) Hochst. un *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. *C. maritima* ir slāpekli mīlošs augs un sastopama uz senešuma joslām priekškāpās (Hegi, 1986). Sugas areāls aptver Skandināviju, Baltijas jūras piekrasti, kā arī Viduseiropu un Melnās jūras piekrasti. *C. maritima* ierakstīta Latvijas Sarkanās grāmatas 1. kategorijā (Fatāre, 2003a), kā arī Baltijas reģiona Sarkanajā grāmatā (Ingelög et al., 1993). Igaunijā *C. maritima* sastopama galvenokārt valsts rietumu daļā, īpaši salu piekrastē (Kukk, 2005).

Piekrastes biotopos sastopamas arī citas krustziežu dzimtas sugas. *Cardaminopsis arenosa* (L.) Hayek un *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. veido nelielas grupas galvenokārt pelēkajās kāpās un sastopamas vasaras pirmajā pusē. Tās ir bieži sastopamas arī pārējā Latvijas teritorijā uz dzelzceļa uzbūrumiem, ceļmalās, nezālienēs, sausos mežos, karjeros, krūmājos. Tāpat kā kāpu joslā, arī iekšzemes biotopos sugām *C. arenosa* un *A. thaliana* raksturīgas augšanas vietas ar skraju veģetāciju, kur augsne ir smilšaina, grantaina, arī kultūraugsne.

Krustziežu dzimtas suga, kas sastopama gan piekrastes biotopos (niedrājos, kāpās, Randu pļavās), gan dažādos ruderalos biotopos pārējā Latvijas teritorijā, ir *Isatis tinctoria* L. Parasti tā sastopama kā atsevišķi eksemplāri un lielas populācijas neveido. *I. tinctoria* ir konstatēta kopā ar *Tanacetum vulgare* L., *Urtica dioica* L., *Artemisia campestris* L. Atsevišķi eksemplāri konstatēti parkā, lielceļa malā, grantsbedrē, upju grīvās, ganībās. *I. tinctoria* izplatība ir Viduseiropa, Skandināvija, Vidusjūras apgabals, Kaukāzs, Vidusāzija, Mazāzija, no siltās līdz mērenajai joslai.

Kāpu biotopos konstatētas arī citas krustziežu dzimtas sugas, kas raksturīgas vietām ar skraju veģetāciju un nezālienēm – *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Erophila verna* (L.) Besser, *Rorippa palustris* (L.) Besser, *Sinapis arvensis* L. Nezāļu sugas var būt 24% no kāpās sastopamajām augu sugām (Fārape, 1974b). Krustziežu dzimtā ietilpstošās adventīvās sugas, kas kā atsevišķi eksemplāri konstatētas kāpās, ir *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Hesperis matronalis* L., *Lobularia maritima* (L.) Desv.

un *Sisymbrium altissimum* L. Tas skaidrojams ar to, ka vietām kāpās veidojas cilvēku ietekmētas vietas – izmīdījumi, atkritumu kaudzes vai sanesumu joslas, kas veido labvēlīgu vidi advenītvu sugu augšanai. Tā kā krustziežu dzimtas nezāles, kas sastopamas kāpu biotopos, galvenokārt ir viengadīgas, tad to populāciju lielums un sastopamība ir mainīga.

## Secinājumi

Kāpu biotopiem raksturīgās krustziežu dzimtas sugas ir *A. gmelinii*, *C. baltica* un *C. maritima*. Sugas, kuras sastopamas arī citos biotopos pārējā teritorijā, ir *C. arenosa*, *A. thaliana*, *I. tinctoria*, *C. bursa-pastoris*, *E. verna*, *R. palustris*, *S. arvensis*.

Adventīvās sugas, kas konstatētas kāpās, ir *Diplotxis tenuifolia* (L.) DC., *Hesperis matronalis* L., *Lobularia maritima* (L.) Desv. un *Sisymbrium altissimum* L. Krustziežu dzimtas sugām kāpu biotopos raksturīgas augšanas vietas ar skraju veģetāciju un atklātu augsni.

## LITERATŪRA

- Acosta, A., Carranza, M. L. Izzi, C. F. 2009. Are there habitats that contribute best to plant species diversity in coastal dunes? *Biodiversity and Conservation*, 18(4), 1087–1098.
- Ball, P. W., Dudley, T. R. 1964a. *Alyssum* L. In: T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (eds.), *Flora Europaea*. Cambridge: University Press. Vol. 1, pp. 297–304.
- Ball, P. W. 1964b. *Cakile* Miller. In: T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (eds.), *Flora Europaea*. Cambridge: University Press. Vol. 1, pp. 343.
- Ball, P. W., Dudley, T. R. 1993a. *Alyssum* L. In: T. G. Tutin, N. A. Burges, A. O. Chater, J. R. Edmondson, V. H. Heywood, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (eds.): *Flora Europaea*. Cambridge. 2nd ed. Vol. 1, pp. 359–369.
- Ball, P. W. 1993b. *Cakile* Miller. In: T. G. Tutin, N. A. Burges, A. O. Chater, J. R. Edmondson, V. H. Heywood, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (eds.): *Flora Europaea*. Cambridge. 2nd ed. Vol. 1, pp. 413–414.
- Davy, A. J., Scott, R., Cordazzo, C. V. 2006. Biological flora of the British isles: *Cakile maritima* Scop. *Journal of Ecology*, 94, 695–711.
- Eleksis, A. 1955. Krustziežu dzimta – *Cruciferae* Juss. Grām.: P. Galenieks (red.), *Latvijas PSR flora*. 2. sēj. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība, 302.–380. lpp.
- Fatare, I. 1975. Latvijas jūrmalas kāpu veģetācija. Rīga: Zinātne, 55 lpp.
- Fatare, I. 1992. Latvijas floras komponentu izplatības analīze un tās nozīme augu sugu aizsardzības koncepcijas izstrādāšanā. Rīga: Zinātne, 259 lpp.
- Fatare, I. 2003a. *Crambe maritima* L. Grām.: G. Andrušaitis (red.), Latvijas Sarkanā grāmata. Rīga: LU Bioloģijas institūts, 116.–117. lpp.
- Fatare, I. 2003b. *Alyssum gmelinii* Jord. Grām.: G. Andrušaitis (red.), Latvijas Sarkanā grāmata. Rīga: LU Bioloģijas institūts, 498.–499. lpp.
- Fleischer, J. G., Lindemann, E. 1839. Flora der deutschen Ostseeprovinzen Esth-, Liv- und Kurland. Mitau, Leipzig, 390 S.
- Grindel, D. H., 1803. Botanischen Taschenbuch für Liv-, Cur- und Ehstland. Riga, 373 S.
- Hegi, G. 1986. *Crambe* L. In: H. J. Conert, U. Hamann, W. Schultze-Motel, G. Wagenitz (eds.), *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Angiospermae: Dicotyledones 2. Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey. 4(1), 493–498.

- Hulten, E., Fries, M. 1986. Atlas of north European vascular plants, north of the Tropic of Cancer. *Königstein, Koeltz Scientific Books*, 3, 969–1172.
- Ingelög, T., Andersson, R., Tjernberg, M. (eds.) 1993. Red Data Book of the Baltic Region. Uppsala, Riga: Swedish Threatened Species Unit, Institute of Biology, Vol. 1, 95 pp.
- Kukk, T., Kull, T. (eds.) 2005. Atlas of the Estonian flora. Tartu. Institute of Agricultural and environmental sciences of the Estonian university of Life sciences, 528 pp.
- Laime, B., Tjarve, D. 2009. Grey dune plant communities (*Koelerio-Corynephoretea*) on the Baltic coast in Latvia. *Tuexenia*, 29, 409–435.
- Provoost, S., Jones, M. L. M., Edmondson, S. E. 2011. Changes in landscape and vegetation of coastal dunes in northwest Europe: a review. *Journal of Coastal Conservation*, 15, 207–226.
- Rašomavičius, V. (red.) 2007. Lietuvos raudonoji knyga. Kaunas, Lututė, 800 p.
- Фатаре, И. Я. 1974а. Виды растений атлантического распространения. Табака Л. В. (ред.), Флора и растительность Латвийской ССР. Приморская низменность. Рига: Зинатне, с. 67–84.
- Фатаре, И. Я. 1974б. Флора и растительность приморских дюн. Табака Л. В. (ред.), Флора и растительность Латвийской ССР. Приморская низменность. Рига: Зинатне, с. 131–135.

#### ABSTRACT

Characteristic species of the mustard family (*Cruciferae* Juss.) in dune habitats are *A. gmelinii*, *C. baltica* and *C. maritima*. The species found in other habitats in the rest of the territory are *C. arenosa*, *A. thaliana*, *Isatis tinctoria*, *Capsella bursa-pastoris*, *Erophila verna*, *Rorippa palustris* and *Sinapis arvensis*. *Cruciferae* species of dune habitats are characterised by sparse vegetation area and open soil.

**Keywords:** coastal vegetation, protected species, dunes, distribution.

# **TUKSNEŠU UN PUSTUKSNEŠU FLORA LATVIJAS UNIVERSITĀTES BOTĀNISKĀ DĀRZA SUBTROPU UN TROPU AUGU KOLEKCIJĀ. SMILTS IZMANTOŠANA TO AUDZĒŠANĀ**

## ***DESERT AND SEMI-DESERT FLORA OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE UNIVERSITY OF LATVIA IN THE SUBTROPICAL AND TROPICAL PLANT COLLECTION. USE OF SAND FOR PLANT CULTIVATION***

**Ingūna GUDRUPA**

Botāniskais dārzs, Latvijas Universitāte

E-pasts: inguna.gudrupa@inbox.lv

Latvijas Universitātes Botāniskā dārza tuksnešu un pustuksnešu flora pārstāvēta ar 466 taksoniem no 17 dzimtām un 96 ģintīm. Kolekcija ir eksponēta atsevišķā siltumnīcā, kur šiem augiem ir nodrošināts piemērots klimats. Sukulentu kolekcija ir plaši pārstāvēta ar 139 taksoniem no Ziemeļamerikas kontinenta dienvidu daļas un Centrālamerikas un 109 taksoniem no Dienvidamerikas sausajiem reģioniem. Āfrikas sauso reģionu flora pārstāvēta ar 214 taksoniem. Lielākā daļa sugu ir endēmiskas, retas un aizsargājamas.

**Atslēgvārdi:** Āfrika, Amerika, sukulenti, LU Botāniskais dārzs.

### **Ievads**

Tuksnešu un pustuksnešu reģionos sastopamie augi ir sukulenti. Lai pielāgotos ekstremālajiem augšanas apstākļiem – krasām diennakts temperatūras svārstībām, sausumam un spēcīgai saules gaismas intensitātei –, augiem ir izveidojušies dažādi pielāgojumi. Tiem ir raksturīgi specializēti ūdeni uzglabājoši audi to virszemes daļās un saknēs, jo nokrišņu daudzums ir samērā zems – no 0 līdz 300 mm gadā. Ūdens krājaudi *Crassulaceae* sukulentiem izvietoti lapu centrālajā daļā, un tos veido lielas, ar gļotvielām bagātas šūnas, kas elastīgā apvalka dēļ ir spējīgas mainīt savu lielumu (Krastiņa, 1983). Tipiski stumbra sukulenti ir *Cactaceae* un daļa *Euphorbaceae* dzimtas sugu, kam lapas ir reducējušās pavisam vai pārveidojušās par ērkšķiem. Augu no ūdens iztvaikošanas pasargā uz epidermas esošais vaskveida slānis – kutikula, piemēram, *Crassula*, *Sedum*, *Sencio* un *Echeveria* ģints taksoniem. Spidīgā lapu virsma atstaro gaismu, pasargā augu no spēcīgas saules gaismas intensitātes. Matiņi uz augu lapām un stumbra (piemēram, *Espostoa*, *Oreocereus*) pasargā no krasām temperatūras svārstībām, sausa gaisa un spēcīgas saules intensitātes (Krastiņa, 1983).

Dažādās vietās dominējošās sugas tuksnešu un pustuksnešu florā būtiski atšķiras (Priedītis, 2007) un ir specifiskas tikai šim reģionam. Tāpēc lielākā daļa šo sugu ir retas un aizsargājamas.

Latvijas Universitātes Botāniskā dārza (LUBD) tuksnešu un pustuksnešu augu kolekcijai ir vairāki uzdevumi: apzināt un audzēt retās un apdraudētās sugas, kā

arī iepazīstināt sabiedrību ar tuksnešu floras nozīmi un īpatnībām. Tādēļ kolekcijas veidošanas mērķis ir krāt retās sugas un veidot pēc iespējas daudzveidīgu sukulentu augu pārstāvniecību kolekcijā.

## LU Botāniskā dārza sukulentu kolekcijas apskats

LUBD sukulentu kolekcijā ir pārstāvji no Amerikas un Āfrikas sauso reģionu floras. Āfrikas sausie reģioni ir koncentrēti kontinenta ziemeļu un dienvidu daļā. Lielākās dzimtas, kas raksturo Āfrikas sauso reģionu floru, ir *Aizoaceae*, *Aloaceae*, *Crassulaceae* un *Euphorbaceae*. Tomēr LUBD kolekcijā lielākoties ir pārstāvēta Dienvidāfrikas flora, kur sugu ziņā daudzveidīgākais ir Karū pustuksnesis, kas aizņem 42 000 km<sup>2</sup> lielu platību (Priedītis, 2009), un nokrišņu daudzums tur ir 50–250 mm gadā. Dienvidāfrikas flora ir reprezentēta ar 174 taksoniem, no kuriem 52 taksoni ir no *Azioaceae* dzimtas (1. tabula). Aptuveni 90% šajās augtenēs sastopamo sugu ir endēmiskas – tās aug tikai sukulentajā Karū (Priedītis, 2009).

Lielu platību ASV dienvidu daļā un Meksikas ziemeļu daļā aizņem Sonoras tuksnesis, kura kopēja platība ir aptuveni 320 000 km<sup>2</sup>, un tas atrodas 100–900 m virs jūras līmeņa, dažādās vietās nokrišņu daudzums variē no 75 līdz 300 mm gadā. Galvenās dzimtas, kas pārstāv Ziemeļamerikas dienvidu reģionu un Centrālamerikas sauso reģionu floru, ir *Cactaceae* ar 125 taksoniem un *Crassulaceae* ar 46 taksoniem (2. tabula). Savukārt Dienvidamerikas sausākais un karstākais klimats augiem ir Atakamas tuksnesī, kas stiepjas 2100 km garā joslā gar Klu-sā okeāna piekrasti Peru un Čīlē. Nokrišņu daudzums 0–0,1 mm gadā (Priedītis, 2009). Sukulentu kolekcijā Dienvidamerikas sauso reģionu floru pārstāv *Cactaceae* ar 109 taksoniem. Lielākās šīs dzimtas ģintis kolekcijā ir *Echinopsis*, *Parodia*, *Gymnocalycium* (3. tabula). LUBD sukulentu siltumnīcā augi ir izvietoti gan pēc sistemātiskā, gan ģeogrāfiskā principa.

1. tabula

### Sukulentu taksoni no Āfrikas sausajiem reģioniem LU Botāniskā dārza kolekcijā

Dzimta	Ģints	Taksonu skaits	Izcelsmes reģions
<i>Aizoaceae</i>	<i>Aptenia</i>	1	Dienvidāfrika
	<i>Carruanthus</i>	1	Dienvidāfrika
	<i>Corpuscularia</i>	2	Dienvidāfrika
	<i>Delosperma</i>	2	Dienvidāfrika
	<i>Faucaria</i>	5	Dienvidāfrika
	<i>Glottiphyllum</i>	6	Dienvidāfrika
	<i>Hereroa</i>	3	Dienvidāfrika
	<i>Lampranthus</i>	3	Dienvidāfrika
	<i>Lithops</i>	16	Dienvidāfrika, Namībija
	<i>Oscullaria</i>	2	Dienvidāfrika
	<i>Pleiospilos</i>	4	Dienvidāfrika
	<i>Rhombophyllum</i>	1	Dienvidāfrika

	<i>Stomatium</i>	1	Dienvīdāfrika
	<i>Trichodiadema</i>	3	Dienvīdāfrika
<i>Aloaceae</i>	<i>Aloe</i>	23	Dienvīdāfrika, Namībija, Mozambika, Malāvija, Somālija, Etiopija, Zimbabve, Lesoto, Svazilenda, Botsvāna, Madagaskara
	<i>Gasteria</i>	10	Dienvīdāfrika
	<i>Haworthia</i>	12	Dienvīdāfrika, Mozambika, Svazilenda
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Haemanthus</i>	1	Dienvīdāfrika
<i>Anacampserotaceae</i>	<i>Anacampseros</i>	1	Dienvīdāfrika
<i>Apocynaceae</i>	<i>Pachypodium</i>	1	Madagaskara
<i>Asclepidaceae</i>	<i>Ceropegia</i>	5	Dienvīdāfrika, Svazilenda, Zimbabve, Madagaskara
	<i>Cynanchum</i>	1	Austrumāfrika, Rietumāfrika
	<i>Duvalia</i>	1	Dienvīdāfrika
	<i>Huernia</i>	6	Dienvīdāfrika, Etiopija, Kenija, Tanzānija
	<i>Orbea</i>	1	Dienvīdāfrika
	<i>Stapelia</i>	3	Dienvīdāfrika, Namībija
	<i>Tridentea</i>	1	Dienvīdāfrika
<i>Asteraceae</i>	<i>Kleinia</i>	2	Dienvīdāfrika, Maroka, Kanāriju salas
	<i>Othonna</i>	2	Dienvīdāfrika
	<i>Senecio</i>	12	Dienvīdāfrika, Namībija, Mozambika, Zimbabve, Lesoto, Svazilenda, Madagaskara
<i>Commelinaceae</i>	<i>Cyanotis</i>	1	Ziemeļsomālija
<i>Crassulaceae</i>	<i>Adromischus</i>	1	Dienvīdāfrika, Lesoto, Svazilenda
	<i>Aeonium</i>	2	Kanāriju salas
	<i>Aichryson</i>	1	Kanāriju salas
	<i>Cotyledon</i>	1	Dienvīdāfrika
	<i>Crassula</i>	19	Dienvīdāfrika, Namībija, Mozambika, Angola, Zimbabve, Svazilenda, Zambija



	<i>Kalanchoe</i>	1	Dienvidāfrika, Angola, Tanzānija, Madagaskara
	<i>Monanthes</i>	1	Kanāriju salas
<i>Dracaenaceae</i>	<i>Sansevieria</i>	1	Austrumāfrika, Dienvidāfrika
<i>Euphorbaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	5	Kanāriju salas, Maroka, Angola, Kongo, Somālija, Zambija, Mozambika, Namībija, Lesoto, Svazilenda, Dienvidāfrika, Madagaskara
<i>Hyacinthaceae</i>	<i>Albuca</i>	1	Dienvidāfrika
	<i>Bowiea</i>	1	Dienvidāfrika, Zimbabve, Malāvija, Zambija, Tanzānija, Kenija
	<i>Ledebouria</i>	2	Dienvidāfrika
<i>Lamiaceae</i>	<i>Plectranthus</i>	5	Mozambika, Kvazulu-Natāla, Etiopija, Tanzānija
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulacaria</i>	1	Dienvidāfrika
<i>Vitaceae</i>	<i>Cissus</i>	1	Āfrika
	<i>Cyphostemma</i>	2	Namībija, Tanzānija

2. tabula

**Sukulentu taksoni no Ziemeļamerikas dienvidu daļas un  
Centrālamerikas sausajiem reģioniem LU Botāniskā dārza kolekcijā**

<i>Dzimta</i>	<i>Ģints</i>	<i>Taksonu skaits</i>	<i>Izcelsmes reģions</i>
<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	8	Meksika, ASV: Arizona, Teksasa Ņūmeksika
	<i>Yucca</i>	2	Meksika, Kostarika, Salvadora, Gvatemala, Nikaragva, Karību salas, Bermudu salas, Ekvadora, ASV: Florida, Virdžīnija
<i>Apocynaceae</i>	<i>Plumeria</i>	2	Meksika, Kolumbija, Venecuēla, Gvatemala, Bahamas, ASV: Florida
<i>Commelinaceae</i>	<i>Tradescantia</i>	3	Meksika
<i>Cactaceae</i>	<i>Ariocarpus</i>	1	Meksika
	<i>Astrophytum</i>	5	Meksika
	<i>Cephalocereus</i>	1	Meksika

	<i>Coryphantha</i>	3	Meksika
	<i>Cylindropuntia</i>	2	Meksika, Ekvadora, ASV: Teksasa, Arizona
	<i>Echinocactus</i>	2	Meksika
	<i>Escobaria</i>	1	Meksika
	<i>Ferocactus</i>	15	Meksika, ASV: Arizona, Kalifornija
	<i>Leuchtenbergia</i>	1	Meksika
	<i>Lophocereus</i>	1	Meksika, Ekvadora, ASV: Arizona
	<i>Lophophora</i>	1	Meksika, Ekvadora, ASV: Teksasa
	<i>Mammillaria</i>	70	Meksika
	<i>Myrtillocactus</i>	1	Meksika
	<i>Neobuxbaumia</i>	2	Meksika
	<i>Opuntia</i>	9	Meksika, Kanāda, ASV: Arizona, Teksasa, Kalifornija, Florida
	<i>Pachycereus</i>	1	Meksika
	<i>Pilosocereus</i>	1	Meksika
	<i>Stenocactus</i>	4	Meksika
	<i>Stenocereus</i>	1	Meksika, Gvatemala
	<i>Thelocactus</i>	3	Meksika, ASV: Teksasa
<i>Crassulaceae</i>	<i>Dudleya</i>	1	ASV: Ziemeļkalifornija, Oregona
	<i>Echeveria</i>	15	Meksika, Gvatemala
	<i>Graptopetalum</i>	3	Meksika, Paragvaja
	<i>Pachyphytum</i>	4	Meksika
	<i>Sedum</i>	21	Meksika, Hondurasa
	<i>Villadia</i>	2	Meksika
<i>Dracenaceae</i>	<i>Beaucarnea</i>	2	Meksika
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	1	Meksika, Gvatemala

3. tabula

**Sukulentu taksoni no Dienvidamerikas sausajiem reģioniem  
LU Botāniskā dārza kolekcijā**

Dzimta	Ģints	Taksonu skaits	Izcelsmes reģions
<i>Cactaceae</i>	<i>Acanthocalycium</i>	1	Argentīna
	<i>Austrocylindropuntia</i>	2	Ekvadora, Peru

	<i>Cereus</i>	4	Dienvidamerika, Argentīna, Brazīlija
	<i>Cleistocactus</i>	7	Argentīna, Bolīvija, Paragvaja, Urugvaja
	<i>Copiapoa</i>	9	Čīle
	<i>Echinopsis</i>	24	Argentīna, Čīle, Brazīlija, Ekvadora Bolīvija, Peru, Urugvaja, Paragvaja
	<i>Eriosyce</i>	11	Čīle
	<i>Espostoa</i>	2	Ekvadora, Peru
	<i>Gymnocalycium</i>	10	Argentīna, Bolīvija, Paragvaja
	<i>Lobivia</i>	5	Argentīna, Bolīvija, Čīle
	<i>Matucana</i>	2	Peru
	<i>Oreocereus</i>	1	Peru
	<i>Parodia</i>	14	Argentīna, Brazīlija, Bolīvija
	<i>Pereskia</i>	3	Argentīna, Bolīvija, Paragvaja
	<i>Rebutia</i>	9	Argentīna, Bolīvija
	<i>Selenicereus</i>	1	Dienvidamerikas ziemeļdaļa
	<i>Tephrocactus</i>	3	Argentīna
	<i>Weberbauerocereus</i>	1	Peru

Īpaša uzmanība, veidojot kolekciju, ir pievērsta Meksikas un Kāpzesmes reģiona (Dienvīdāfrikas Republika) sukulentiem, *Aizoaceae*, *Cactaceae* un *Crassulaceae* dzimtas taksoniem. Šajos reģionos ir raksturīgs endēmisms un lielākā daļa sugu ir apdraudētas. 70 taksoni, kas veido LUBD Dienvīdāfrikas augu kolekciju, ir ierakstīti Dienvīdāfrikas augu Sarkanajā grāmatā. No Āfrikas augu kolekcijas 7 taksoni ir iekļauti Starptautiskās dabas un dabas resursu aizsardzības savienības Sarkanajā grāmatā (IUCN), un 43 taksoni iekļauti sarakstā, kurus aizsargā Konvencija par starptautisko tirdzniecību ar apdraudētajām savvaļas dzīvnieku un augu sugām (CITES). Visi *Cactaceae* taksoni ir iekļauti CITES sarakstā, izņemot to kultivārus un *Pereskia* ģinti. No Ziemeļamerikas dienvidu daļas un Centrālamerikas floras kolekcijā ir 41 taksons, kas iekļauts IUCN Sarkanajā grāmatā un 127 taksoni – CITES sarakstos. Tā kā Dienvīdamerikas floru pārstāv tikai *Cactaceae* dzimta, tad visi šie 109 taksoni ir iekļauti CITES sarakstā un 67 taksoni – IUCN. Kopumā 65,66% kolekcijas taksonu ir aizsargājamo augu statuss. Materiālu kolekcijas papildināšanai LUBD sēklas iegūst apmaiņas ceļā ar citiem botāniskajiem dārziem.

## Sukulentu audzēšanas apstākļi un substrāta izvēle

Sukulentu siltumnīcā no novembra līdz martam augi atrodas miera periodā un tiem ir nodrošināta pazemināta temperatūra no +14 līdz +16 °C. Šajā laikā kaktusus nelaista. Sukulentus, kas ir jutīgāki pret ilgstošu sausumu, piemēram, *Aptenia*, *Kalanchoe*, *Monanthes*, *Tradescantia*, *Villadia* ģintis, laista biežāk – reizi vai divas nedēļā. Februāra beigās, marta sākumā, kad vairāk ir saulaino dienu, sukulentus laista regulāri divas reizes nedēļā. Vasarā, kad temperatūra ir paaugstināta no +22 līdz +26 °C, bet karstajās saulainajās dienās sasniedz pat 30 °C, visus sukulentus laista 3 reizes nedēļā, savukārt kaktusus – 2 reizes nedēļā.

Veidojot sukulento augu kolekciju LUBD, gadu gaitā ir pārbaudīti dažādi substrāti un konstatēti vispārējie principi, kas ir saistīti ar konkrētā taksona augšanas īpatnībām. Sukulenti dabā aug sausajos tropu un subtropu reģionos, tādēļ to saknes necieš lieku mitrumu. Sukulentu substrātam jābūt ar labu gaisa un ūdens caurlaidību. Tādēļ šo augu stādīšanai izmanto māla podus, kas atšķirībā no plastmasas podiem ir no organiska materiāla, tas nodrošina gāzu un mitruma apmaiņu starp auga saknēm un apkārtējo vidi. Stādot augus, poda apakšā ieber drenāžas slāni 2–10 cm biezumā atkarībā no konkrētās auga sugas sakņu sistēmas īpatnībām un poda lieluma. Kā drenāžas materiālu izmanto keramzītu 4–10 mm diametrā (lielajiem kaktusiem un agavēm pat 10–20 mm), rupju granti vai smiltis.

Pavairojot sukulentus ar galotnes spraudeņiem vai lapu spraudeņiem, uz substrāta virsmas uzber 5–10 mm biezu smilts kārtiņu, tā novērš liekā mitruma uzkrāšanos substrāta virspusē. Savukārt sējeņiem izmanto skalotu rupju smilti ar daļiņu izmēru 0,3–2,5 mm. Substrāta pamatsastāvdaļas ir labi sadalījusies velēnu zeme, lapu zeme, komposts, grants attiecībās 1 : 0,5 : 0,5 : 2. Pārējās sastāvdaļas – smiltis, sīkus akmentiņus 2–10 mm diametrā, perlītu – pievieno atkarībā no attiecīgās sugas prasībām un konkrētā auga attīstības stadijas. Pret mitrumu ļoti jutīgiem augiem irdinošā materiāla piedeva augsnei var būt pat 50% no kopējā augsnes maisījuma tilpuma (Krastiņa, 1983).

Dažādos literatūras avotos par sukulentu audzēšanu ir līdzīgi ieteikumi substrāta sagatavošanai. Galvenais priekšnoteikums – tam ir jābūt irdenam, gaisa un ūdens caurlaidīgam. Visbiežāk to gatavo no divām galvenajām sastāvdaļām: skalotas rupjas smilts (2 mm) un komposta attiecībā 1 : 2 (Stephenson, 1994). Gatavojot substrātu *Aizoaceae* dzimtas taksoniem, ieteicamais smilts daļiņu izmērs ir 2–5 mm (Gloser, 1988). *Lithops* ģints taksoni, kas dabā sastopami Kāpzemē, sukulentajā Karū, pamatā aug minerālaugsnēs. Gatavojot substrātu šiem augiem, iesaka vairākus variantus: 1) velēnu zemi ar pemzu (1 : 1) un nedaudz smilšu; 2) kaktusiem – substrātu, kas pagatavots uz kūdras bāzes, un smilti, pemzu vai perlītu attiecībā 1 : 2 (Hammer, 2007). Otro substrāta variantu galvenokārt lieto komerciālajās stādu audzētavās, un tas nav paredzēts ilgstošai augu kultivēšanai, tādēļ, iegādājoties sukulentos augus, tie jāpārstāda substrātā, kas nesatur kūdru.

## Kopsavilkums

LUBD kolekcijā tuksnešu un pustuksnešu floru pārstāv 466 taksoni, no kuriem 306 taksoni ir kolekcijas vērtīgākā daļa – pasaulē reti un aizsargājami augi. Tie kopumā ir 65,66% no visas kolekcijas.

Sukulentiem gatavo irdenu, ūdens un gaisa caurlaidīgu substrātu ar rupjas smilts vai grants piedevu. Sukulentu substrāta pamatsastāvs ir komposts un rupja smilts attiecībā 1 : 1.

Audzējot sukulentus, tos laista minimāli, īpaši ziemā, miera periodā. Kaktusiem no novembra līdz martam ir miera periods, kad tos nelaista. Vasarā laista 1–2 reizes nedēļā.

## LITERATŪRA

- Gloser, J. 1988. Kvetoucí kameny. Praha: Academia, pp. 120.  
Stephenson, R. 1994. Sedum. Cultivated stonecrops. Portland: Timber Press, pp. 31–32.  
Krastiņa, G. 1983. Biezlapji. Rīga: Zinātne, 15.–18., 133. lpp.  
Priedītis, N. 2009. Augu ģeogrāfija un daudzveidība. Rīga: Zvaigzne ABC, 13., 17., 21. lpp.  
Hammer, S. 2007. Litopsi – Bogatsvo dikoi prirodi (Литопсы – богатство дикой природы). British Cactus and Succulent Society, England, pp. 11, 40.

## ABSTRACT

Desert and semi-desert flora exists in 466 taxons in the collection of the Botanical Garden of the University of Latvia. Plant collections are exposed in separate greenhouse, where there is a suitable microclimate for these plants. Succulent collection is widely represented with 139 taxons from the southern part of North America and Central America and 109 taxons from the dry regions of South America. The African dry region flora is represented with 214 taxons. A large number of species are endemic, rare and endangered.

**Keywords:** Africa, America, succulents, botanical garden.

# **SMILTS AUGSNES ĪPAŠĪBU PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI MIKROORGANISMU AKTIVITĀTES KONTEKSTĀ**

## **ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SANDY SOIL IN THE CONTEXT OF MICROBIAL ACTIVITY**

**Olga MUTERE<sup>1</sup>, Māris SEŅKOVŠ<sup>2</sup>, Gaļina MAKARENKOVA<sup>2</sup>,  
Solvita ŠTELMAHERE<sup>1</sup>, Zaiga PETRIŅA<sup>2</sup>, Vizma NIKOLAJEVA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Latvijas Universitāte, Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūts;  
e-pasts: olga.mutere@lu.lv

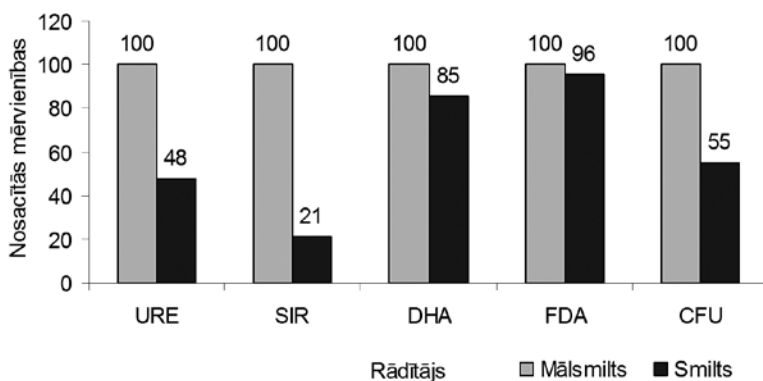
<sup>2</sup> Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte; e-pasts: vizma.nikolajeva@lu.lv

**Atslēgvārdi:** enzīmu aktivitāte, mikroorganismu elpošana, veģetācijas eksperimenti.

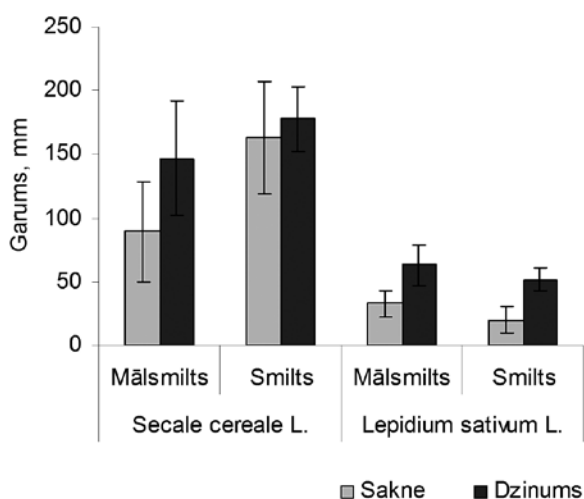
Visi dabiskie procesi augsnē ir saistīti ar dažādu organismu un fizikāli ķīmisko faktoru mijiedarbību, radot specifisku vidi, kura savukārt nosaka mikroorganismu daudzveidību, metaboliskos procesus un elementu aprites īpašības (Paul, 2006). Galvenie faktori smilts augšņu veidošanā ir augsnēs organismi un organiskās vielas. Viegla mehāniskā sastāva smilts augsnēs raksturo kā visneauglīgākās. Tām ir maza mitruma kapacitāte, liela ūdenscaurlaidība, un tajās ir maz barības vielu. Savukārt smilts augsnēs ir šādas priekšrocības: laba aerācija, drenāža, siltuma konvekcija, ūdens infiltrācija, kā arī mazāka sablīvēšanās salīdzinājumā ar citiem augsnēs tiem. Pētījumos par augsnēs struktūru smilšu kāpās bija novērota trīs veidu agregātu veidošanās: 1) mikroorganismu agregāti Ø 1–12 mm, kuri sastāv no baktērijām un mikroskopiskām sēnēm; 2) sakņu un mikroorganismu agregāti, kuru veidošanos veicina sakņu struktūras komponenti un to eksudāti; 3) mikroorganismu un augu atlieku agregāti Ø 6 mm, kuri veidojas makroskopisko augu noārdīšanas procesā (Forster, 1990).

Mūsu pētījumos mikroorganismu aktivitāte smilts augsnēs tiek novērtēta daudz aspektos. Starp svarīgākajiem rādītājiem jāmin mikroorganismu elpošana, enzīmu aktivitāte, potenciālā nitrifikācija, daudzveidība un citi. 1. attēlā ir apkopoti dati par mikroorganismu aktivitāti smilts un mālsmilts augsnēs. Trīs enzīmu grupu aktivitāte, kā arī ar substrātu inducētā elpošana un kolonijas veidojošo vienību skaits smilts augsnēs bija ievērojami mazāks salīdzinājumā ar minētajiem rādītājiem mālsmilts augsnēs (1. att.). Atšķirība mikroorganismu aktivitātē divās testētajās augsnēs radusies galvenokārt fizikāli ķīmisko apstākļu dēļ. Piemēram, oglekļa koncentrācija mālsmilts un smilts augsnēs bija attiecīgi 25,7 g/kg un 5,6 g/69kg un slāpekļa attiecīgi 2,03 g/kg un 0,36 g/kg. Augsnēs DNS testēšana mālsmilts un smilts augsnēs norāda uz faktu, ka baktēriju un mikroskopisko sēņu izplatība lielā mērā ir atkarīga no veģetācijas tipa. Savukārt kontrasti augšņu atšķirībās var neietekmēt augstāko augu attīstības atsevišķus etapus, t. i., dīgšanu un augšanu sākumperiodā. Kā redzams 2. attēlā, rudzu dzinuma un saknes garums variantā ar smilts augsni ir lielāks nekā variantā ar mālsmilts augsni.

Pētījumiem par smilts augsnes kvalitātes uzlabošanu ir liela tautsaimnieciska nozīme. Ir plānots arī turpmāk meklēt biotehnoloģiskus risinājumus augu augšanas stimulēšanai lauksaimniecībā, kā arī piesārņotas grunts remediācijai.



1. att. Mikroorganismu aktivitāte smilts un mālsmilts augsnē. URE – ureāzes aktivitāte; SIR – ar substrātu inducētā elpošana; DHA – dehidrogenāzes aktivitāte; FDA – fluoresceīna diacetāta hidrolīzes aktivitāte; CFU – kolonijas veidojošo vienību skaits. Metodes ir aprakstītas Muter et al. (2014).



2. att. Rudzu *Secale cereale* L. un kressalātu *Lepidium sativum* L. augšanas salīdzinošā testēšana mālsmilts un smilts augsnē pēc 14 dienu veģetācijas eksperimenta.

## LITERATŪRA

- Forster, S. M. 1990. The role of microorganisms in aggregate formation and soil stabilization: types of aggregation. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 4(2), 85–98.
- Muter, O., Berzins, A., Strikauska, S., Pugajeva, I., Bartkevics, V., Truu, J., Truu, M., Steiner, C. 2014. The effects of woodchip- and straw-derived biochars on the persistence of the herbicide 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPA) in soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 109, 93–100.
- Paul, E. A. 2006. *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. Academic Press, 552 pp.

Darbs ir izstrādāts Valsts pētījumu programmas 2014.10-4/VPP-6/6 ResProd ietvaros.

## ABSTRACT

Soil biota and the presence of organic matter are the major factors in developing soil structure in sandy soils. Both, advantages and disadvantages of sandy soil in agriculture were discussed. Experiments show that microbial activity in sandy soil is significantly low as compared to loamy sand soil. It was attributed to microbial respiration, enzyme activity, as well as the number of colony-forming units. Further experiments are necessary to optimise the formulations added to soil.

**Keywords:** enzyme activity; microbial respiration; vegetation experiments.



### 3. SESIJA. SMILTIS VIDES TEHNOLOĢIJĀS UN MATERIĀLZINĀTNĒ

#### *SAND IN ENVIRONMENT TECHNOLOGY AND MATERIAL SCIENCE*

#### **INTERNATIONAL COOPERATION FOR DEVELOPMENT OF NEW ENVIRONMENTAL REMEDIATION TECHNOLOGIES**

#### ***STARPTAUTISKĀ SADARBĪBA JAUNU VIDES SANĀCIJAS TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDĒ***

**Maris KĻAVINS<sup>1</sup>, William HOGLAND<sup>2</sup>, Mait KRIIPSAĻU<sup>3</sup>,  
Juris BURLAKOV<sup>5</sup>, Gintaras DENAFAS<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> University of Latvia

<sup>2</sup> Linnaeus University, Sweden

<sup>3</sup> Estonian University of Life Sciences, Estonia

<sup>5</sup> Kaunas University of Technology, Lithuania

**Keywords:** sustainable landscapes, environmental remediation technologies, international cooperation.

Generation of waste has become an increasingly global problem due to the urban population growth, augmented consumption and, as a result, increases the negative impact on nature and human health. International environmentally-sound cooperation intends to relieve the negative consequences of landscape pollution. This paper aims to put the landscape protection values at the spotlight of land rehabilitation policy in the framework of international cooperation and socio-economic considerations.

The term “landscape” is not an easy one to understand it clearly, even if it is used to explain the sight right in front of us. The European Landscape Convention tells that “landscape is an area as perceived by people, whose character is the result of the action and interaction of natural and/or human factors”. The modern geographical approach is to include all the elements interacting in the distinct geographical element in “landscape”, would it be soil, biota, climate or industrial activities performed by humans. It means that within this definition perception both has a large importance in the reflection, feelings and imagination (Tress et al., 2001) and has been impacted by the social and cultural aspects (Muir, 1989).

The most successful landscape policies in Western Europe are those with strategies at all levels of administration, from national to local levels that are clearly linked and known as the Triple Helix Cooperation which provides consistency to

the system as a whole (Etzkowitz, 2010). The main goal of the EU Strategy for the Baltic Sea Region, established in 2009, is to restore the good ecological status of the Baltic marine ecosystem by 2021 and to move the region towards sustainable development and prosperity. To achieve these goals, the creation of cross-sector partnerships (Triple Helix) between different countries in the Baltic Sea catchment basin on diverse levels of the society is the promising strategy. The Triple Helix model introduced itself as a valid social-economic mechanism to drive structural changes far beyond the scope that any organisation could achieve on its own.

The Environmental Science and Engineering Group (ESEG) at Linnaeus University, Sweden, has been investigating closing the landfill life cycle (landfill mining) together with researchers from different Baltic countries since 2012 (Hogland et al., 2014). Nowadays ESEG leads the project entitled “Phytoremediation Park for treatment and recreation at glassworks contaminated sites” (PHYTECO). The main goal of the project is strengthening a sustainable collaboration with experienced partners within the Baltic Sea countries and introducing the establishment of phytoremediation touristic parks as a rehabilitation step for the contaminated sites. It aims at cross-sector international partnership with the pull of stakeholders, including local government and business organisations, universities, glass-makers’ artists from Sweden, Estonia, Latvia and Ukraine and is supported by the Swedish Institute.

More than 40 old glassworks are located in the Kingdom of Crystal, Småland, Sweden. There are 10 among 22 glassworks locations possessing acute risks and danger to environment and human health. Although glass is commonly regarded as inert, glass waste usually contains significant amounts of toxic additives. According to the County administrative boards in Kalmar and Växjö, the glassworks in Småland region contain an estimated 310 tonnes of arsenic, 19 tonnes of cadmium, 1600 tonnes of lead in large volumes of glass waste ( $> 130,000 \text{ m}^3$ ). This is a typical problem caused by old landfills surrounded by the Baltic Sea catchment basin. Estonia had more than 360 landfills, which all have been closed and covered by now. The national policy since early 2000-s was to close all previous dumpsites and landfills, because none of them met environmental standards. There are slightly above 260 historical contaminated sites in Latvia and around 30% of them are dumps and landfills. Actually, 56 of the contaminated sites mentioned in the Priority List contain multicomponent contamination with heavy metals (including combined pollution of organic substances). The list of the contaminated sites does not have any information on the historical pollution caused by glass factories; however, it is known that some of the historical industrial dumps might contain a large portion of glass waste. Additionally, two sites are known from the former Soviet period when glass industry was of high importance. Nevertheless, even from chronicles of the 17th century when Kurzeme was developed as an independent aristocracy state with developed glass industry, it is possible to find contaminated sites of archaeological importance spread over large areas.

**Aiming at sustainable solutions.** Glass dumps and municipal solid waste landfills contain a lot of valuable resources that can be recovered and utilised. The estimated content of glass cullet in landfills in Ukraine varies from 5% up to

9% of the total content. For these reasons, it is essential to establish safe and cost-effective methods for excavation of valuable materials and transformation of old landfills. Collaborative planning poses an unstructured problem to practitioners and scientists: the objectives of landscape change and how to accomplish them is not defined at the start of the process and the required knowledge is uncertain. For such unstructured problems, the literature recommends a transdisciplinary approach in which several scientific disciplines work together with regional actors.

**Closing the Life Cycle of Landfills.** Landfill Mining is one of the Linnaeus University's initiatives. In principle, landfill mining refers to the excavation, processing, treatment and recovery of deposited materials situated in informal waste dumps and in structured landfills (Savage et al., 1993). Phytoremediation technique, which is a green and low-cost technique used for the remediation of soil by using plants that have the ability to uptake heavy metals from soil and save it in the plant's roots and shoots, has been widely and successfully used to treat and rehabilitate large contaminated areas in different countries (Termorshuizen and Opdam, 2009), although longer treatment time is required. The phytoremediation technique can be a good solution for the rehabilitation of the glassworks sites before or after excavation, if the plan for such project is investigated and prepared well.

The phytoremediation technique for establishing a recreation park was applied at Kudjape Landfill, Estonia as a rehabilitation step after excavation of solid waste. The same idea is suggested to be useful to rehabilitate the Boda Glasswork in Emmaboda, Sweden. The results of phytoremediation may be attractive to citizens and decision makers because it is friendly to nature, less expensive, allows maintaining and improving ecosystem, provides aesthetic values and allows taking site-specific solutions.

Glass recycling is a special thing. Although it is a relatively cheap material, considerable energy is needed for its production, and its cost is constantly growing. Recycling glass reduces energy use by up to 30%. Glass is a perfect example of what we call a '*circular economy*' ensuring that all the pre-existing benefits of glass come back to be used once again thus bringing profit to the companies and contributing to a cleaner environment at the same time. The PHYTECO project may broaden understanding of glass market, resources of buried and wasted glass materials and also how to overcome the existing challenges to decontaminate glasses from metals in a way that both metals and the glass itself can be recovered and used without major environmental and human health problems. It may also evaluate the potential glasswork needs in recycled income and identify the needs for creation and realisation of investment projects that deal with secondary glass resources. Communicating with companies may show the ability to use secondary materials as resources and make benefits in the long-term perspective of glass mining and even municipal landfill mining that contains up to 9% of secondary glass.

**Conclusions.** The landscape of today reflects the way society has taken care of it. The quality of the landscape affects the quality of everyday life of citizens. The only way to create sustainable landscapes is to identify our preferences for managing, planning and protecting of landscapes in Europe. It needs an adequate

landscape policy that establishes general principles, strategies and guidelines aimed at the protection, management and planning of landscapes.

The overall aim of PHYTECO is to contribute to harmonisation of policies of the Baltic Sea Region in the field of closed glassworks relief management. The project team will work to achieve common understanding of the terms 'landscape' 'glass mining' and 'phytoremediation', and to elaborate regional criteria for identification and prioritisation of glass landfill remediation around the closed glassworks in the region. The specific aims are to contribute to the increasing public awareness and wider involvement of the local authorities and local population of the Baltic Sea Region in the decision-making on guiding sustainable landscapes.

## REFERENCES

- Etzkowitz, H. 2008. *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation In Action*. London: Routledge.
- Hogland M., Hogland W., Jani Y. 2014. Experiences of Three Landfill Mining Projects in the Baltic Sea Area – with focus on machinery for material recovery. Conf. proc., Linnaeus ECO-TECH '14, Kalmar, Sweden November 24–26.
- Muir, R. 1989. *Approaches to landscape*. Houndmillis: Mcamillan Press OED (Oxford English Dictionary Online), Oxford University Press, Oxford. Available: <http://www.oed.com>
- Termorshuizen J. Opdam P. 2009. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology*, 24, 1037–1052.
- Tress, B., Tress, G. 2001. Capitalizing on multiplicity: A transdisciplinary systems approach to landscape research. *Landscape and Urban Planning*, 57, 143–157.

# PHYTOREMEDIATION AS A TOOL FOR REMEDIATION OF THE GLASSWORK CONTAMINATION SITES AS AN ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNIQUE

## *FITOREMEDIĀCIJA KĀ RĪKS UN VIDEI DRAUDZĪGS PAŅĒMIENS STIKLA RŪPNĪCU PIESĀRŅOJUMA SANĀCIJAI*

Oskars PURMALIS<sup>1</sup>, Juris BURLAKOV<sup>2</sup>, Yahya JANI<sup>2</sup>, William HOGLAND<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Latvia, Department of Environmental Science, Riga, Latvia;  
e-mail: oskars.purmalis@lu.lv

<sup>2</sup> Linnaeus University, Department of Biology and Environmental Science, Sweden;  
e-mail: yahya.jani@lnu.se; juris.burlakovs@lnu.se

**Keywords:** technogenic soils, urban mining, glasswork contamination sites, remediation techniques, phytoremediation.

Anthropogenic soils are deposited in technogenic sedimentary processes led mainly by human (including industrial) actions. These soils are mostly referred to as brownfields, quarries, mining tailings, contaminated industrial and agricultural areas. There are an immense number of sites with a thick layer of such type of technogenic sediments and therefore debates arise on the ecological interactions and balance between the economic activities and need to preserve the natural environment.

Another important term “urban mining” is frequently used as the term describing material recycling of annually generated waste flows including contaminated technogenic soil of places with historical pollution. Urban mining also means the extraction of secondary resources and can refer to the potential excavation, processing, treatment and recovery of deposited materials situated in informal waste dumps and also in technogenic layers (Stenis and Hogland, 2014).

In Sweden, more than 50 old glassworks (known as the Kingdom of Crystal) and their landfills represent one of the main sources of heavy metals to the Baltic Sea environment. According to the County administrative boards in Kalmar and Västergötland the old glassworks sites contain an estimated 420 tonnes of arsenic, 30 tonnes of cadmium, 3100 tonnes of lead (and other heavy metals like Cu, Ba, Zn and Ni) and more than 260,000 m<sup>3</sup> of waste glass (Jani et al., 2014).

Different remediation techniques have been used to remediate and rehabilitate the excavated contaminated sites like physical, chemical and biological methods. One of the most important biological methods that can be used *in situ* is the phytoremediation method. This method is based on the ability of the plants to absorb metals from the contaminated soil and save the metals in their shoots or roots (Ali et al., 2013). Then, the plants are harvested and the metals can be recovered by using different techniques. One of such methods is electrowinning, which is considered to be one of the most environment-friendly and cheap compared to other chemical, physical and biological methods (Abdi et al., 2015).

Different parameters play an important role in gaining the best efficiency of phytoremediation (Tangahu et al., 2011): rooting depth, climate conditions, type of the chosen plant, soil characteristics and the pollutants' chemical and physical properties. According to the primary studies (Jani et al., 2014), alfalfa (lucerne) and sol rose (flower) showed the ability to withstand the hard winter conditions and to extract metals like arsenic and barium with acceptable concentration, thus contributing to the treatment of technogenic soils contaminated with glass residues and extraction of metals from technogenic soils under the Swedish climatic conditions.

Successful application of phytoremediation for the treatment of anthropogenic soils in the Kingdom of Crystal in Southern Sweden will sketch the roadmap for wider remedial and clean-up actions in the Baltic Sea Region and open the gateway for both rehabilitation of landscape and successful urban mining projects for exploitation of secondary raw material resources from the lost industrial life cycle domain.

Phytoremediation as a method for treatment of old glassworks soils in the Kingdom of Crystal is innovative and tends to be the first-of-a-kind for phyto-recovery of the contaminated land and simultaneous exploitation of secondary raw material recycled from the lost industrial life cycles. This is a positive example in landscape and material recovery projects for future.

## REFERENCES

- Abdi, O., Kazemi, M. 2015. A review study of biosorption of heavy metals and comparison between different biosorbents. *J. Mater. Environ. Sci.*, 6(5), 1386–1399
- Ali, H., Khan, E., Sajad M. A. 2013. Phytoremediation of heavy metals – Concepts and applications. *Chemosphere*, 91, 869–881.
- Jani, Y., Hogland, W., Augustsson, A. 2014. Specification the metal content of waste glass from an old glass landfill. *Linnaeus ECO-TECH '14*, Kalmar, Sweden, November 24–26.
- Stenis, J., Hogland, W. 2014. Economic optimization of urban mining. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 5(4), 337–344. ISSN 2079-2115.
- Tangahu, B. O., Abdullah, S. R. S, Basri, H., Idris, M., Anuar, N., Mukhlisin, M. 2011. A review on heavy metals (As, Pb, and Hg) uptake by plants through phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering*, 2, 939161. Available: <http://dx.doi.org/10.1155/2011/939161>.

# LATVIJAS ATRADŅU SMILTIS KĀ PUCOLĀNA PIEDEVA BETONAM

## INVESTIGATION OF LATVIAN DEPOSITS SANDS AS FINE ADDITIVES FOR CONCRETE

Janīna SĒTIŅA<sup>1</sup>, Liene GULBE, Līga PAUŠUS

<sup>1</sup> Rīgas Tehniskā universitāte, Silikātu materiālu institūts  
E-pasts: janina.setina@rtu.lv

**Atslēgvārdi:** pucolāna aktivitāte, kvarca smiltis, dispersitāte.

Cements ir betona galvenā sastāvdaļa, un tā izgatavošanas procesa lielās energoietilpības dēļ rodas 5–10% no pasaules kopējiem CO<sub>2</sub> izmešiem. Līdz ar to pētījumi par jaunu, mazāk energoietilpīgu cementu lietošanu betona izstrādei ir aktuāli. Viens no šādas problēmas risinājuma veidiem ir cementa satura samazināšana betonā, aizstājot to ar mazāk energoietilpīgiem cementējošiem materiāliem, piemēram, dispersām piedevām – smiltīm ar pucolāna īpašībām. Pucolāna piedevas betonam pievieno salīdzinoši lielā daudzumā, parasti robežās no 20 līdz 70% no kopējās cementa masas (Taylor, 1997).

Dispersu pucolāna piedevu izmantošana palielina betona homogenitāti, ilgumžību, iestrādājamību un stiprību. Nepieciešamo disperso piedevu daudzumu nosaka tā daļiņu morfoloģija un dispersitātes pakāpe. Smalkās piedevas, to skaitā materiāli ar pucolāna īpašībām, paaugstina betona cementējošās īpašības un darbojas kā poru aizpildītāji.

Pēdējos 50 gados ir veikti daudzi pētījumi, kas saistīti ar pucolānu izmantošanu betona izgatavošanā (Malhotra, et al., 1996; Mindess, Skalny, 2006). Betona maisījumā pucolānu piedeva palielina SiO<sub>2</sub> daudzumu, kas reaģē ar hidratācijas procesā cementā radušos Ca(OH)<sub>2</sub>, veidojot silikātus, savukārt šo daļiņu nano- un mikroizmēri palielina cementa īpatnējo virsmu (Mindess, Skalny, 2006; Newman, Choo Bang, 2003).

Pucolāns ir silikātus vai alumosilikātus saturošs materiāls, kam piemīt nelielas cementējošās īpašības, bet kas dispersā veidā un mitruma apstākļos ķīmiski reaģē ar kalcija hidroksīdu, veidojot savienojumus ar cementējošām īpašībām – grūti šķīstošus kalcija silikātus. Atkarībā no pucolānu sastāva var veidoties arī citi cementa minerāli. Mūsdienās visbiežāk izmantotie pucolāni ir vieglie pelni, *silica fume* – smalki dispersais silīcija dioksīds (mikrosilika), metakaolīns ar augstu reaģētspēju, granulētie domnas sārņi un citi materiāli (Shi, et al., 2006; Massazza, 1981).

Dabā sastopamam pucolānam piemīt vairāk vai mazāk cementējošās īpašības, bet bāziskā vidē pēc 28 dienām pucolāns uzrāda daudz labākas cementējošās īpašības. Pieaugošā stiprība tiek skaidrota ar silīcija dioksīda reakciju ar kaļķiem, kuras

rezultātā veidojas sekundārās cementa fāzes (kalcijsilikāta hidratācija ar zemu Ca/Si attiecību), un pakāpeniskais īpašību (stiprības) uzlabojums parādās parasti pēc 7 dienām. Stiprības attīstības pakāpe ir atkarīga no pucolānu ķīmiskā sastāva: jo augstāks ir silīcija dioksīda un alumīnija oksīda saturs un amorfās daļas tajā, jo labāk noris pucolānu reakcijas un ātrāk materiāls uzrāda augstu stiprību (Massazza, 1981).

Pucolānu piedevas cementam var darboties kā pildviela trīs veidos:

- ja šīs piedevas/piemaisījumi ir smalkāki nekā cements, tad, pievienojot tās betonam, tiek aizpildītas mazās poras, kas ir vakantas;
- šīs piedevas/piemaisījumi var būt kā smalka aktīva piedeva, kas paātrina hidratācijas procesu;
- šīs piedevas/piemaisījumi nodrošina pucolāna reakciju (Taylor, 1997).

Pucolānu materiāliem tiek izvirzītas prasības saistībā ar daļiņu dispersitāti un reaģētspēju ar cementa sastāvdaļām. Lielākajā daļā darbu ir norādīts, ka maksimālais daļiņu lielums nedrīkst pārsniegt 45 μm, tomēr, lai savlaicīgi notiktu reakcija starp  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  no cementa un  $\text{SiO}_2$  vai alumosilikātiem no pucolāna, ir nepieciešama daļiņu dispersitāte pat 10–35 μm robežās (Shi, et al., 2006; Massazza, 1981).

Pētot pucolānu reakciju mehānismu ar cementu, ja par pucolānu piedevu izmantotas, piemēram, mikro vai nano izmēra smiltis, ir noskaidrots, ka pirmajā stundā  $\text{SiO}_2$ , saskaroties ar kaļķiem ūdens klātbūtnē, uz silīcija dioksīda daļiņu virsmas izveido gēlu, kas ir bagāts ar silīciju un satur maz kalcijsilīcija. Pēc laika uz silīcija dioksīda virsmas izveidotais gēls sāk šķīst un reaģē ar kalcijsilīcija hidroksīdu, veidojot kalcijsilīcija hidratātus. Betona izstrādes procesā cementa klātbūtnē iepriekš minētais mehānisms kļūst sarežģītāks.  $\text{SiO}_2$  uzsūc kaļķus saturošo ūdeni, veido ar silīciju bagātu gēlu un patērē lielāko daļu no pieejamā ūdens.

Šajā darbā ir dots Bāles un Skudru atradnes kvarca smilšu izvērtējums un parādīta iespēja tās izmantot par pucolāna piedevu betonam.

## Materiāli un metodes

Darbā izmantotas divu atradņu smiltis: juras perioda Skudras atradnes un devona perioda Bāles atradnes kvarca smiltis. Veikta abu atradņu smilšu smalcināšana, izmantojot planetārās dzirnavas. Malšanas režīmi: 4–6 stundas ūdenī. Apzīmējumi: Bāles atradnes smiltis B-4, B-6; Skudras atradnes smiltis S-4, S-6. Smilšu granulometriskais sastāvs noteikts, izmantojot lāzera granulometrijas iekārtu CILAS 930 Naβ, mērīšanas diapazons 0,20–500 μm. Kvarca smilšu aktīvās virsmas mērījumiem pēc malšanas izmantots slāpekļa adsorbcijas porozimētrs “Nova 1200 E-Series, Quantachrome Instruments” (porām no 0,35 līdz 200 nm).

Betona paraugu sagatavošanai izmantots “Alborg” firmas baltais cements – CEM I 52,5 R. Cementam pievienoti 20% malto smilšu, paraugi pētīti pēc 60 dienu hidratācijas ūdenī. Darbā izmantoto paraugu izmēri: 40 × 40 × 40 mm. Apzīmējumi: paraugi ar Bāles atradnes smiltīm BH-4, BH-6, ar Skudras atradnes smiltīm – SH-4, SH-6.



## Eksperimentālie rezultāti un to vērtējums

Iepriekšējos izpētes darbos (Sētiņa, et al., 2012) veiktā ķīmiskā analīze parāda, ka Skudras un Bāles atradņu smiltis raksturo augsts  $\text{SiO}_2$  saturs – līdz 98%, bet daļiņu izmērs ir 0,1–0,5 mm robežās.

Apstrāde ūdenī planetārās dzirnavās Skudras atradnes smiltīm paaugstināja  $\text{SiO}_2$  saturu līdz > 99%, vienlaicīgi samazinot  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  daudzumu. Savukārt Bāles atradnes smiltīm tika novērota neliels dzelzs satura izmaiņas, bet  $\text{SiO}_2$  saturs praktiski palika nemainīgs. Ķīmiskā analīze norādīja uz atšķirīgu piemaisījumu raksturu abām atradņu smiltīm. Tika noskaidrots, ka Skudras atradnes smiltīm ir raksturīgs virsmas piemaisījumu veids.

Mazgāšanas laikā ūdenī smilšu izejmateriāla graudiņi ne tikai tiek atbrīvoti no virsmas piemaisījumiem, bet arī būtiski mainās to granulometrija un daļiņu morfoloģija. Tika konstatēts, ka Skudras un Bāles atradņu kvarca smiltis pēc apstrādes ūdenī un malšanas planetārās dzirnavās var sasniegt pucolāna piedevas mikrosilikas dispersitāti, t. i., daļiņas ar izmēru 30–450 nm un aktīvo virsmu 7–8,5 m<sup>2</sup>/g.

Latvijā betona ražošanā visplašāk lietotā pucolāna piedeva ir mikrosilika ar dispersitāti no 30–450 nm un aktīvo virsmu 7–8,5 m<sup>2</sup>/g. Konstatēts, ka Skudras un Bāles atradņu kvarca smiltis pēc apstrādes ūdenī un malšanas planetārājās dzirnavās var sasniegt mikrosilikas dispersitāti.

Iepriekš veiktā Bāles un Skudras atradnes smilšu granulometriskā izpēte parādīja, ka abas atradnes pieder pie vidējās un smalkās frakcijas smilšu atradnēm, tām raksturīgs neliels smalkās frakcijas daudzums <0,25%, bet Bāles smiltīm rupjā frakcija >1 mm ir 0,85% (Sētiņa, et al., 2012).

Skudru un Bāles atradņu kvarca smilšu graudiņu īpatnējā virsma pēc 4 un 6 stundu malšanas ievērojami palielinās un pārsniedz šodien izmantotā smilšu pulvera īpatnējās virsmas lielumus (1. tabula).

1. tabula

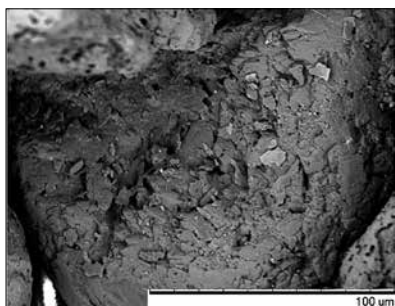
**Kvarca smilšu īpatnējā virsma pēc to mazgāšanas ūdenī**

<i>Smilšu atradne</i>	<i>Piegādātais, m<sup>2</sup>/g</i>	<i>Maltas 4 st. H<sub>2</sub>O m<sup>2</sup>/g</i>	<i>Maltas 6 st. H<sub>2</sub>O m<sup>2</sup>/g</i>
Smilšu pulveris*	0,91	–	–
Bāles atradnes smiltis	–	1,176	3,19
Skudras atradnes smiltis	–	1,689	2,071

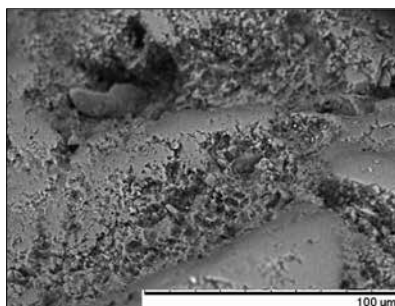
\*Betona ražošanā izmantojamā dispersā piedeva

1. attēlā parādītas SEM mikrofotogrāfijas Skudras un Bāles atradņu kvarca smilšu graudiņiem pēc malšanas ūdens vidē. Smilšu graudiņu virsma pirms apstrādes abos gadījumos ir heterogēna, bet Bāles atradnes smilšu graudiņiem novērojama zvīņveida virsma, kas saistīts ar piemaisījumu esamību uz virsmas. Piemaisījumus iespējams viegli atdalīt, smalcinot smiltis ūdens vidē, tādējādi paaugstinot arī  $\text{SiO}_2$  saturu (Taylor, 1997; Malhotra, et al., 1996). Pēc 4 un 6 stundu malšanas iegūti plāksņaini graudi, kas līdzinās kvarca kristāla struktūrai.

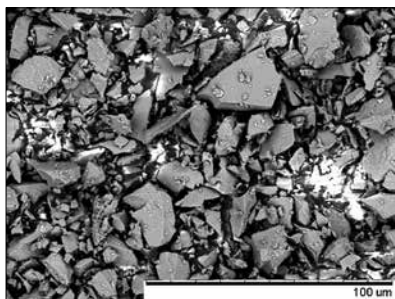
**Bāles atradne**  
(neapstrādātas smiltis)



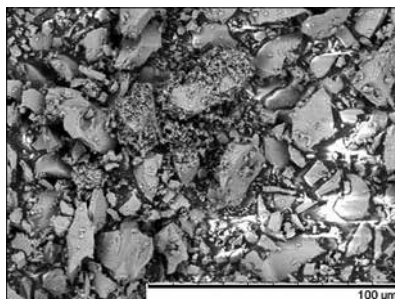
**Skudras atradne**  
(neapstrādātas smiltis)



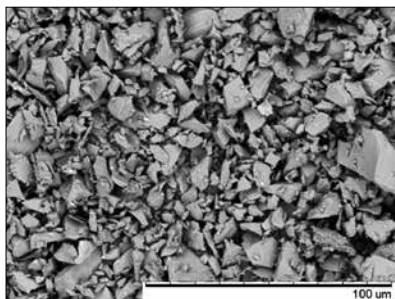
**4 stundas maltas H<sub>2</sub>O**



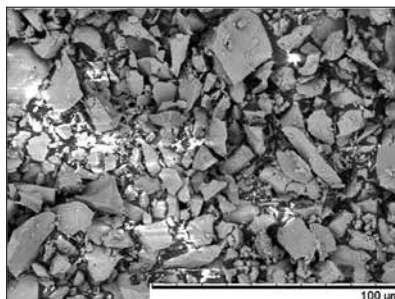
**4 stundas maltas H<sub>2</sub>O**



**6 stundas maltas H<sub>2</sub>O**



**6 stundas maltas H<sub>2</sub>O**



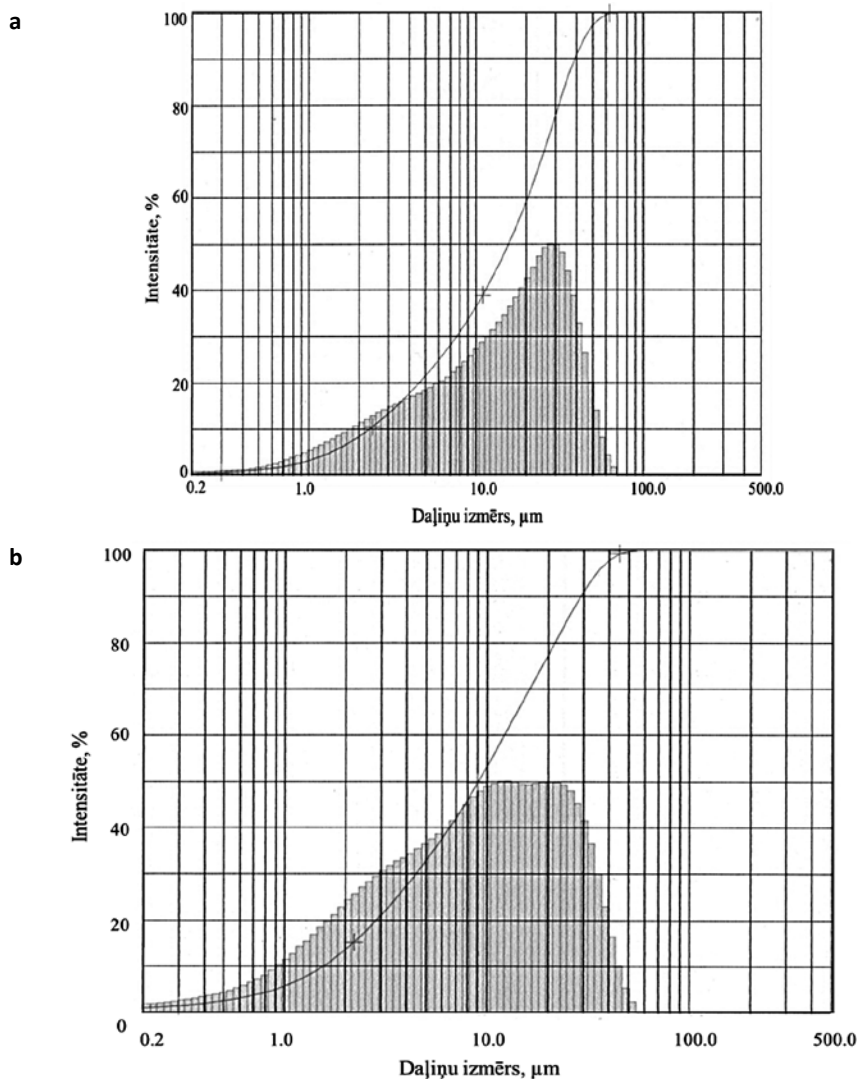
1. att. SEM mikrofotogrāfijas Bāles un Skudras atradņu kvarca smiltīm pēc to apstrādes (malšanas procesa ūdenī).

Izmantojot slāpekļa adsorbcijas porozimetru, iegūtas maltām smiltīm uzņemtas adsorbcijas un desorbcijas liknes, tās norāda uz Bāles atradnes smilšu īpatnējās virsmas palielināšanos pēc apstrādes. Adsorbcijas un desorbcijas likņu gaita un raksturs praktiski ir analogiski, un tas saistīts ar daļiņu kristāliskumu.

2. tabulā un 2.a un 2.b attēlā parādītas smilšu dispersitātes histogrammas pēc smilšu malšanas ūdenī dažādos režīmos. Redzams, ka pēc malšanas ūdens vidē, kas intensificē malšanās procesu, graudu vidējais izmērs samazinās: pēc 4 stundu apstrādes smilšu vidējais izmērs ir robežās no 16,52 līdz 18,54 μm, pēc 6 stundām – no 12,45 līdz 13,49 μm.

**Bāles un Skudras atradņu smilšu granulometriskais sastāvs  
pēc malšanas dažādos režīmos**

Paraugs	Daudzums 10%, $\mu\text{m}$	Daudzums 50%, $\mu\text{m}$	Daudzums 90%, $\mu\text{m}$	Vidējais izmērs, $\mu\text{m}$
B-4	2,08	13,19	35,61	16,52
B-6	1,55	9,08	29,02	12,45
S-4	2,30	15,67	39,14	18,54
S-6	1,82	9,76	30,86	13,49



2. att. Skudras atradnes smilšu histogrammas: a – smiltis ūdenī maltas 4 stundas;  
b – smiltis ūdenī maltas 6 stundas.

## Secinājumi

Darbā parādīta iespēja izmantot Latvijas devona perioda Bāles atradnes un jūras perioda Skudras atradnes kvarca smiltis kā pucolāna piedevu betona ražošanai.

Smilšu specifiskā aktivā virsma pēc smalcināšanas ievērojami palielinās līdz  $3,19 \text{ m}^2/\text{g}$ , un tas pārsniedz šodien betona ražošanā izmantotā smilšu pulvera īpatnējās virsmas lielumu ( $0,91 \text{ m}^2/\text{g}$ ).

SEM mikrofotogrāfijas parāda, ka pēc 4 un 6 stundu smalcināšanas smilšu graudiņiem veidojas plāksņveida forma, kas līdzinās kvarca kristāla struktūrai.

Abu atradņu smilšu dispersitāte pēc malšanas ūdenī dažādos režīmos ir līdzīga, graudu vidējais izmērs pēc 4 stundu malšanas ūdenī ir robežās no 16 līdz  $19 \mu\text{m}$ , pēc 6 stundām – no 12 līdz  $14 \mu\text{m}$ .

Malto smilšu pucolāna aktivitātes pārbaude liecina, ka Bāles un Skudras atradņu malto smilšu pucolāna aktivitāte pieaug līdz ar dispersitātes palielināšanos. Morfoloģijas un kristālisko fāžu pētījumi cementa pastām ar maltām Latvijas smiltīm hidratācijas procesā parāda, ka smiltis ar graudu izmēru  $12\text{--}14 \mu\text{m}$  darbojas gan kā poru aizpildītāji, gan kā cementējošās pucolāna piedevas, veicinot kalcijs hidrosilikātu veidošanos.

Darbs izpildīts Valsts pētījuma programmas GEO 4. projekta “Zemes dziļu resursu izpēte dabisko izejvielu dažādošanai un jaunu tehnoloģiju izstrādei” (RTU šifrs Y8100) ietvaros.

## LITERATŪRA

- Malhotra, V. M., Kumar, Mehta P. 1996. Pozzolanic and cementitious materials. *Advances in concrete technology*. Amsterdam: Gordon and Breach Cop.
- Massazza, M. F. 1981. Structure of pozzolana and fly-ash and the hydration of pozzolanic and fly ash cements. 7th Int. Congr. on Chem. of Cem. Paris, Proc.: vol. 4, p. 85–91.
- Mindess, S., Skalny, J. (Eds.) 2006. Materials Science of Concrete 6. The Amer. Ceram. Society, Westerville, pp. 353–371.
- Newman, J., Choo Bang, Seng (Eds.) 2003. *Advanced Concrete Technology*. Constituent Materials, Vol. 1. Elsevier, Butterworth Heinemann, 270 p.
- Sētiņa, J., Akišins, V., Kirilova, S. 2012. Bāles un Skudras atradņu kvarca smilšu izpēte. *RTU Zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. 26, 88.–96. lpp.
- Caijun, S., Krivenko, P., Della, R. 2006. Alkali – Activated Cements and Concretes. Taylor & Francis. 376 p.
- Taylor, H. F. W. 1997. Cement Chemistry (2nd edn). Thomas Telford Publishing, London.

## ABSTRACT

Latvian quartz sand from Bāle and Skudras Deposits were examined. It is shown that grinding time remarkably influences the grain specific surface area which considerably increases to  $3.19 \text{ m}^2/\text{g}$  after grinding. It is more than the specific surface area of sand powder used in the production of concrete.

It was revealed that the pozzolanic activity of sand from Bāle and Skudras Deposits increased with the increasing of specific surface area. The study of morphology and crystalline phases for cement paste with grinded  $12\text{--}14 \mu\text{m}$  disperse sands shows that sand acts as pore filler, as well as stimulates the formation of calcium silicate hydrate, during the hydration process.

**Keywords:** pucolanic activity, quartz sand, dispersity.

# **LATVIJAS KVARCA SMILŠU RAKSTUROJUMS STIKLA RAŽOŠANAI**

## **CHARACTERISTICS OF LATVIAN QUARTZ SAND FOR PRODUCTION OF GLASS**

**Janīna SĒTIŅA<sup>1</sup>, Inna JUHŅEVIČA, Gaida SEDMALE, Liene RĪKA**

Rīgas Tehniskā universitāte, Silikātu materiālu institūts

E-pasts: janina.setina@rtu.lv

**Atslēgvārdi:** ķīmiskais, granulometriskais sastāvs, piemaisījumi.

Par smiltīm sauc irdeni minerālu graudiņu sakopojumu ar vairāk vai mazāk noslīpētu virsmu un graudiņu caurmēru no 0,05 līdz 2–3 mm. Latvijā tās ir plaši izplatīts derīgais izrakteņš, kas aizņem apmēram vienu trešdaļu no valsts platības. Smiltis ir veidojušās kvarcu saturošiem magmatiskiem iežiem, galvenokārt granītiem un gneisiem, sairstot dabā esošo fizikāli mehānisko procesu ietekmē.

Latvijas smiltis pēc ģeoloģiskās izcelšanās periodiem var iedalīt kvartāra, juras un devona perioda smiltīs. Tās visvairāk ir izplatītas kvartāra nogulumos, un to krājumi praktiski ir neierobežoti, taču daudzas no atradnēm iegul lielā dziļumā, un šajās smiltīs ir augsts krāsojošo oksīdu – dzelzs un titāna dioksīda – saturs, kas ierobežo to izmantošanu (Kuršs, Stinkule, 1997; Sedmalis, et al., 2002).

Savukārt par kvarca smiltīm, kuras lieto stikla ražošanai, sauc smilts iežus, kuros kvarca saturs nav zemāks par 90–99%. Pēc minerālā sastāva kvarca smiltīm pilnībā atbilst tikai juras perioda smiltsieži, savukārt devona un kvartāra baltās smiltis vairumā gadījumu satur piemaisījumus, kā laukšpatus un vizlas.

Visplašāk Latvijā tiek izmantotas devona perioda kvarca smiltis, kas iegul līdz 600 m biezā smilšaini mālainā slāņkopā. Neskatoties uz bagātīgiem smilšu krājumiem, šodien to izmantošana ir visai ierobežota dzelzs, titāna, hroma oksīdu piemaisījumu dēļ. Smiltīm, kuras paredzēts izmantot celtniecības nozarē (betona ražošanai, ceļu būvēm, sauso maisījumu izgatavošanai utt.) un metalurģijā (metāllietuves veidņu izgatavošanai), galvenā prasība ir īpašs granulometriskais sastāvs, bet ķīmiskais sastāvs ir mazāk svarīgs. Līdz ar to Latvijas kvalitatīvo smilšu atradnes pēc sava ķīmiskā sastāva ( $\text{SiO}_2 \leq 98\%$ ) ir derīgas celtniecības nozarei, kā arī citiem mērķiem, piemēram, sauso maisījumu izgatavošanai.

Smiltīm, kuras izmanto stikla un keramikas rūpniecībā, ir krietni augstākas prasības gan attiecībā uz granulometrisko, gan ķīmisko sastāvu. Tādēļ, lai iegūtu prasībām atbilstošu kvarca smilšu izejvielu, ir nepieciešams lietot dažādas attīrīšanas un bagātināšanas metodes.

Kvarca smiltīm no Latvijas atradnēm, lai optimizētu smilšu sastāvu atbilstoši šodienas augstajām prasībām lietošanai stikla ražošanai, ir nepieciešama gan granulometriskā, gan ķīmiskā sastāva izpēte un analīze. Tas nodrošinātu un paplašinātu

to izmantošanu. Līdz ar to viens no galvenajiem smilšu pētījumu mērķiem ir izstrādāt un piedāvāt tehnoloģiskos risinājumus smilšu sastāva optimizēšanai.

## **Eksperimentālā darba rezultāti un diskusija**

### ***Kvarca smilšu raksturojums un atbilstība rūpniecības prasībām***

Latvijā perspektīvas stikla ražošanai ir devona perioda kvarca smiltis Vidzemē (Bāles atradne) un juras perioda smiltis Kurzemē (Skudras un Rudbāržu, Pilādžu, atradnes). Bāles atradnes reģionā atrodas arī Bērziņu un Cīruļu atradnes veidņu smilšu derīgais izrakteis – vāji sacementētais smilšakmens, kas, to iegūstot, pārvēršas smiltis.

Šo atradņu smiltis raksturo augsts  $\text{SiO}_2$  saturs – līdz 98%, un tajās dominē graudiņu frakcija no 0,1 līdz 0,5 mm (1. un 2. tabula, 1. attēls).

1. tabula

**Bāles un Skudras atradņu smilšu ķīmiskais sastāvs, mas. %**

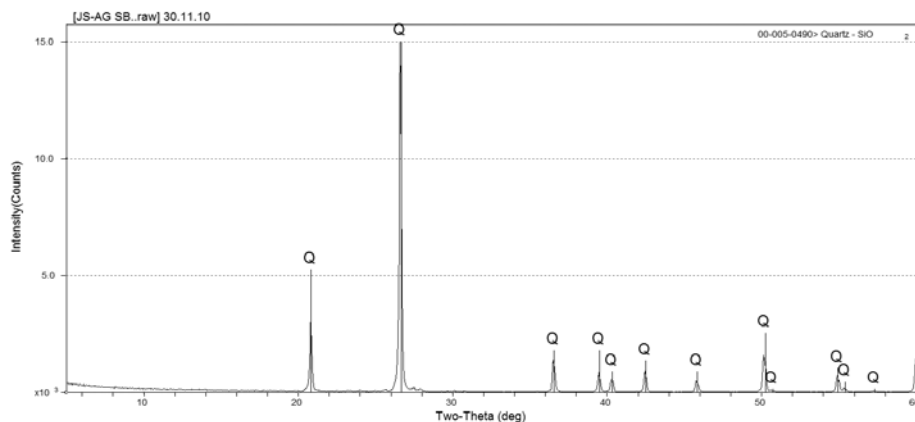
<i>Komponenti</i>	<i>Bāles atradne</i>	<i>Skudras atradne</i>	<i>Rudbārži "Pīlādži"</i>
Kars. zud., 400 °C	0,50 ± 0,05	0,60 ± 0,05	0,05
Kars. zud., 1000 °C	0,30 ± 0,05	0,27 ± 0,05	0,05
$\text{SiO}_2$	98,2 ± 0,05	98,6 ± 0,05	98,7 ± 0,05
$\text{CaO}$	0,08 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,09 ± 0,01
$\text{MgO}$	0,05 ± 0,03	0,05 ± 0,03	0,10 ± 0,03
$\text{K}_2\text{O}$	0,15 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01
$\text{Na}_2\text{O}$	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,64 ± 0,02	0,52 ± 0,02	0,73 ± 0,02
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,15 ± 0,02	0,15 ± 0,02	0,18 ± 0,02
$\text{TiO}_2$	0,07 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,18 ± 0,01

2. tabula

**Bāles un Skudras atradņu smilšu granulometriskais sastāvs, %**

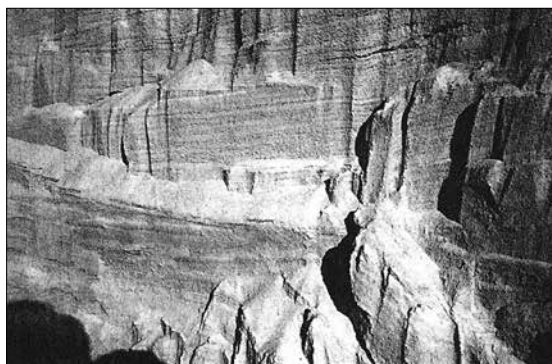
<i>Graudu izmērs, mm</i>	<i>Bāles atradne</i>	<i>Skudru atradne</i>
> 1 mm	0,85	0,48
0,71–1	1,46	1,57
0,5–0,71	6,50	14,75
0,355–0,5	15,78	46,92
0,25–0,355	30,21	16,46
0,18–0,355	36,06	12,20
0,125–0,18	6,74	4,93
0,09–0,125	1,73	1,80
0,063–0,09	0,42	0,61
< 0,063	0,25	0,28

Bāles, kā arī Skudru atradnes kvarca smilšu rentgena fāžu analīze (*Rigaku X-Ray* difraktometrs *Ultima*, izmantojot filtrētu Cu katoda  $k_\alpha$  starojumu) norāda uz vienīgās kristāliskās fāzes – kvarca klātieni, kas zināmā mērā raksturo to kvalitāti.



1. att. Bāles atradnes kvarca smilšu difraktogramma.

Pēdējo gadu plašākā izpēte veikta Dienvidkurzemē atradnē “Pīlādži”, kur atrodas ievērojamas 25 m biezas kvarca smilšu iegulas ar nelielu segkārtas biežumu (3. attēls). Kā redzams no veikto pētījumu rezultātiem, gan Skudras, gan Pīlādžu atradnes smiltis raksturo augsts kvarca saturs, kā arī frakciju izmēra stabilitāte dažādā dziļumā. Ir jāatzīmē arī šo rādītāju nelielā izkliede dažādos atsegumu dziļumos, un dažreiz tie pat pārsniedz šodien Eiropā izmantoto atradņu augsto  $\text{SiO}_2$  saturu smiltīs.



3. att. Skudru atradnes kvarca smilšu atsegums.

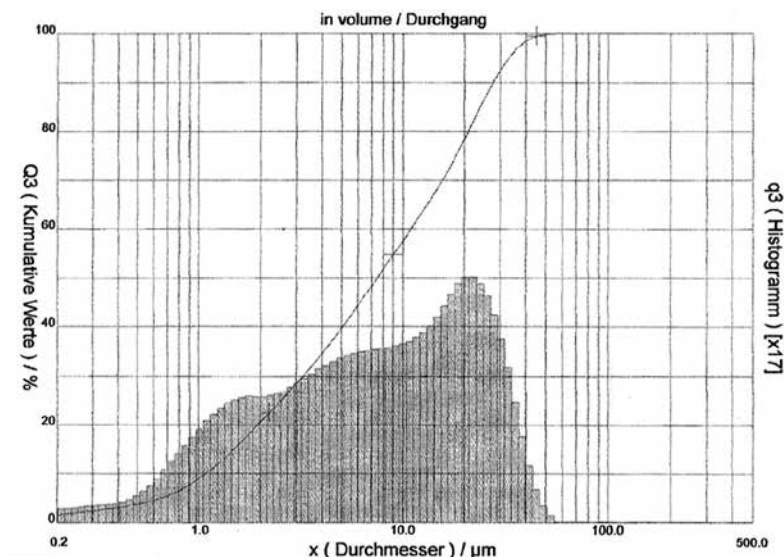
Latvijas kvarca smilšu izmantošana tautsaimniecībā ir atkarīga no smilšu tīrības pakāpes, ko nosaka galvenokārt krāsojošo dzelzs un titāna oksīdu klātesamība, kā arī kopējais ķīmiskais (oksīdu) saturs un granulometriskais sastāvs un, kā rāda prakse, smilšu graudiņu forma (Powell, Darryl; <http://en.wikipedia.org/wiki/Particle>).

### Kvarca smilšu bagātināšana

Lai izmantotu smiltis stikla ražošanai no perspektīvām Baltijas valstu, kā arī Latvijas atradnēm, ir nepieciešama to kompleksa bagātināšana, jo šī reģiona smiltīm ir raksturīgs augsts krāsojošo oksīdu piemaisījums: neattīrītām smiltīm  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs ir virs 0,08%, bet  $\text{Al}_2\text{O}_3$  saturs (tas parasti norāda uz mālu piemaisījumu) ir 1,5–3%, turklāt šie rādītāji ir ļoti svārstīgi, un tas nav pieņemams stikla rūpniecībai.

Baltijas reģionā, neskatoties uz nepieciešamību un pieprasījumu pēc attīrītām smiltīm, pašreiz ir tikai divas bagātināšanas rūpnīcas. Lietuvā pie Anikšču atradnes (60 km uz dienvidaustrumiem no Panevėžas) ir uzstādīta moderna flotācijas iekārta, kurā neizmanto ķīmiskās vielas, bet gan elektromagnētisko separāciju ar sekojošu žāvēšanu, sijāšanu un malšanu. Šī atradne ir galvenais smilšu piegādātājs Baltijas valstu stikla ražotājiem, to skaitā arī AS “Valmieras stikla šķiedra” rūpnīcai. Otra bagātināšanas rūpnīca ir Igaunijā pie Tabinas atradnes (90 km no Valgas), kur arī tiek lietota flotācijas metode, kā arī žāvēšana un sijāšana.

Mūsdienu rūpnieciskās tehnoloģijas izvirza stingras prasības katrai smilšu markai (William, 2007; Varshneya, 2006) – smiltīm jābūt ar noteiktu granulometrisko un ķīmisko sastāvu, kā arī pēc iespējas ar vienādu graudiņu formu un pat dažos gadījumos ar vienādiem termisko īpašību rādītājiem. Atkarībā no smiltīm izvirzītajām prasībām bagātināšanai ir dažādi mērķi un veidi. Piemēram, nepieciešamo granulometrisko sastāvu var iegūt ar klasificēšanu/sijāšanu, dažreiz arī ar malšanu. Jāatzīmē, ka prasības granulometriskam sastāvam var ļoti atšķirties atkarībā no stikla ražošanas tehnoloģijas un rūpnīcas – jo modernākas un intensīvākas tehnoloģijas izmanto, jo stingrākas prasības ir izejvielām.



4. att. Anikšču kvarca uzņēmuma bagātināto malto smilšu histogramma.



Mūsdienās konkurences paaugstināšanās apstākļos noieta tirgus prasa intensificēt stikla kausēšanu, lietojot dažādus paņēmienus (skābekļa lietošanu kurināmā sadegšanai, burbuļošanas vai maisīšanas izmantošana u.c.). Viens no efektīvākajiem stikla kausēšanas intensificēšanas paņēmieniem ir šihtas izgatavošanai lietot smalkākas izejvielas (pirmkārt, smilti kā grūti kūstošu izejvielu).

Līdz ar to pēdējos divdesmit gados stikla kausēšanai aizvien plašāk izmanto sijātās vai maltās smiltis, jo kopā ar citiem tehnoloģiskiem paņēmieniem tas atļauj stipri palielināt stiklveida kausējuma nosmēlumu, attiecīgi samazinot arī pašizmaksu. Piemēram, Anikšču kvarca uzņēmumā bagātināto malto smilšu histogrammā (4. att.) ir redzams optimizēts kvarca smilšu graudiņu sadalījums.

Izvērtējot Latvijas devona perioda kvarca smilšu atradnes Vidzemē un juras perioda smiltis Kurzemē un salīdzinot tās ar Ziemeļeiropas un Baltijas reģiona atradnēm un uzņēmumiem, kas sagatavo kvarca smilšu izejvielu stikla rūpnīcām, redzam Latvijas smilšu lietošanas labu perspektīvu. Kvarca smilšu galvenais patērētājs Latvijā ir uzņēmums AS “Valmieras stikla šķiedra”. Automatizētā stikla šķiedras kausēšanas krāsns un šķiedras izstrāde izvērta izejvielām augstas prasības. Kā pamatizejviela tiek izmantotas bagātinātās maltās Anikšču atradnes kvarca smiltis. Rūpnīcā “Valmieras stikla šķiedra” strādā divas nepārtrauktas darbības krāsnis E tipa stikla šķiedras ražošanai. 2013.–2014. gadā, kad tika prognozēts atsākt nātrija silikāta stikla ražošanu, no Lietuvas ievesto Anikšču bagātināto kvarca smilšu patēriņš pieauga līdz 14 000–14 500 tonnām gadā. Joprojām perspektīvā ir plānots izmantot arī Latvijas bagātinātās un attīrītās kvarca smiltis.

Salīdzināšanai – tuvākās stiklu ražojošās rūpnīcas un to kvarca smilšu patēriņš:

- Somijā – pudeļu rūpnīca Somijas vidusdaļā un stikla šķiedras rūpnīca “Ahlstrom” (Karhulā), smilšu patēriņš ap 10 000–15 000 tonnu gadā;
- Igaunijā – uzņēmums “Jarvokandi” (*Owens Illinois*), nemalto bagātināto smilšu patēriņš virs 100 000 tonnām gadā;
- Lietuvā – divi taras stiklu ražotāji: “Paņevežio stiklas” (apmēram 30 000–40 000 tonnu gadā) un “Aleksotas” (ap 20 000–30 000 tonnu gadā), izmanto nemaltas, sijātas smiltis.

## Secinājumi

Darbā parādīti Latvijas kvarca smilšu Bāles, Skudras, Rudbāržu–Pīlādžu atradņu granulometriskā un ķīmiskā sastāva izpētes un analīzes rezultāti. Pētījums veikts, lai nodrošinātu un paplašinātu šo atradņu smilšu izmantošanu stiklveida materiālu ražošanai Latvijā.

Ir parādīts, ka šīm smiltīm ir raksturīgs augsts krāsojošo oksīdu piemaisījums: neattīrītām smiltīm  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs ir virs 0,08%, bet  $\text{Al}_2\text{O}_3$  saturs (tas parasti norāda uz mālu piemaisījumiem) ir 1,5–3%, turklāt šie rādītāji ir ļoti svārstīgi, un tas nav pieņemams stikla ražošanai.

Ir dotas norādes par dažu tehnoloģisko risinājumu (flotācijas metode, sijāšana, malšana) ietekmi uz smilšu ķīmiskā un granulometriskā sastāva optimizēšanu.

Darbs izpildīts Valsts pētījuma programmas GEO 4. Projekta “Zemes dziļu resursu izpēte dabisko izejvielu dažādošanai un jaunu tehnoloģiju izstrādei” (RTU šifrs Y8100) ietvaros.

## LITERATŪRA

- Kuršs, V., Stinkule, A. 1997. Latvijas derīgie izrakteņi. Rīga: Latvijas Universitāte, 200 lpp.
- Powell, Darryl. Quartzite. Mineral Information Institute. Available: <http://www.mii.org/Minerals/photoquartzite.html>.
- Sedmalis, U., Šperberga, I., Sedmale, G. 2002. Latvijas minerālās izejvielas un to izmantošana. Rīga: Rīgas Tehniskā universitāte, 195 lpp.
- Varshneya, A. K. 2006. Fundamentals of Inorganic Glasses. Sheffield: Society of Glass Technology, 682 pp.
- William, D. 2007. Callister Jr. Materials Science and engineering an introduction. USA: John Wiley & Sons, pp. 5–11, 415–488.
- Quartzite. Wikipedia, the free encyclopedia. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Quartzite>

## ABSTRACT

The chemical compositions and particle size distribution in Bāles and Skudras Deposits were observed. It is shown that the usability of the Latvian sand in glass industry could be specified after sand enrichment, i.e., improving of chemical composition and particle size distribution.

The main requirements for sand put forward by the building and metal industry are particle size and its distribution; but chemical composition is not so important. Therefore, mainly the Latvian quartz sand mines with  $\text{SiO}_2 < 98\%$  are useful for building industry.

**Keywords:** quartz sand, chemical composition, particle size, enrichment.

## 4. SESIJA. SMILTS UN STIKLS TOPONĪMOS LATVIJĀ *SAND AND GLASS IN PLACE-NAMES OF LATVIA*

### SMILŠU UN STIKLA TĒMA LATVIJAS VIETVĀRDU DATUBĀZĒ *'SAND' AND 'GLASS' IN THE DATABASE OF LATVIAN PLACE NAMES*

Otīlija KOVAĻEVSKA

Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra, Ģeodēzijas un kartogrāfijas  
departamenta Kartogrāfijas nodaļas Toponīmikas laboratorija  
E-pasts: otilija.kovalevska@lgia.gov.lv

**Atslēgvārdi:** vietvārdi un grunts īpatnības, stikla ražošana, stiklinieki, glāznieki, stiklēri.

Latvijas Vietvārdu datubāze apkopo Latvijas dabas objektu un apdzīvoto vietu nosaukumus, kā arī piedāvā iespējas atlasīt, skatīt kartē un dažādos veidos analizēt informāciju, iegūt bāzi tālākiem pētījumiem par kādu noteiktu tēmu. Šī raksta mērķis ir sniegt pārskatu par Vietvārdu datubāzē atrodamajiem toponīmiem, kas atvasināti no vārdiem 'smilts' un 'stikls' dažādās to variācijās, un mēģināt paraudzīties uz šo vietvārdu izcelsmi saistībā ar grunts īpatnībām un atbilstošo saimniecisko darbību.

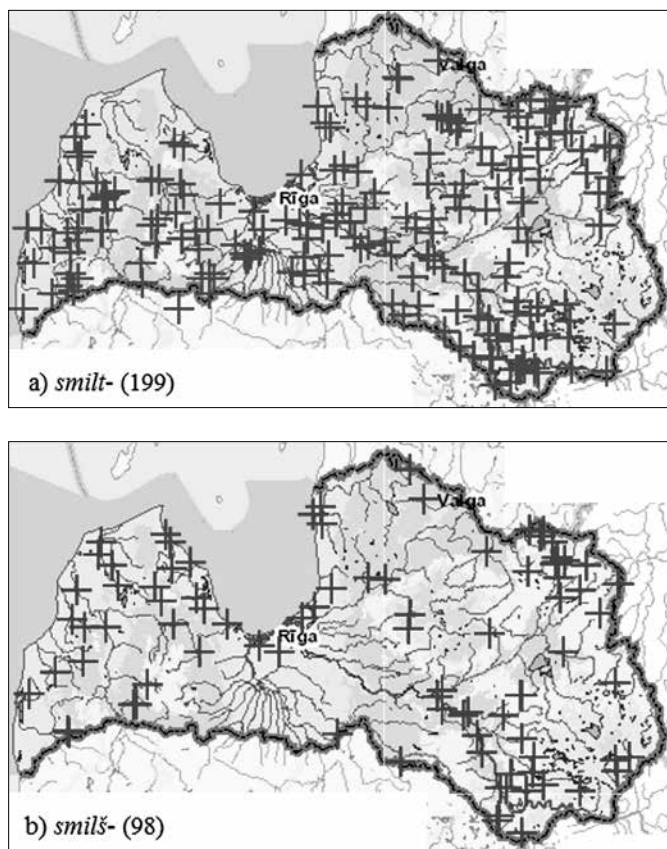
#### **Materiāli un metodes**

No Vietvārdu datubāzes tika atlasīti toponīmi, kam saknē ir *smilt-*, *smilš-*, *stikl-* (ieskaitot izlokšņu variantus, kā *smilkt-*, *smilkš-*, un citvalodu izcelsmes vārdus – *sand-*, *pesk-*, *smel-*, *glāz-*, *škl-* u. c.). Izmantojot Karšu pārlūku, skatīta šo vietvārdu izplatība, kā arī atsevišķu vietvārdu atrašanās vieta ģeogrāfiskā un vēsturiskā kontekstā. Īpaša uzmanība pievērsta vietām, kur kādreiz bijušas stikla ražotnes, meklējot vietvārdos pēdas no šiem laikiem. Atsevišķos gadījumos skatīta papildu informācija par vietas nosaukumu un tā iespējamo izcelsmi. Uz smilšainu grunti mēdz norādīt arī citi vietvārdi, piem., kāpas vārds nosaukumā (piem., *Baltā kāpa*), smilšainām augsnēm raksturīgi augi (*Priežu kalniņš*) u. tml., taču tie šajā darbā nav apskatīti.

#### **Rezultāti**

Latvijas Vietvārdu datubāzē kopumā ir pāri par 350 toponīmu, kuru nosaukums atvasināts no vārda 'smiltis' dažādos variantos (1. att.), un vairāk nekā 40 vietvārdu, kas saistīti ar 'stikliem' (salīdzinājumam, no vārda 'māls' atvasināto

nosaukumu ir tikai nedaudz vairāk – ap 380). Vairums no tiem ir mājvārdi, bet netrūkst arī dabas objektu nosaukumu. Tā kā Vietvārdu datubāze neietver pilnīgi visas viensētas un neapkopo arī ielu nosaukumus (kas ir Valsts adrešu reģistra kompetencē), tad kopumā šādu vietvārdu skaits Latvijā var būt lielāks. Nenoliedzami, šādi vietvārdi tieši vai netieši ir saistīti ar grunts īpatnībām vai kādreizējām stikla ražotnēm, vai vismaz stiklinieku darbnīcām, jo tamlīdzīgi uzvārdi (piem., *Smiltēnieks*, *Glāznieks*), kas varētu būt pamatā vietas nosaukumam, ir reti sastopami.



1. att. Vietvārdu izplatība ar *smilt-* un *smilš-* saknē (ieskaitot izlokšņu variantus: *smiļt-* un *smiļš-*).

Izplatītākais vietvārds, kam saknē *smilt-* vai *smilš-*, ir *Smiltēnieki* (75 mājvārdi, daži ciemu nosaukumi un pat Jelgavas pilsētas daļa); tam seko *Smilškalni* (38), *Smiltiņi*, *Smiltiņas* (27), *Smiltāji* (20), *Smiltaines* (15) u. tml. Savukārt pazīstamākais droši vien ir pilsētas nosaukums *Smiltene*. Daudzi toponīmi tiešā veidā norāda uz smilšainu grunti: ciemu nosaukumi – *Smilšukalns* (Varakļānu pag.), *Smiltaines* (Salas pag.), *Smiltine* (Vīksnas pag.), *Smiļktines* (Nautrānu pag.), *Smiļtines* (Rušonas pag.); dabas objekti – *Smilšu kalns* (~20, dažādos šī nosaukuma variantos), *Smiltiņu kalns*, *Brēdes smilts* (kalns Carnikavas nov.), *Lielā smilts*, *Mazā*

*smilts* (bij. piekraste Sēlpils pag.), *Smiltis grāvis* jeb *Smilkšukroga grāvis* (Ābeļu pag.), *Smilšu rēde* (sena grava Alsungas nov.) u. c. Izlokšņu varianti ar līdzskaņa -k- iestarpinājumu saknē: *Smilkt-* (6), *Smilkš-* (6) izplatīti gan Kurzemē, gan Latvijas austrumdaļā, taču šādiem vietvārdiem ir tendence izzust, piem., Sēlpils pusē divas viensētas ar nosaukumu *Smilktiņi* jau ir pārdēvētas – viena par *Smiltiņām*, otra pavisam citā vārdā, bet *Smilkšu kalnu* Rudbāržu pagastā biežāk sauc par *Balto kalnu*. *Smilts* mēdz būt arī kapu nosaukumos, tomēr tie lielākoties ir atvasināti no citiem vietvārdiem: *Smiltaines kapi* (2), *Smiltāju kapi*, *Smiltiņu kapi*, *Smiltnieku kapi*, *Smilšu kapi*.

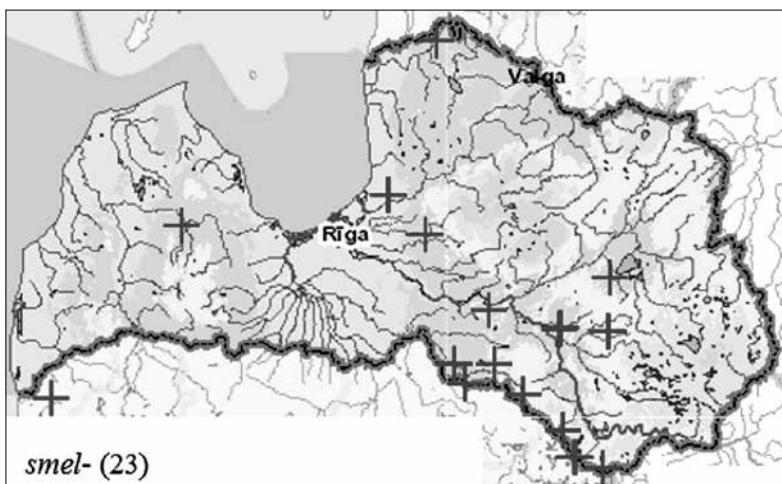
Apmēram 50 toponīmi ar nozīmi 'smiltis' aizgūti **no citām valodām**. Senākos vietvārdu slāņos varētu būt saglabājušies nosaukumi ar vācu *sand* 'smiltis' saknē, piem., *Sandariškas* Naujenes pag., varbūt arī *Sanderi* (vai *Sondori* izlokšņu ietekmē) visā Latvijā, tomēr tādu nav daudz un bez dziļākas izpētes to nevar droši apgalvot, jo iespējami arī citi šo nosaukumu skaidrojumi.

Latvijas austrumdaļā sastopami vietvārdi ar slāvisko *pesk-*, *pesč-*, *pešč-* – gan dabas objektu, gan apdzīvoto vietu nosaukumos: *Peski* (7), *Pesčanka*, *Peščanka* (8), *Pesčinkas*, *Piskovatka*, *Peskavuha*, *Peskuņicas ezers* u. c.

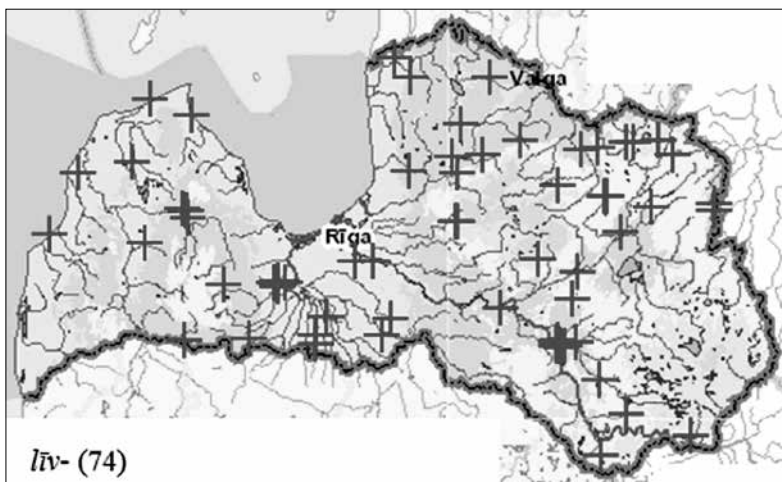
Arī nosaukumi ar *smel-* saknē var norādīt uz smilšainām vietām, jo lietuviešu valodā *smēlis* nozīmē 'smiltis', un arī latviešu apvidvārdos sastopami *smelis* 'nogulsējusies smiltis', *smelta* 'smilšaina augsne, smiltzeme' (sal. Karulis, 1992). Kartē (2. att.) redzams, ka šādi vietvārdi koncentrējas Lietuvas tuvumā: *Smeline*, *Smeliņi*, *Smeltes*, taču sastopami arī citur. Līdzīga sakne ir arī vietvārdiem *Smelcēja*, *Smelteri*, bet tiem var būt cita izcelsme (sal. Mūlenbachs, 1927).

Uz Igaunijas robežas Vecclaicenes pagastā atrodas *Smilšājs* jeb *Smilšu ezers*, ko Igaunijas pusē sauc *Liivajärv* (ig. *liiv* 'smiltis', *järv* 'ezers'). Spriežot pēc ortofoto, tam tiešām varētu būt smilšaināki un pieejamāki krasti nekā blakus esošajiem ezeriem – *Sūneklīm* un *Pellu ezeram* jeb Igaunijas pusē *Mudajärv* ('dubļu ezers') – uz ko norāda arī to nosaukumi. Vai starp citiem 74 Vietvārdu datubāzē atrodamajiem vietvārdiem ar sakni *līv-* (3. att.) ir vēl kāds, kura pamatnozīme būtu saistāma ar smiltīm, nevis etnonīmu *līvs*, grūti pateikt. Lielum liels vairums no tiem, visticamāk, ir etnonīmi. Droši vien nejaušas sakritības dēļ Alojas pagastā Joglas upes krastos netālu no mājām ar šādu pašu nosaukumu (*Joglas*, *Jaunjoglas*) ir viensēta *Līvkalni*. Gan libiešu vārds *jōugō*, gan igauņu *liiv* nozīmē 'smiltis', taču līdzīgi skan arī libiešu *joug* un igauņu *jōgi* 'upe', kas ir ticamāks skaidrojums upes nosaukumam. Interessants ir arī vietvārdu salikums Staiceles pagastā – *Glāžuupes* augšteci sauc par *Līvupi*, un upe sākas pie Igaunijas robežas. Upes nosaukumi vedina domāt, ka tā tek pa visai smilšainu apvidu, bet lejtecē bijusi kāda stikla ražotne vai vismaz stiklinieka darbnīca. Taču arī tās ir tikai asociācijas, un nosaukumu izcelsmes meklējumi paliek novadpētnieku ziņā.

Ar **stikliem** saistīto vietvārdu ir daudz mazāk. Vietvārdu datubāzē četri no 14 toponīmiem ar *stikl-* saknē ir mājvārdi (*Stikliņi*), bet seši – saistīti ar Ventspils novada *Stikliem* (ciemu Puzes pagastā): *Stiklu purvi*, *Stiklu Dižpurvs*, *Stiklu kapi* u. tml. *Stiklu* ciema nosaukuma vēsture iesniedzas 19. gs., kad Ances stikla fabrikas strādnieki, maksšķerēdami *Mežezērā*, pamanījuši baltās smiltis ezera krastā. 1897. gadā pēc barona Grotusa pavēles tur uzcelta stikla fabrika (sal. Puzes pagasta



2. att. Vietvārdu izplatība ar sakni *smel-*.



3. att. Vietvārdu izplatība ar sakni *līv-*.

teritorijas plānojums 2010–2022). Puzes apkārtnē stikla jeb “glāžu” fabrika bijusi jau 1853. gadā, tomēr vietvārdos tiešā veidā tas neparādās. Arī *Virpē* pie Ances, kur 19. gs. bijusi stikla fabrika, bet 20. gs. kartēs vēl bija viensēta *Glāznieki* (sal. vācu *Glas* ‘stikls’; suitu novadā *glāzi* ‘stikli’); mūsdienās senās ražotnes pēdas vietvārdos, šķiet, jau ir izzudušas. Vēl viens ciema nosaukums, kas nepārprotami saistīts ar kādreizējo stikla ražotni, ir Rembates pagasta *Glāžšķūnis* (20. gs. 30. gados šai vietā vēl bija *Zaļais Glāžušķūnis* un *Baltais Glāžušķūnis*, tādējādi nosaukumā precizējot, kādu stiklu – baltu vai krāsainu – kurā vietā kausēja).

Ne tik tieši kā *Stiklu* un *Glāžšķūņa* gadījumā, tomēr arī citur varētu būt pamanāmas kādreizējo stikla ražotņu pēdas toponīmos, īpaši lauku apvidos. Tā, zinot, kur bijušas stikla manufaktūras 18.–19. gs. (skat. Bombiza, 2010), var meklēt sakarības

ar mūsdienu *Glāžšķūni* (vs.) Ropažu pag., *Glāžniekiem* (vs.) un *Glāžnieku dīķiem* Drustu pag., *Glāžnieku silu* Ļaudonas pag., *Glazieriem* un *Glazierplaci* Straupes pag., *Vecglāžniekiem* Ķonu pag. u. c., tomēr vispirms būtu jāzina šo ražotņu atrašanās vieta, jo attiecīgie vietvārdi var būt radušies arī citu iemeslu dēļ. Un otrādi – pamanot šādu vietvārdu kartē, īpaši, ja tas ir sens, piem., *Glāžnieki* un *Glāžnieksala* Krustpils pag. (4. att.), var jau konkrētāk interesēties par vietas vēsturi.



4. att. Krustpils pagasta *Glāžnieki* 1784. gada kartē un mūsdienās.

Kurzemes un Zemgales hercogistes laika (1562–1795) stikla cepļu vietas (Jelgavas Grīvā, Baldonē, Biržos, Rendā (2), Kuldīgā, Tomē, Grenčos, Slokā, Skrundā) mūsdienu kartē tikai pēc vietvārdiem, šķiet, atpazīt vairs nevar. Drīzāk otrādi, no citiem avotiem izdibinot, kur bijušas stikla ražotnes, kartēs var meklēt vietvārdus, kas kaut kādā mērā atgādina šo faktu. Uz kādu stikla darbnīcu varētu norādīt tāds nosaukumu salikums kā ciems *Ceplis* un šī ciema daļa *Glāžnieki* Mežotnes pagastā. J. Plāķa vietvārdu vākumā šajā pašā pagastā minēts “glāžnieku sēklis” Lielupē (Plāķis, 1939). Dažādos laikos, sākot ar 17. gs., tur bijis ķieģeļu ceplis, bet vai kausēts arī stikls? Zīmīgs vietvārdu salikums ir arī Šēderes pagastā: *Glāžnieku kalns* pie *Smelīnes kapiem* un viensēta *Smelīne*.

Vietvārds *Glāžnieki* var būt saistīts arī ar stiklinieka amatu (no vācu *Glaser* ‘stiklinieks’, agrāk arī ‘glāžnieks, glāžnieks’ – sal. Dravnieks, 1944; Šulmanis, 2014). Latviešu Folkloras krātuves vākumos atrodami teicieni, ko lieto, kad otrs cilvēks aizstājas gaismai priekšā: “Vai tavs tēvs *glāžnieks*?” (pierakstīts Valmieras un Cēsu pusē, kā arī Rēzeknē), “Vai tavs tēvs *stiklērs*?” (pierakstīts Mārcienā).

Par *stiklēriem* stiklinieki saukti Līvānu un Varakļānu apvidū, varbūt vēl plašākā areālā – līdz Madonai un Sēlijā. Piem., laikrakstā *Jēkabpils Vēstnesis* (Nr. 38, 09.10.1925.) minēts kāds Ābeļu pagastā no Jēkabpils iebraucis *stiklers*. Tagadējā Turku pagasta Z, netālu no Mežāres, ir ciems *Stiklēri*, kas 19. gs. kartēs saukts par *Maksimovu* (šo agrāko nosaukumu vēl saglabājis viens mājvārds).

Ar stiklinieka amatu (bet diez vai ar stikla ražošanu) varētu būt saistīts arī Piedrujas pagasta ciema nosaukums Škļarovščina (pol. *szkło* 'stikls', *szklarz* 'stiklinieks, stikla fabrikas strādnieks'). Nosaukums vai nu nav senāks par 19. gs. otro pusi, vai arī kādreiz nav bijis vērā ņemams (varbūt vietas iesauka, ja tur dzīvojis stiklinieks), jo 18.–19. gs. kartēs tas neparādās. 1882. gada Vaicuļevas muižas aprakstā minēta *foļvarka* (pusmuiža) un *zascenka* (viensēta) Шкляровщина; 1906. gada Vitebskas guberņas apdzīvoto vietu sarakstā – foļvarka Шкляровщина. Nav šim nosaukumam atbilstoša uzvārda, tomēr zināms, ka 20. gs. sākumā tur dzīvojis kāds polis Žolnerovičs (sal. Открытый список, 2017), un vietas nosaukums nepārprotami ir poļu izcelsmes.

Latvijas Vietvārdu datubāzē ir arī **citi nosaukumi**, kas pirmajā acu uzmetienā var izraisīt asociācijas ar stikliem, piem., *Glāzeņmežs* (Rumbas pag. Kuldīgas nov.), *Glāzeņpurvs* (Salas pag. Babītes nov.), *Glāziņpurvs* (Garkalnes nov.), bet īstenībā nozīmē pilnīgi ko citu: Kurzemes pusē par *glāzenēm* sauc zīlenes (*Vaccinium uliginosum* L.), no kā arī meži un purvi mēdz dabūt savu nosaukumu (sal. Suitu-latviešu vārdnīca, 2017).

Aulejas pagastā ir *Spīgeļa kolns* ('*spoguļa kalns*'), kura nosaukumu vietējie iedzīvotāji nesaista ne ar stikliem, ne spoguļiem, bet: "Varbūt tur bijis kāds spīdīgs akmens" (Latvijas Vietvārdu datubāze, 1992. gada ekspedīcijas pieraksti). Interesantu skaidrojumu nosaukumam *Stekļaškina gora* sniedza kāds Riebiņu pagasta iedzīvotājs – ar vārdu *стекляшка* vietējie krievi šeit apzīmē sarkanās skudras, tā tad – *Skudru kalns*.

## Secinājumi

Grunts īpatnību atspoguļojums vietvārdos ir ļoti izplatīta parādība visā Latvijā. Vārds *smilts* vietu nosaukumos sastopams gandrīz tikpat bieži kā *māls*, visvairāk Kurzemes pusē, jūras tuvumā, Daugavas krastos, bet netrūkst arī citur, un parasti šādi toponīmi signalizē par smilšainākām vietām. Tomēr tas nenozīmē, ka šie nosaukumi uzreiz norāda uz lieliem smilšu masīviem – parasti vietvārds izceļ kādu īpašību, kas atšķiras no apkārtējā fona. Tā karjeru nosaukumos *smilts* vārds tikpat kā nav sastopams, ja nu vienīgi, precizējot karjera veidu, piem., *Ezeriņu smilts karjeri* Alūksnes novadā. Vairums vietvārdu veidoti latviešu valodā, bet apmēram 10–15% aizgūti no citām valodām (vācu, krievu, lietuviešu, igauņu) un ir kā vēstures mantojums.

Ar stikliem saistīto vietvārdu ir mazāk, galvenokārt apvidos, kur 19. gs. beigās un 20. gs. sākumā bijušas stikla ražotnes vai stiklinieku darbnīcas, bet, protams, nav izslēgti arī citi vietvārdu rašanās iemesli. Kurzemes hercogistes laika ražotņu vietas toponīmos tiešā veidā neparādās, to pēdas jāmeklē ar novadpētniecības metodēm. Vairums minēto vietvārdu veidoti no vāciskā *Glas* 'stikls' (*Glāžušķūnis*, *Glāznieki*), kas savā ziņā liecina par to rašanās laiku. Populārākais stiklinieka apzīmējums bijis *glāznieks*, Līvānu un Varakļānu pusē – *stiklērs*, kas mūsdienās saglabāties vietu nosaukumos un bez īpaša paskaidrojuma vairs nav saprotams.

Vietvārdu datubāzē atrodami arī toponīmi ar līdzīgu sakni, bet pilnīgi citu nozīmi, tāpēc, interpretējot vietvārdu materiālu, katrs gadījums jāskata individuāli.



## LITERATŪRA

- Alksnis, U., Grosvalds, I. 2010. Latvijas ķīmijas vēsture. Ķīmijas skolotājs. Pieejams: <http://old.kimijas-sk.lv> [skatīts 23.01.2017.].
- Bombiza, I. 2010. Mācību materiāls "Ievads specialitātē". Rīgas Valsts tehnikums. Pieejams: <http://www.rvt.lv> [skatīts 25.01.2017.].
- Dravnieks, J. 1944. Vāciski latviska vārdnīca. Rīga: VAPP Technisko un praktisko rakstu apgāds. Pieejama: <http://runeberg.org/delv1944/> [skatīts 25.01.2017.].
- Karulis, K. 1992. Latviešu etimoloģijas vārdnīca. I–II. Rīga: Avots.
- Latviešu Folkloras krātuve. Pieejama: [www.garamantas.lv](http://www.garamantas.lv) [skatīts 12.01.2017.].
- Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras Karšu pārļūks. Pieejams: <http://kartes.lgia.gov.lv/karte> [skatīts 16.01.2017.].
- Latvijas Vietvārdu datubāze. Pieejama: <http://vietvardi.lgia.gov.lv/> [skatīts 16.01.2017.].
- Mülenbachs, K. 1927. Latviešu valodas vārdnīca. Red. J. Endzelīns. III sēj., P-Svuoķis. Rīga: Kultūras fonda izdevums.
- Plāķis, J. 1939. Latvijas vietu vārdi un latviešu pavārdi. II daļa. Zemgales vārdi. *Latvijas Universitātes raksti*, V sēj. Rīga: Latvijas Universitāte.
- Suitu-latviešu vārdnīca. *Biedriba "Suitu novads"*. Pieejama: <http://www.suitunovads.lv> [skatīts 16.01.2017.].
- Šulmanis, L. 2014. Šulmaņu dzimtas hronika. Pieejama: <http://uzinubiblioteka.blogspot.com> [skatīts 22.01.2017.].
- Szczodurch, E. Etymologia nazwisk. Nazwiska na literę Szcz–Szo. Pieejams: <http://www.stankiewicz.com> [skatīts 16.01.2017.].
- Viitso, T. R., Ernštreits, V. 2013. *Līvōkiel-ēstikiel-leŭkiel sōnārōntōz. Libiešu-igauņu-latviešu vārdnīca*. Tartu, Rīga: Tartu Ülikool, Latviešu valodas aģentūra. Pieejams: <http://www.murre.ut.ee/liivi/lv> [skatīts 16.01.2017.].
- Межевальная книга сельца Вайцюлева, 1882. *Latvijas Valsts vēstures arhīvs*, 666. f., 14. apr., 6. l.
- Открытый список: Польские заключенные воркутинских лагерей. Pieejams: <https://ru.openlist.wiki/> [skatīts 12.01.2017.].
- Планы генерального межевания 1780-х гг. М 1 : 84 000 (2 версты в дюйме) Дюнабургского уезда. Digitalizētas: <http://www.litera-ru.ru>.

## ABSTRACT

The article provides an overview of the geographical names, derived from the words 'sand' and 'glass' and their different variants that are found in the Database of Latvian Place Names. It is an attempt to look at the origin of these place names in relation to the soil characteristics and the relevant economic activity.

**Keywords:** place names, ground characteristics, glass manufacturing.

# SMILTIS UN STIKLS BIJUŠĀ ALŪKSNES, BALVU, DAUGAVPILS, DOBELES, JĒKABPILS, LIMBAŽU RAJONA VIETVĀRDOS

## *SAND AND GLASS IN THE PLACE NAMES OF FORMER ALŪKSNE, BALVI, DOBELE, DAUGAVPILS, JĒKABPILS, LIMBAŽI DISTRICTS*

**Zane CEKULA**

Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra, Ģeodēzijas un kartogrāfijas  
departamenta Kartogrāfijas nodaļas Toponīmikas laboratorija un  
RTA Reģionālistikas institūts  
E-pasts: zane.cekula@lgia.gov.lv

**Atslēgvārdi:** vietvārdi, izloksne, ģeogrāfisko objektu nosaukums, etimoloģija.

Vietvārdi, kuru pamatā ir vārds *smilts*, ir visai raksturīgi toponīmi Latvijā, un tie biežāk norāda uz saistību ar smilšainām augsnēm, smilšu ieguves vietām un kapsētām. Rakstā aplūkoti bijušā Alūksnes, Balvu, Daugavpils, Dobeles, Jēkabpils, Limbažu rajona vietvārdi. Darba mērķis ir raksturot vietvārdus un to sadalījumu pa ģeogrāfisko objektu veidiem, kā arī noskaidrot tiem atbilstošo ģeogrāfisko objektu novietojuma likumsakarības. Vietvārdos apzinātas arī izloksnes īpatnības. Latviešu un kaimiņtautu vietvārdos bieži atspoguļots apkārtnes reljefs. Visdrīzāk, ka tas saistīts ar konkrētās personas apdzīvoto vietu un tās ģeogrāfisko vidi vai arī personas uzvārdu. Krievu onomaste A. Superanska ir atzinusi, ka “ģeogrāfiskās vides ietekme uz onomastikonu [onomastisku vārdnīcu] ir objektīvs faktors, kas darbojas pastāvīgi, un ikvienas tautas vārdi nes zīmogu no tās ģeogrāfiskās apkārtnes, kur attīstījušies tās tautas kultūra” (Суперанская, 1973).

### **Materiāli un metodes**

Izmantojot Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) Vietvārdu datubāzi, sešu bijušo rajonu (Alūksnes, Balvu, Daugavpils, Dobeles, Jēkabpils, Limbažu) teritorijā tika atlasīti vietvārdi, kuru rašanās saistīta ar smilti un stiklu. Statistiskās analīzes metodes tika izmantotas vietvārdu klasificēšanai, grafiskās metodes – statistisko datu grafiskai atveidošanai. Izmantojot Valsts meža dienesta datus par mežu tipiemi un LU ĢZZF skenēto augšņu tipu un zemes kvalitātes karšu materiālus, ir analizētas likumsakarības to ģeogrāfisko objektu novietojumā, kuru nosaukumā ir vārds *smilts*. Kartogrāfiskā metode izmantota, lai noteiktu ģeogrāfiskā objekta novietojumu. Piemēram, Daugavpils novada Liksnas pagastā viensēta *Smilškalni* atrodas piekalnē (skat. 1. att.), vistuvāk viensētai novietotais mežs ir lāns, kas parasti sastopams uz vidēji podzolētām smiltis augsnēm (Jansons, Zālītis, 2013). Valsts zemes dienesta datu publicēšanas un e-pakalpojumu portāls tika izmantots, lai meklētu zemes īpašumu nosaukumus un kadastra numurus. Attēli sagatavoti, izmantojot iespēju LĢIA Vietvārdu datubāzes kartē uzlikt Valsts meža dienesta datu slāni.



1. att. Viensēta Smilškalni un ferma Daugavpils novada Līksnas pagastā.

## Rezultāti

LĢIA Vietvārdu datubāzē aplūkotajos rajonos ir 106 vietvārdi, kuru pamatā ir vārds *smilts*, bet tikai trīs, kas saistīti ar vārdu *stikls*, un 13, kas saistīti ar ģermānisms *glāze*. Tie ir viensētu nosaukumi *Stiklēri* un *Burtnieki (Stiklēri)* Jēkabpils novada Mežāres pagastā, kā arī *Stikliņi* Ilūkstes novada Eglaines pagastā. Vārds *stikls* vietvārdos varētu būt saistīts ar stikla darbnīcām vai mājas īpašnieka nodarbošanos – stiklinieka amatu. Nosaukuma *Stiklēri* pamatā varētu būt krievu uzvārds *Стеклярь* vai arī nodarbošanās veida nosaukums, sal. ar kr. *стеклярь* ‘stiklinieks’. Iespējams, ka apdzīvotajā vietā dzīvojis un strādājis stiklinieks vai arī viensētas īpašniekam bijis šāds uzvārds. K. Karulis “Latviešu etimoloģijas vārdnīcā” raksta, ka vārda *stikls* pamatā ir indoeiropiešu (*s*)*teig-* ‘durt, smails’. Vārds *stikls* latviešu valodā plašāk ieviesies 19. gs., lai gan esot aizgūts līdz 14. gs. no senkrievu *стъкло* (krievu *стекло*) ‘stikls’, kas savukārt – no gotu *stikls* ‘kauss’. Tā vietā valodā plašāk ieviesies ģermānisms *glāze* no viduslejasvācu *glas* ‘stikls, glāze’. 17. gs. G. Manceļa un J. Langija vārdnīcās *stikls* nav minēts, J. Lange 18. gs. vārdu *stikls* minējis kā rusismu (Karulis, 1992). Krustpils novada Krustpils pagastā pie *Aiviekstes* upes ir divi nelieli ciemi (ciema statuss likvidēts 2015. gadā), kuru nosaukuma pamatā ir ģermānisms *glāze* (*Glāznieki* un *Glāznieksala*), un astoņas viensētas: *Glāznieki 3*, *Glāznieki 5*, *Glāzniekkrausti*, *Glāzniekkrausti 1*, *Glāznieklejas*, *Glāznieksala 1*, *Glāznieksala 3*, *Jaunglāznieki* (VZD2017). J. V. Zepa vietvārdu vārdnīcā apkopotā informācija rāda, ka rakstu avotos ciems *Glāznieki* minēts vismaz no 18. gs.: “glāznieki, vill., Krizborga, E169; Glāznieki, RKr. 3.42; A75; R Glazmanka, T126; R Glaznik,

T420; R Glazmany, Atl. 1792; R Glazneki, on r. Aivīkste, Spis.; R Glazneki / Glazniki, 1784. (2) Glāznieksala, vill., 12, Krizboorga, A25; R Glaznek-Sola, estate, Spis. (Zeps 1984: 143). 18. gs. līdz ar alus un degvīna ražošanas paplašināšanos pieauga pieprasījums pēc stikla pudelēm. Vidzemē tās ražoja stikla manufaktūras, kuras parasti pārvaldīja muižas īpašnieks vai stikla meistars. Stikla manufaktūras strādāja neilgu laiku. Sējā, Drustos, Ļaudonā un Valmierā tās pārtrauca darbu līdz gadsimta sākumam, vienīgi Zaubes manufaktūra darbojās arī 19. gs. (Grosvalds, 2006). Madonas novada Ļaudonas pagastā ir *Glāznieku sils*, un uz austrumiem no tā atrodas viensēta *Glāznieki*. Arī Dobeles novada Bērzes pagastā ir viensēta *Glāznieki*. Ilūkstes novada Šēderes pagastā uz rietumiem no *Smelines kapiem* un viensētas *Smelīne* atrodas *Glāznieku kalns*.

K. Karulis "Latviešu etimoloģijas vārdnīcā" par vārdu *smiltis* (vienskaitlī *smilts*) raksta, ka tas kā apvidvārds tiek lietots dažādās formās: *smilkts*, *smilkte*, *smilte*, kursenieku *smilks*, *smilktš*. Domājams, ka vārda *smilts* pamatā ir indoeiropiešu \**mel-* ar *s-* pievienojumu saknes ieskaņā, kam ir nozīme '(sa)berzt, (sa)grūst', no kā – 'malt' un '(sa)smalcināt'. Vārdam \**smiltis* > *smilts* ir nozīme 'kas sīks, sasmalcināts' → 'irdens drupu iezis'. Norvēģu valodā ir vārdi *smola* 'sadrupināt', *smol* 'putekļi, skaidas', un gotu valodā ir vārds *smals* 'sīks, niecīgs'. K. Būga dažos rakstos uzskatījis vārdu formas *smilts* un *smilkts* par vienlīdz senām, tomēr pievienojas Fortunatova un Johansona uzskatam, ka pamatforma ir *smilkts* ar vēlāku *k* zudumu (Karulis, 1992). Lietuviešu valodas vārds *smēlis* 'smiltis', līdzīgi kā *smilts* Latvijā, ir sastopams daudzos vietvārdos, piemēram, Kauņas pilsētas daļai ir nosaukums *Smēlis*, Klaipēdas pilsētas daļai – *Smeltē*, *Smelīne* ir Viļņas pilsētas daļa un ciemi Anīkšču un Zarasu rajonā, Ignalinas rajonā ir mežs *Smēlynės miškas*, Molētu rajonā atrodas ezers *Smēlinis* un ciems *Smēlinka*, bet Klaipēdas rajonā ir upe *Smeltaitė* (Pupkis, Razmukaitė, Miliūnaitė, 2002). Lietuviešu valodas ietekme vērojama Latvijas pierobežā ar Lietuvu: vs. *Smeltes* Elkšņu pagastā, vs. *Smelteri* Gāršenes pagastā, vs. *Smelīne* Demeņes pagastā un vs. *Smelīne* un *Smelines kapi* Šēderes pagastā.

Latvijā vietvārdu, kuru pamatā ir vārds *smilts*, ir salīdzinoši daudz. Tāpēc rakstā aplūkoti tikai bijušā Alūksnes, Balvu, Daugavpils, Dobeles, Jēkabpils, Limbažu rajona vietvārdi, kuri saistīti ar vārdu *smilts*. To sadalījums pa ģeogrāfisko objektu veidiem ir redzams 1. tabulā. Visvairāk vietvārdu, kuru pamatā ir vārds *smilts*, ir starp apdzīvoto vietu nosaukumiem – 86 vietvārdi, no kuriem 68 ir viensētu nosaukumi, 2 ciemu nosaukumi, bet 16 – ielu nosaukumi. Reti kurā Latvijas pilsētā nav *Smilšu* ielas. Viena no tām ir Balvi. Visās pārējās aplūkotās teritorijas pilsētās – Alojā, Alūksnē, Apē, Aknīstē, Aucē, Daugavpilī, Dobelē, Ilūkstē, Limbažos, Staicelē, Subatē un Viļākā, kā arī divos ciemos – Liksnā un Pociemā, ir *Smilšu iela*. Turklāt Ilūkstē un Subatē ir arī *Mazā Smilšu iela*. Mazāk ir dabas objektu, kuru pamatā ir vārds *smilts* – 19, no tiem visvairāk (6) ir kalnu nosaukumi. Turklāt tie visi atrodas Alūksnes rajonā: *Smilšu kalniņš* Jaunalūksnes, Malienas un Kalncempju pagastā, *Smilšu kalns* Mārkalnes, Kalkūnes, Veclaicenes pagastā.

Vietvārdu, kuru pamatā ir vārds *smilts*, sadalījums pa ģeogrāfisko objektu veidiem

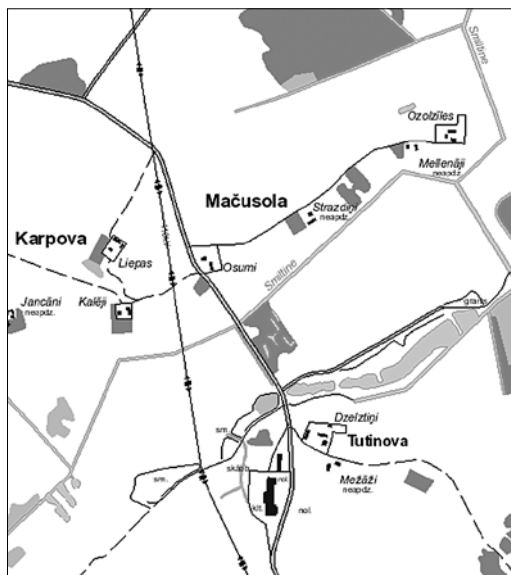
<i>Ģeogrāfiska objekta veids</i>	<i>Vietvārdu skaits</i>	<i>Vietvārdi</i>	<i>Pagasts</i>
ezers	1	Smilšājs	Veclaicenes pag.
grāvis	1	Smiltes grāvis (Smilkšu kroga grāvis)	Ābeļu pag.
iela	16	Smilšu iela	
kalns	6	Smilšu kalniņš Smilšu kalns	Jaunalūksnes, Malienas, Kalncempju pag. Mārkalnes, Kalkūnes, Veclaicenes pag.
kapi	1	Smiltaines kapi	Saukas pag.
karjers	1	Ezeriņu smilts karjers	Annas pag.
krauja	2	Smilšu atdambe Virešu smilšakmens iezis	Jaunannas pag. Virešu pag.
lauks	1	Smilšu dobes	Jaunalūksnes pag.
ciems	2	Smiltaines Smiltine	Salas pag. Vīksnas pag.
mežs	1	Smilšu siliņš	Malienas pag.
piekraste	2	Lielā smilts, Mazā smilts	Sēlpils pag.
pilskalns	1	Smiltņieku pilskalns	Bikstu pag.
purvs	1	Smilšu pūrs	Ziemera pag.
upe	1	Smiltine	Baltinavas pag.
viensēta	68		

Dabas objektu nosaukumu, kuros ir vārds *smilts*, ir mazāk nekā apdzīvotu vietu nosaukumu. Veclaicenes pagastā uz robežas ar Igauniju ir ezers ar nosaukumu *Smilšājs*, kam Igaunijā ir nosaukums *Liivajärv* (sal. ar ig. liiv 'smilts', järv 'ezers'), kā arī nosaukuma variants *Smilšu ezers* Latvijā. Igaunijas pusē pie ezera ierīkota smilšaina peldvieta, bet Latvijas augšņu kartēs esošie dati rāda, ka pie ezera esošajos zemes īpašumos pārsvarā ir velēnu podzolētās augsnes uz saistīgas smilts un mālsmilts cilmieža. Baltinavas novadā ir upīte *Smiltine*, netālu no tās atrodas smilts karjers (skat. 2. att.).

Alūksnes novada Malienas pagasta mežā *Smilšu siliņā* esošā baltā kvarca smilts agrāk esot izmantota koka trauku tīrīšanai.

Vietvārdus pēc to uzbūves iedala divās grupās:

1. pirmatnīgie vietvārdi – vietvārdi, kuri sastāv tikai no vārda saknes un galotnes, piem., *Smilši*, *Smiltes*, *Smiltis*;
2. atvasinātie jeb sekundārie vietvārdi:
  - salikteņi, piem., *Mazsmiltiņi*, *Smilškalni*, *Smilškalniņi*;



2. att. Smilts karjers pie upītes *Smiltines* Baltinavas novadā.

- vārdu savienojumi jeb vārdkopas, piem., *Smilšu atdambe*, *Smilšu dobes*, *Smilšu iela*, *Smilšu kalniņš*, *Smilšu kalns*, *Smilšu mājas*, *Smilšu pūrs*, *Smilšu siliņš*;
- ar piedēkli atvasinātie vietvārdi, piem., *Glāznieki*, *Smiltņieki*, *Stiklēri*;
- ar priedēkli atvasinātie vietvārdi aplūkotajā teritorijā netika atrasti.

No onomastiskās vārddarināšanas viedokļa latviešu valodā neatvasinātu darinājumu ir samērā maz: viensēta *Smilši* Maļinovas pag. un divas viensētas *Smiltes* Šēderes pag. Daudzi viensētu nosaukumi veidoti, izmantojot piedēkļus. Aplūkotajā teritorijā dominē mājvārds *Smiltņieki* ar izskaņu *-nieki* (15), visvairāk šādu mājvārdu ir Daugavpils rajonā (5) un Dobeles rajonā (5), Limbažu rajonā (4). Jēkabpils rajonā ir tikai divas viensētas ar nosaukumu *Smiltņieki* Gārsenes un Atašienes pagastā. Turpretī Latvijas ZA daļā (Alūksnes un Balvu rajonā) nav neviena šāda nosaukuma, bet ir viensēta ar nosaukumu *Smiltēnieki*.

Daudz arī mājvārdu ar izskaņām *-iņi*, *-iņas* (12): Jēkabpils rajona Sēlpils pagastā *Kundziņi* (*Smilktiņi*) un *Smiltiņas* (*Smilktiņi*, *Smiltiņi*), Dignājas pagastā *Smilktiņi* un *Smilktiņi 1*, Dunavas pagastā *Smiltiņi*, Daugavpils novada Laucesas pagastā *Mazsmiltiņi*, Eglaines un Naujenes pagastā *Smiltiņas*, Višķu pagastā *Smiltiņi*, Alūksnes rajona Apes un Trapenes pagastā *Smiltiņas*. Balvu rajonā viensētu nosaukumi ar izskaņām *-iņi*, *-iņas* nav atrasti.

Taču Latvijas ZA daļā (Alūksnes un Balvu rajonā) visvairāk ir mājvārdu ar izskaņu *-āji* (12): *Smiltāji* Trapenes, Zeltiņu, Ziemera, Mārkalnes, Jaunalūksnes, Annas, Mālupe, Lazdulejas pagastā, *Smiltāji 1* Ziemera un Mālupe pagastā, ka arī *Smiltāji* Daugavpils novada Liksnas un Vaboles pagastā. Izskaņa *-aines* (6) lietota tikai, veidojot Latvijas DA daļas vietvārdus: *Smiltaines* Daugavpils rajona Ambelū un Tabores pagastā, *Smiltaines* Laucesas pagastā, kā arī *Smiltaines* Jēkabpils rajona

Dunavas, Dvietes, Rubenes pagastā. Balvu rajona Šķilbēnu pagastā ir mājvārds *Smilšaine*, kam ir izskaņa *-aine*. Vismazāk ir mājvārdu ar izskaņu *-enes*: *Smiltēnes 1* un *Smiltēnes* Daugavpils rajona Vecsalienas pagastā

Pauls Balodis rakstā par uzvārdiem ar fiziogēogrāfiskas (paaugstināta reljefa) semantikas etimonu norāda, ka latviešu antroponīmikā, veidojot uzvārdus, ļoti izplatīts ir sufiksālais derivācijas veids, galvenokārt pievienojot izskaņas *-iņš*, *-išs*, *-ītis*, *-īts*, kā arī *-nieks*, *-enieks*, un ka visvairāk ir dažādas etimoloģiskās semantikas niansēm saistītu salikteņuzvārdu, kur otrais vārda komponents ir *-kalns* vai *-kalniņš* (Balodis 2012:22). Turklāt pie Latvijā samērā izplatītiem uzvārdiem ar fiziogēogrāfisku nozīmi min uzvārdu *Smilškalns*. Arī šādu vietvārdu ir samērā daudz. Daugavpils novadā ir trīs viensētas ar nosaukumu *Smilškalni* Demenes, Liksnas un Vaboles pagastā, turklāt pie divām no viensētām atrodas ferma. Viensēta *Smilškalns* Daugavpils novada Kalupes pagastā atrodas uz paugura, un turpat netālu ir *Baltmuižas kapi* (skat. 3. att.). Ģeogrāfisko objektu, kuru nosaukumi saistīti ar smilti, tuvumā nereti atrodas kapi. Daudz šādu piemēru ir Daugavpils rajonā: Dvietes pagastā uz R no vs. *Smiltaines 1* atrodas Zvīdrānu kapi, Vaboles pagastā uz ZA no vs. *Smiltāji* atrodas *Krīvānu kapi*, Eglaines pagastā uz DR no vs. *Smiltiņas* atrodas *Kazimīrvaldes kapi*. Netālu no viensētas *Ceļmalas* (agrāk *Smiltņieki*) Auces novada Bēnes pagastā atrodas *Gailīšu kapi* un *Krūškalnes kapi*. Pie viensētas *Smiltņieki* Tērvetes novada Bukaišu pagastā atrodas *Mednes kapi* un smilts karjers.

Vietvārdi, kuru veidošanā ir izmantota sakne *pesk-* konstatēti tikai Daugavpils novada pagastos, kur ir liela slāvu valodu ietekme: ciemi *Pirmie Peski* un *Otrie Peski* Laucesas pagastā un viensēta *Peski* Biķernieku pagastā. Vārda pamatā varētu būt krievu *necoj* ‘smilts’. Tomēr arī latgaliešu valodā ir vārdi *peska* ‘smilts’, *peskavs* ‘smilšu krāsā’, *peskinis* ‘tāds, kas satur smiltis; smilšains; smilšaina augsne’. A. Reķēna Kalupes izloksnes vārdnīcā raksta, ka “*peskinei* jir vōjis zemis īpašeibis, *peskiņa* mytrumu nasatur, iudini laiž cauri, *smilktaiņa* zems; aizbrauce piec *peskys* da sylam; *smilškaina* vīta, tī aug prīdis” (Reķēna, 1998). Ja saimniecībā vajadzīgas smiltis, tad jābrauc pakaļ uz silu. Smilšainās vietās parasti aug priedes. Ir novērota saistība starp priežu mežu (silu) un smiltīm. To apliecina arī latviešu tautasdziesma no Daugavpils apriņķa Višķu pagasta, kuru iesūtījuši P. Smelters un K. Skrinda:

“Vedit, tautys, kur vazdami,

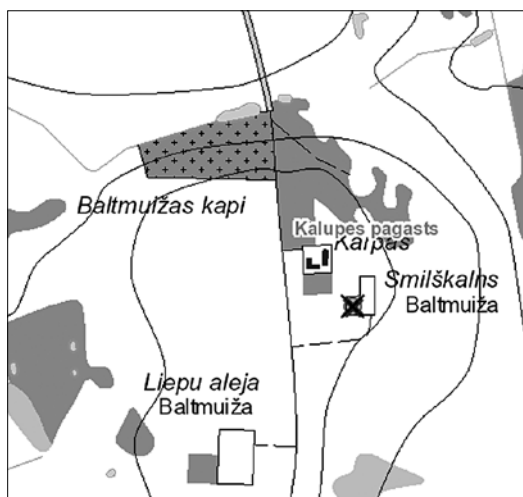
Par siļeņu navedit:

*Smilktis* munys kōjis grauze,

Skujis byra vainokā.”

Vārds *smilts* tika atrasts tikai četros mājvārdos: *Smilktiņi* un *Smilktiņi 1* Jēkabpils novada Dignājas pagastā, *Kundziņi* (*Smilktiņi*) un *Smiltiņas* (*Smilktiņi*) Sēlpils pagastā. Ābeļu pagastā atrodas *Smiltes grāvis*, no kura uz R atrodas *Nagļu kapi* un Ošenieku smilts atradne. 1761. gadā Ābeļu muižā esot bijuši 29 saimnieki un trīs krogi: Ābeļu, *Robežu* un *Smilšu krogs*, kurš atradies pie *Smiltes grāvja*. Zemnieki sūdzējušies par nabadzību, jo viņu lauki esot smilšaini un mazi (Auns, Jakovļeva, 2017).

Tie Alūksnes rajona vietvārdi, kuru pamatā ir vārds *smilts*, un tiem atbilstošie ģeogrāfiskie objekti, kam bija pieejami dati par raksturīgo meža tipu, augsni un cilmiezi, apkopotī tabulā (skat. 2. tabulu). Gan uz pauguriem *Smilšu kalniņa*



3. att. Viensēta *Smilškalns* un *Baltmuižas kapi* Daugavpils novada Kalupes pag.

Malienas pagastā, gan arī *Smilšu pūrā* un *Smilšu siliņā* izplatītākais meža tips ir damaksnis – tajā kokaudzi veido priedes kopā ar eglēm, bērziem un apsēm, pamežā parasti aug lazdas, pilādži, kadiķi, krūkļi. Damaksnis aug līdzena vai viļņota reljefa apstākļos smilts, mālsmilts vai smilšmāla augsnē. Tikai uz *Smilšu kalniņa* Kalncempju pagastā vēlenu podzolētajā augsnē uz mālsmilts cilmieža un vēlenu glejotajā trūdainajā augsnē uz smilšmāla cilmieža aug vēris. Uz *Smilšu kalna* Mārkalnes pagastā vēlenu podzolētajā augsnē uz saistīgas smilts cilmieža aug slapjais damaksnis – meža tips, kur kokaudzi veido priedes, egles un bērzi, pamežs rets (kadiķi, krūkļi un kārķi).

2. tabula

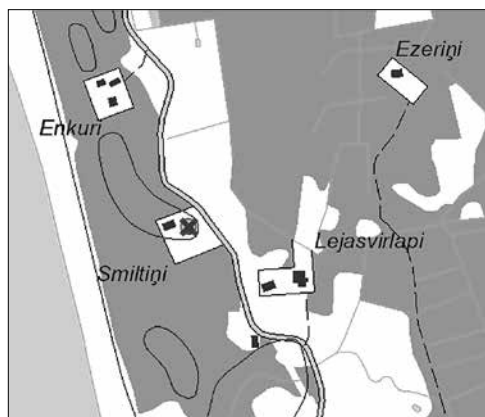
**Alūksnes rajona vietvārdi, kuru pamatā ir vārds *smilts* un tiem atbilstošais ģeogrāfiskais objekts ar raksturīgo meža tipu, augsni un cilmiezi**

Nosaukums	Objekta ID	Objekta veids	Administratīvā vai teritoriālā vienība	Kadastra Nr.	Augsne / cilmiezis	Meža tips
Smilšu atdambe	104214	krauja	Jaunannas pagasts	36720050006	Pv/sS, Pv/mS, PG/mS, Vg/mS, Vgt/mS	damaksnis
Smilšu kalniņš	102797	kalns	Malienas pagasts	36720010051	Pv/mS, Pg/mS, Vgt/mS	damaksnis



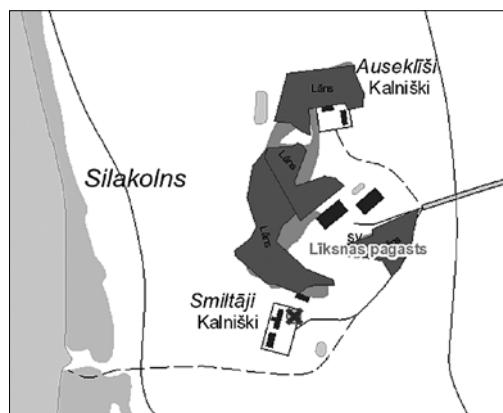
Smilšu kalniņš	104570	kalns	Kalnecmpju pagasts	36640040047	Pv/mS, Vgt/sM	vēris
Smilšu kalns (Smilšu kols)	103336	kalns	Mārkalnes pagasts	36760010036	Pv/sS	slapjais damaksnis
Smilšu pūrs	102456	purvs	Ziemera pagasts, Alūksnes novads	36960010002	Pv/sS, Pv/mS, Pv/sM, Pg/M	damaksnis
Smilšu siliņš	102830	mežs	Malienas pagasts	36720020037	Pg/sS, Pgv/mS, Vgt/mS, Tz/mS	damaksnis

Reģionālās atšķirības Latvijā augsnes segā galvenokārt nosaka nogulumu sastāvs un reljefs. Ģeoloģisko nogulumu minerālā un granulometriskā sastāva atšķirības ietekmē augsnes veidošanās procesus un intensitāti. Aplūkotajā teritorijā pārsvarā visās zemes vienībās ir velēnu podzolētās augsnes vai velēnu podzolētās glejotās augsnes uz smilts un (vai) mālsmilts cilmieža. Piemēram, Salacgrīvas novada Liepupes pagasta vs. *Smiltiņi* atrodas piejūras kāpu zonā, kur raksturīgas smilts augsnes (skat. 4. att.).



4. att. Salacgrīvas novada Liepupes pagasta viensēta *Smiltiņi* atrodas piejūras kāpu zonā, kur raksturīgas smilts augsnes.

Vietvārdos ir informācija par to, ka apkārtnē ir smilšainas augsnes, turklāt vārds *sils* var norādīt, ka attiecīgā ģeogrāfiskā objekta tuvumā aug priedes. Piemēram, pie Daugavas Daugavpils novada Liksnas pagastā atrodas vs. *Smiltāji* un paugurs *Silakolns*, uz kura aug priežu mežs – lāns (skat. 5. att.). Lāns ir priežu mežs, kas ir daudz auglīgāks par silu un mētrāju, tajā var augt arī egles un bērzi, pamežs ir rets (kadiķis, pīlādzis, lazda).



5. att. Līksnas pag. vs. *Smiltāji* un paugurs *Silakolns*, uz kura aug priežu mežs lāns.

## Secinājumi

Latvijas Vietvārdu datubāzē aplūkotajā teritorijā ar smilti saistīto vietvārdu skaits (116) ir daudz lielāks nekā to nosaukumu skaits, kuri saistīti ar stiklu (16). Visvairāk ar smilti saistīto vietvārdu ir Daugavpils rajonā (37) un Alūksnes rajonā (29), nedaudz mazāk Jēkabpils rajonā (22), vismazāk – Dobeles rajonā (9), Limbažu rajonā (9) un Balvu rajonā (10). Lielākā daļa vietvārdu nav radušies nejauši, bet ir saistīti ar vietu un cilvēkiem, kas attiecīgajā vietā dzīvojuši. Tā kā vietvārdi ir izlokšnes leksikas sastāvdaļa, tad tajos parādās īpatnības, kas noteiktā laika posmā raksturo attiecīgā novada leksiku. Dažkārt mājvārdos ir vērojama tendence skaust izlokšņu īpatnības (Sēlpils pagastā vienu no mājām, kam bija nosaukums *Smilk-tiņi* tagad sauc *Kundziņi*, bet otru – *Smiltiņas*). Daugavpils un Jēkabpils novada vietvārdos vērojama neliela citu valodu (ģermāņu, lietuviešu, slāvu) ietekme.

## Augšņu tipi (pēc vecās klasifikācijas):

- Pv – velēnu podzolētā augsne,
- Pgv – velēnu podzolētā glejotā augsne,
- Vg – velēnu glejotā augsne,
- Vgt – velēnu glejotā trūdainā augsne
- VG – velēnu gleja augsne,
- Vk – velēnu karbonātu augsne,
- Vkg – velēnu karbonātu glejota augsne,
- Tz – zemā purva kūdras augsne.

## Augšņu cilmieži:

- iS – irdena smilts,
- sS – saistīga smilts,
- mS – mālsmilts,
- sM – smilšmāls,
- mS – mālsmilts
- M – māls

## LITERATŪRA

- Balodis, P. 2012. Uzvārdi ar fiziogēogrāfiskas (paaugstināta reljefa) semantikas etimonu. *Baltistica. VIII Priedas.* (Red. Bonifacas Stundžia). Vilnius: Vilniaus universitetas, 19–31.
- Bušs, K. 1981. Meža ekoloģija un tipoloģija. Rīga: Zinātne, 68 lpp.
- Berķis, A., Meijere, A., Sedlenieks, A., Vanags, A., Ansons, G., Rove, I., Brauns J., Grīslis J., Gaigals M. 2013. Rokasgrāmata meža tipu noteikšanai. Rīga: Latvijas valsts meži. 69 lpp.
- Grosvalds, I., Alksnis, U., Zalsters, A., Meirovics, I. 2006. Ķīmija Vidzemē un Latgalē (17. un 18. gs.). *LU Raksti, Zinātņu vēsture un muzejniecība*, 693. sēj. Rīga, LU. 10.–17. lpp. Pieejams: [https://www.lu.lv/fileadmin/user\\_upload/lu\\_portal/muzejs/raksti/693\\_manuskripts.pdf](https://www.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/muzejs/raksti/693_manuskripts.pdf) [skatīts 22.01.2017.].
- Karulis, K. 1992. Latviešu etimoloģijas vārdnīca, I–II. Rīga: Avots.
- Krišjāņa Barona dainu skapis. Pieejams: <http://www.dainuskapis.lv/izversta-meklesana/?o=160&iesut=Smelters%20%20P.%20%20un%20Skrinda%20K> [skatīts 22.01.2017.].
- Auns, M., Jakovļeva, M. Kurzemes un Zemgales hercogistes enciklopēdija. LU aģentūra Latvijas vēstures institūts. Pieejams: <http://www.kurzemes-zemgales-hercogiste.lv/lv/apdzivotas+vietas/abeli> [skatīts 22.01.2017.].
- LGIA Vietvārdu datubāze. Pieejama: [https://vietvardi.lgia.gov.lv/vv/to\\_www.sakt](https://vietvardi.lgia.gov.lv/vv/to_www.sakt)
- LU ĢZFF skenēto augšņu tipu un zemes kvalitātes karšu materiāli. Pieejami: <http://kartes.geo.lu.lv/cgi-bin/mapserv%3Fmap=augsn.es.map&request=GetCapabilities&service=WMS>
- Pupkis, A., Razmukaitē, M. Miliūnaitē, R. 2002. Vietovardziņu žodynas. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 462 p.
- Nikodemus, O., Kārklīšs, A., Kļaviņš, M., Melecis, V. 2008. Augsnis ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.
- Reķēna, A. 1998. Kalupes izloksnes vārdnīca. I–II sēj. Rīga: Latviešu valodas institūts.
- VZD2017 – Valsts zemes dienesta datu publicēšanas un e-pakalpojumu portāls: [www.kadastrs.lv](http://www.kadastrs.lv)
- Zālītis, P., Jansons, J. 2013. Latvijas meža tipoloģija un tās sākotne. Daugavpils Universitātes akadēmiskais apgāds “Saule”, 168. lpp.
- Zeps, J. V. 1984. The Placenames of Latgola. A Dictionary of East Latvian Toponyms. Madison. Wisconsin, Baltic Studies Center.
- Эстонско-русский словарь: <http://www.jiport.com/?sname=eeru> [skatīts 22.01.2017.].
- Суперанская, А. 1998. Словарь русских личных имён, Москва: АСТ.

## ABSTRACT

A detailed study of place names of the six districts in Latvia reflecting *sand* and *glass* in place names has been made. The main tasks were to identify the words *sand* and *glass* in the place names of the area in question, to quantify their representation and to compare the acquired data with the common physiogeographical and socio-cultural features of the investigated area, as well as to present some general observations, regularities and insights through symbolic systems like geographic names.

**Keywords:** toponyms, geographical names, soil, names of populated places, names of natural features.

# 'SAND' IN NORWEGIAN PLACE NAMES

## SMILTS NORVĒĢIJAS VIETVĀRDOS

Botolv HELLELAND

University of Oslo

*Sand* (Norwegian *sand*) is used in numerous place names all over Norway either uncompounded like *Sand* or compounded like *Sandefjord* 'sandy fjord' and *Kvitsanden* 'white sand'. Generally, place names in *Sand-/sand* indicate occurrence of sandy material. Based on the Mapping Authority's Register of Place Names, close to 10 000 names contain the word *sand*. The most frequent last element of names beginning with *Sand-* are *vik* (670) and *nes* (150).

**Keywords:** the Norwegian place names, place names containing sand.

### Introduction—coining of place names

Geological processes have created sand in varying amount and varying quality all over Norway and the word *sand* is used in numerous place names along with words for other geological ground products like *aur*, *øyr* (derived from *aur*), *grus*, *grande*, all meaning 'gravel'. *Stein* 'stone, stony ground' is also often used in the Norwegian place names. Still, *sand* is the most frequently used geo-morphological word for soil quality in the place names stock. A number of names are simply coined as indefinite or definite forms of the word like *Sand*, *Sanden*. Sand is often, but not always, found at places called *Strand-/stranda* 'beach', but this group of names is not covered by the article.

A traditional way of coining a place name is to describe a natural or cultural phenomenon in a way that other language users agree upon, and gradually the description becomes what we call a singular, mono-referential expression, i.e. a name. So a "sandy bay" may be given the name *Sandy Bay*, in Norwegian *Sandvik*. When this name is used, people in the local community know what place it refers to. Of course, not all sandy bays would be named "Sandvik", or named at all. To be named a place must have some interest to the people in the area. Normally there are several possible naming motives at hand. It is not necessarily the sandy conditions which attract people's interest at or around a sandy bay; other characteristics might also be selected for naming. Nevertheless, *Sandvik(a)* is with its 670 occurrences the most frequent Norwegian place name containing *sand*.

### Distribution

Place names containing *sand* as the first element (specific) or the last element (generic) are found all over Norway. They seem to be distributed rather evenly. Of course, it could have some interest to examine this type of place names by county (18 altogether) or by municipality (426 altogether), or in some other selected area. Such a task was not undertaken though, but there is reason to believe that

*Sand*-names are represented in every parish. The Central Place Names Database of the Mapping Authority of Norway holds nearly 1 million names, and close to 10 000 of them contain *sand* as first, middle or last element, which means that approximately 1 per cent of the total name stock refers to this kind of geological material.

The word *sand* is used in names of natural features as well as in farm names and other settlement names. However, even if it used as a settlement name we may presume that it started as a name of a natural feature or circumstance. When a settlement was established at a place called for instance *Sandvik*, the name was transferred from the bay to the settlement. In some cases the bay continued to be called *Sandvik*, perhaps in the definite form *Sandvika*, or the word for ‘bay’ was added once more like *Sandviksvika*. In many cases the original name-giving feature shows little or no trace of sandy material because of cultivation and construction activities. In other cases sand material has been used for construction work and concrete production, for instance *Sandtaket* ‘place where sand is removed for use’. In such cases the sand may be very visual in the landscape.

A number of micro-toponyms (“small names”) containing *sand* as the first element are related to agriculture, for instance *Sandeng* ‘sandy meadow, field’. One very frequent example is *Sandåker* where *åker* means ‘(tilled) field’. This name indicates that the soil is suitable for the cultivation of certain plants. In Norway there are about 85 old farm names containing *sand* in uncompounded form, like *Sand*, *Sande*, *Sandar*.

As to compounded farm names with *Sand*- as the first element, *vik* ‘bay’ and *nes* ‘promontory’ are the most frequent ones as the last element. Thus *Sandvik(a)*- is used in close to 100 old farm names and *nes* in close to 70 old farm names. *Sandnes* is also used as a town name. When considering all names and not only farm names, the total number of these two groups is of course much higher. If we look at the last element of names containing *Sand* as first element, we can expect to find names ending on *vik*, ‘bay’ *nes* ‘promotory’ and *øy* ‘island’ in names in or close to water bodies like fjords and lakes, and less in areas where water bodies are less frequent. Names containing *sand* as the first element are used of a variety of features where sand occurs.

## Typology

From the examples above we have seen that Norwegian place names are normally constituted by a specific (first element) and a generic (last element). We have also demonstrated that *sand* may be used in both capacities. The generic defines the feature in question and so to say constitutes the place, for instance *Kvitsanden* ‘white sand’, whereas the specific indicates a particular quality of the named feature, for instance *Sandvik* ‘sandy bay’. A number of names contain only a specific, for instance the municipality name *Sande*.

When looking at place names containing the word *sand* we can distinguish between following groups according to their linguistic form:

- I. Uncompounded names: *Sand* (indefinite singular), *Sande* (dative singular), *Sanden* (definite singular), *Sandar* (indefinite plural), *Sandane* (definite plural).
- II. Compounded names ending on *sand*: *Aursand*, cf. Norwegian *aur* 'gravel, stony sand' (indefinite singular), *sanden*: *Kvitsanden*, cf. Norwegian *kvit* 'white' (definite singular).
- III. Compounded names with *Sand-* as the first element: *Sandvika* 'sandy bay' (definite singular), *Sandåker*, cf. Norwegian *åker* '(tilled) field' (indefinite singular), *Sandhaugane*, cf. Norwegian *haug* 'hill' (definite plural 'sandy hills').
- IV. Group III may be divided into two subcategories: a) names containing words for natural features, for instance *Sandvik*/ *Sandvika*); b) names containing words for manmade features, for instance *Sandåker*/ *Sandåkeren* 'sandy tilled field', *Sandrød* 'sandy clearing'.

The above mentioned *vik* 'bay', comprising altogether 670 names and *nes* 'promontory' with 150 names belongs To the first group. Other examples are *bekk* 'stream' (*Sandbekk(en)* 110), *vatn* 'lake' (*Sandvatn(et)* 150), *strand* 'beach' (*Sandstrand(a)* 15), *øy* 'island' (*Sandøy(a)*, 100), *dal* 'valley' (*Sanddal(en)* 70), *slette* 'plain' (*Sandsletta* 10), *voll* 'natural meadow' (*Sandvoll(en)* 60).

The second group includes words like the above mentioned *aker*/åker '(tilled) field' (*Sandaker/åker(en)* 50), *brekke* 'steep road' (*Sandbrekke(-a)* 20), *rød* 'clearing' (*Sandrød* 1), *vær* 'fishing village' (*Sandvær* 15).

By closer examination of the total place name stock it is possible to get more information about the occurrence of sand and at which kind of geological features it is likely to find such material.

### **What do the place names in *Sand*-/ *-sand* tell?**

Uncompounded names like *Sand*/*Sanden* or *Sande* consist of only a generic and do not convey any further information than observation or occurrence of sand. However, most of the names on *sand* contain a specific which gives further information of what is characteristic at the sandy place in question, for instance a tree name like *furu* 'pine, fir'. So the name *Furusand* 'pine + sand' means probably that pine grows on sandy ground, which is no surprise. The s *Sandvik(a)* tells first and foremost about a sandy bay, but indirectly it tells about a shallow bay where it is suitable to land a small boat, or a bay where bigger boats should be careful not going on ground. By examining the complete name stock it is possible to see which qualities are relevant to places bearing names in *sand*.

### **Sand as specific (the first element)**

Looking at the complete list of place names with *Sand-* as specific (about 7000 names) a wide range of generics were used. In addition to the above mentioned examples the following relating to hills should be pointed out: *Sandhaug* < *haug* 'hill' *Sandås* < *ås* 'hill (with trees)' *Sandegg* < *egg* 'ridge', *Sandberg* < *berg* 'mountain,

rock' and several others. As a specific *sand* may be attached to almost any type of natural feature, also to a number of manmade features like *Sandstod* < *stod* 'place for a boat', *Sandvad* < *vad* 'ford'.

### **Sand as generic (the last element)**

A number of specifics may be attached to *sand* as a generic, for instance *Kyrkjesanden* < *kyrkje* 'church', *Langsand* < *lang* 'long', *Lillesand* (town name) < *lille* 'small', *Kristiansand* (town name) < *Kristian* (name of a king), *Ulvasand* < *ulv* 'wolf', *Leirsand* < *leire* 'clay', *Engsand* < *eng* 'meadow' or *Brusand* < *bru* 'bridge' and many others. A number of place names in *sand(en)* are related to existing place names, like *Hellandsanden* where *Helland* is a farm name. Thus, the name means 'the sand close to/ belonging to Helland'.

### **Age of place names**

In general it is difficult to determine the age of place names. Most place names obviously date back to later centuries, and a great number of them reflect man's expansion and use of resources through primary sectors like agriculture. However, an important number of place names may be quite old. Names of important features may have been handed down from generation to generation over many hundreds of years, and even thousands of years, depending on the stability of the linguistic community where the names are used. In Norway, the oldest names like some fjord names and island names may possibly go back to the Bronze Age. However, we know very little or rather nothing about the language at that early stage. But to say that the oldest Nordic place names go back to the time around the birth of Christ will be no exaggeration.

By means of linguistic and historical material we can conclude that numerous names date back to the Middle Ages or to the pre-medieval periods. The exact period of the coining of place names is difficult to estimate, but there are some methods with which we can determine to which period a name belongs. For instance, if the name is testified in written sources we can determine an age *ante qua*, i.e. that the name is older than the document in which it is recorded. That is also the case with many farm names containing *Sand*- both as the first element and in uncompounded forms like singular indefinite form *Sand* and plural indefinite form *Sandar*. Also a number of names with *sand* as the last element may go many centuries back in history. In medieval sources like cadastres from the 14th and 15th century surveys several examples of Old Norse *San(d)vík* can be found in almost the same spelling as today.

The age of some place-names groups may also be determined linguistically, for instance *Sandar/Sander* (about 30 old farm names) which contains the indefinite plural form *ar*. This grammatical form is generally considered as older than the definite plural form which would be *Sandane*. But also the indefinite form singular *Sand*, which is used about 25 times in old farm names is supposed to reflect an early coining. The same applies to the dative form *Sande*, used in 35 old farm names.

Another linguistic characteristic which indicates the age of place names is umlaut. When *sand* is composed with Old Norse *vin* 'meadow', it often changes the vowel. The oldest umlaut is *i*-umlaut, for instance in *Sende* < -*Sand-vin*. The *i* in *vin* has influenced the *a* in *sand* and transformed it into *Send*-. This process took place in the pre-Viking period. The *v* in *vin* could also produce an umlaut, namely *u*-umlaut and the result would then be *Sondve* - > *Sand-vin*. This umlaut may have taken place in the Viking period.

## Conclusion

As shown, place names revealing sand are very common in Norway. *Sand* is one of the most frequently used words in the Norwegian place names data base. Such names tell primarily that sand material is observed at the named places in question. But they also tell that sand is of interest to human activity.

## KOPSAVILKUMS

Vārds *smilts* (norvēģu valodā *sand*) tiek lietots daudzos vietvārdos visā Norvēģijā vai nu kā pirmatnīgs vārds (*Sand*), vai arī kā saliktenis (*Sandefjord* 'smilšufjords' un *Kvitsanden* 'baltsmilts'). Parasti vietvārdi, kuros ir vārds *Sand-/sand*, liecina par smilšaina materiāla klātesamību. Norvēģijas Kartogrāfijas pārvaldes vietvārdu reģistrā ir ap 10 000 vietvārdu, kuros ir vārds *sand*. Visbiežāk lietotie beigu elementi vārdos, kuri sākas ar *sand*, ir *-vik* 'līcis' (670) un *-nes* 'zemesrags' (150).

**Atslēgvārdi:** Norvēģijas vietvārdi, "smilts" vietvārdos.



# SMILTS UN STIKLS LATVIEŠU UN CITU TAUTU ANTROPONĪMIJĀ

## SAND AND GLASS IN THE LATVIAN AND FOREIGN ANTHRONYMY

Laimute BALODE

LU Humanitāro zinātņu fakultāte, LU Latviešu valodas institūts,  
Helsinki Universitāte

E-pasts: laimute.balode@lu.lv, laimute.balode@helsinki.fi

**Atslēgvārdi:** onomastika, antroponīmika, priekšvārdi, uzvārdi, etimoloģiskā semantika.

Lai gan par latviešu antroponīmiem (priekšvārdiem un uzvārdiem) gan diahroniskā, gan sinhroniskā aspektā ir publicēti daudzi pētījumi, ir izdota arī "Latviešu personvārdu vārdnīca" (Siliņš, 1991), tomēr uzvārdu pētniecībā vēl ir daudz neskartu jautājumu. Pagaidām nav izdota arī latviešu uzvārdu vārdnīca (to rokrakstā bija sagatavojusi Velta Staltmane).

Latviešu personvārdu pirmatnējās jeb etimoloģiskās semantikas teorētiskajam modelim veltītājā P. Baloža promocijas darbā (Balodis, 2008) uzvārdi tiek iedalīti vairākās semantiskajās grupās un apakšgrupās, piemēram: cilvēka ārējā izskata un rakstura motivēti uzvārdi, etnonimiskas semantikas uzvārdi, amatu un profesiju semantikas uzvārdi, faunas un floras semantikas uzvārdi, fiziogēogrāfiskas semantikas uzvārdi, citas konkrētas un abstraktas nozīmes uzvārdi u. c. (Balodis, 2008, 111).

Saskaņā ar V. Staltmanes Latviešu uzvārdu atgriezenisko vārdnīcu (Сталтмане, 1981) un Latvijas Republikas Iekšlietu ministrijas Pilsonības un migrācijas lietu pārvaldes (PMLP) datiem Latvijā ir reģistrēti vairāki uzvārdi ar sakni *Smilt-*: gan vienas saknes personvārdi *Smilts*, *-a/-e* (75 ×), *Smilkts*, *-e* (26 ×) (šajā gadījumā uzvārda etimons ir apvidvārds), piedēkļu derivāti (gan no leksēmas *smilts*, gan no dialektālās formas *smilkts*): *Smilktens*, *-a* (14 ×), *Smilktiņš*, *-a* (24 ×), *Smiltāns*, *-e* (57 ×), *Smiltenieks*, *-ce* (17 ×), *Smiltēnis* (17 ×), *Smiltens*, *-a/-e* (68 ×), *Smiltēns*, *-a* (18 ×), *Smiltiņš*, *-a* (311 ×), *Smiltnieks*, *-a/-ce* (347 ×), fiksēta arī dialektāla forma *Smiltneks* (1 ×), gan divcelmu uzvārdi jeb salikteņi: *Smilšarājs*, *-a* (25 ×), *Smilšķalējs*, *-a* (2 ×), *Smiltkalējs* (1 ×), *Smiltskalējs* (1 ×), *Smilšķalns*, *-e/-a* (206 ×), *Smilšķzieds*, *-a* (2 ×). Visizplatītākie šīs saknes uzvārdi Latvijā (2016. gadā) – *Smiltnieks*, *Smiltiņš* un *Smilšķalns*. Saknes *Smilt-* antroponīmi galvenokārt iekļaujami fiziogēogrāfiskās semantikas uzvārdu grupā, resp., to etimoloģiskā nozīme saistīta ar personas dzīves vietu smilšainā vidē, ar smilšainu augsni vai smilšu ieguves vietu. Pāris minēto salikteņu – *Smilšarājs*, *Smilšķalējs* / *Smiltskalējs* / *Smiltkalējs* – saistīti ar profesijas semantiku (arī mājvārdiem kā starpniekiem noteikti ir nozīmīga loma). Vienu salikteni – *Smilšķzieds* – varētu uzskatīt par floras semantikas antroponīmu, lai gan tas, visticamāk, ir radies no mājvārda (sal. zemniekmājas Baldones, Piltenes u. c. pagastā).

Citās kaimiņu valodās šīs semantikas uzvārdi arī ir visai izplatīti: sal. poļu *Piasek, Piaseczny, Piaskowiak, Piaskowy* < poļu *piasek* 'smilts', *piaskowy* 'smilts-' (Rymut, 1991, 208). Krievu valodā ir pazīstams uzvārds Песочников – sal. krievu песок 'smiltis', tomēr tas ir profesijas semantikas uzvārds un tiek skaidrots ar krievu leksēmu песочник 'sāls apstrādes strādnieks' (Ганжина, 2001, 364). Lietuviešu uzvārdu vārdnīcā (LPŽ, II, 769) ir fiksēti ļoti reti un visai hipotētiskas izcelsmes uzvārdi *Smėlėdis* un *Smeliadis*, kas varētu būt darināti no liet. *smēlis* 'smilts, smiltis' + ēsti 'ēst'. Turpretī somu valodā leksēmas *hiekkä* 'smilts' un *hieta* 'smalka smilts' ir bieži sastopamas uzvārdos: *Hiekkä, Hiekkala, Hiekkänen, Hieta, Hietala* (šis ir visizplatītākais šīs saknes uzvārds Somijā – 4763 ×), *Hietanen, Hietikko, Hietaharju* 'smilškalnu grēda', *Hietakangas* 'smilšaina meža augsnē', *Hietämäki* 'smilškalns', *Hietaniemi* 'smilšu rags', *Hietaoja* 'smilšu grāvis', *Hietapakka* 'smilšaina grāvmala', *Hietaranta* 'smilšu krasts', kas radušies galvenokārt no attiecīgiem vietvārdiem, turklāt daudzi no tiem ir salikteni (Mikkonen, Paikkala, 2000, 116–117). Plaši pazīstami ir igauņu uzvārdi *Liiv* < igauņu *liiv* (ģen. *liiva*) 'smiltis', *Liivak* < *liivak* 'smiltājs, smiltainē', kā arī saliktenī uzvārdi: *Liivakivi* < *liivakivi* 'smilšakmens', *Liivamägi* 'smilškalns', *Liivamaa* 'smilšzeme' u. c. Vācu antroponimiskajā sistēmā ir uzvārds *Sand*, kura viena no cilmes hipotēzēm < vācu *Sand* 'smiltis; krasts', sal. arī vācu uzvārdus *Sandig, Sandmann* (Kohleim, 2000, 565).

Latviešu valodā nav priekšvārda ar nozīmi 'smilts' vai 'stikls'. Šķiet, ka arī citās kaimiņu valodās analogiskas nozīmes antroponīms, ko lietotu priekšvārda funkcijā, nav pazīstams (skat. Siliņš, 1991; Grzenia, 2004; Nummelin, Teerijoki, 2003; Lempiäinen, 2004; Seppo, 1994; Сунперанская, 1998). Vienīgais izņēmums ir lietuviešu valoda, kur pēdējos gados līdz ar citiem dabas semantikas jaunvārdiem (tādiem kā *Liepa, Ugnē, Miglė, Smilga*) īpaši iecienīts kļuvis meitenes vārds *Smiltė* < liet. *smiltis* 'smilts, smilšu graudiņš', kas reģistrēts pirmo reizi 1991. g., popularitāte strauji augusi kopš 2002. g. (Sinkevičiūtė, 2011), visā Lietuvā ir 1637 personas ar šo vārdu, 2013. gadā 225 jaundzimušajām tika dots šis vārds (pēc VLKK datiem). Lietuviešu personvārdu vārdnīcā (Kuzavinis, Savukynas, 1987) šāds vārds nemaz nav pieminēts. 1996. g. Lietuvā ir reģistrēti arī vīriešu personvārdi *Smiltys* (1 ×), 2000. g. *Smiltis* (1 ×), sieviešu vārdi *Smiltēne* (1 ×) un 2010. g. *Smiltēja* (1 ×), tomēr šos priekšvārdus varētu uzskatīt par okazonālismiem.

Sakne *Stikl-* latviešu uzvārdos sastopama ļoti reti – ir reģistrēts tikai viens uzvārds – *Stikliņš, -a* (3 ×), turpretī sakne *Glāz-*, kas semantiski būtu tuva, ir plašāk izplatīta: *Glāziņš, -a* (18 ×), *Glāzītis, -e* (18 ×), ko pārnēstā nozīmē varētu saistīt arī ar sliktiem cilvēka paradumiem; no toponīma (hidronīma?) radies uzvārds *Glāzups, -a/-e* (11 ×). Vislielākais biežums ir reģistrēts latviešu uzvārdam *Glāznieks, -ce* (146 ×) < apvidvārds *glāznieks* 'stiklinieks', kas ir iekļaujams profesiju un amatu semantikas grupā. Mūsdienu profesijas nosaukums – *stiklinieks* – uzvārdos vispār nav sastopams. Poļu valodā ir vairāki šādas semantikas uzvārdi: *Szko* < *szko* 'stikls', *Szgliński, Szkowski, Szklanowski, Szklarewicz, Szklarski*, kā arī *Szklarz* < *szklarz* 'stiklinieks, glāznieks', *Szklarzek* (Rymut, 1991, 261). Arī lietuviešu valodā ir pazīstami uzvārdi, darināti no liet. *stiklas* 'stikls' un *stiklius, stiklorius* (dialektāla forma) 'stiklinieks': *Stiklys, Stikliūnas, Stiklorius, Stikloraitis, Stiklius* (LPŽ, II, 822), kā arī no dialektisma (polonisma) darinātais lietuviešu uzvārds *Šklėrius*

‘stiklinieks’ (LPŽ, II, 945). Vācu valodā ir gan uzvārds *Glas, Glass, Glaß* ‘stikls’, gan *Glasing* – kas uzskatāms par patronīmu, darinātu no uzv. *Glas*, gan amatnieku semantikas uzvārdi *Glaser, Glasbrenner, Glas(e)macher*, gan tāds rets saliktenis kā *Glaseknapp* ‘stikla kauss’ (Kohleim, 2000, 274, 275). Igaunņu valodā ir pazīstams uzvārds *Klaassepp* ‘stikla kalējs’ un krievu valodā – Стекольников, sal. mūsdienu krievu leksēmu стекольщик ‘stiklinieks’ (plašāk skat. Balodis, 2008, 147).

Jāsecina, ka latviešu antroponīmiskajā sistēmā nav priekšvārdu, kuru pamatā būtu leksēmas ar nozīmi ‘smilts’ vai ‘stikls’ (turpreti lietuviešu valodā tādi vārdi – neoloģismi – ir pat populāri). Latviešu uzvārdi ar sakni *Smilt-/Smikt-* pēc etimoloģiskās semantikas galvenokārt iekļaujami fiziogēogrāfiskas nozīmes grupā. Daļa no tiem ir radušies no attiecīgiem vietvārdiem. No vārddarināšanas viedokļa tie ir gan pirmatnīgi antroponīmi, gan piedēkļu atvasinājumi, gan salikteni. Uzvārdi ar sakni *Stikl-, Glāz-* Latvijā ir samērā reti sastopami. Izņēmums ir uzvārds *Glāznieks*, kas iekļaujams amatu un profesiju semantiskajā grupā.

## LITERATŪRA

- Balodis, P. 2008. *Latviešu personvārdu etimoloģiskās semantikas teorētiskais modelis un tā realizācija*. Promocijas darbs filoloģijas doktora grāda iegūšanai valodniecības zinātņu nozares baltu valodniecības apakšnozarē. Rīga. Pieejams: [https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/4776/28936-Pauls\\_Balodis\\_2008.pdf?sequence=1](https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/4776/28936-Pauls_Balodis_2008.pdf?sequence=1) [skatīts 01.02.2017.].
- Kohleim, R., V. 2000. *Familiennamen*. Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich, Dudenverlag.
- Grozenia, J. 2004. *Słownik imion*. Warszawa; Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kuzavinis, K., Savukynas, B. 1987. *Lietuvių vardų kilmės žodynas*. Vilnius: Mokslas.
- Lempiäinen, P. 2004. *Suuri etunimikirja*. Helsinki, Werner Söderström Osakeyhtiö.
- LPŽ I-II – *Lietuvių pavardžių žodynas*, I, II. Vilnius: Mokslas, 1985–1989.
- Mikkonen, P., Paikkala, S. 2000. *Sukunimet*. Helsinki, Otava.
- Nummelin, J., Teerijoki, E. 2003. *800 harvinaista etunimeä*. Helsinki: Nemo.
- PMLP – Latvijas Republikas Iekšlietu ministrijas Pilsonības un migrācijas lietu pārvaldes materiāli (2016. g.).
- Rymut, K. 1991. *Nazwiska Polaków*. Wrocław, Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Seppo, R. 1994. *Eesti nimeramat*. Tallinn: Olion.
- Siliņš, K. 1991. *Latviešu personvārdu vārdnīca*. Rīga: Zinātne.
- Sinkevičiūtė, D. Žvilgsnis į populiaresnius pastarųjų penkerių metų vardus. Pieejams: <http://vardai.vlkk.lt/populiariausi-pastaruju-penkeriu-metu-vaiku-vardai/> [skatīts 01.02.2017.].
- VLKK – Valsybinės lietuvių kalbos komisijos internetinė svetainė (Lietuviešu valsts valodas komisijas mājaslapa). Pieejams: <http://vardai.vlkk.lt/statistika/Smilte> [skatīts 30.01.2017.].
- Ганжина, И. М., 2001. *Словарь современных русских фамилий*. Москва: Астрель.
- Сталтмане, В. 1981. *Латышская антропонимия. Фамилии*. Москва: Наука.
- Суперанская, А. В. 1998. *Словарь русских личных имён*. Москва, АСТ.

## ABSTRACT

There are no first names in the Latvian anthroponymic system based on the lexemes with the meaning ‘sand’ or ‘glass’ (while in Lithuanian such names–neologisms–are quite popular). Latvian surnames with the root *Smilt-/ Smikt-* ‘sand’ mainly should be included into the etymological group of physiographic semantics: the etymological meaning

associated with the person's place of residence in sandy environments, with sandy soil or sand extraction sites. The most common Latvian surnames are *Smiltnieks* (347 ×), *Smiltiņš* (311 ×) un *Smilškalns* (206 ×) (data from 2016). Some of the surnames with this root have been coined from the relevant place names. The surnames with the root 'sand' are widespread in Finnish, rather popular in Estonian, German, Polish, but there are only few and hypothetic in Lithuanian and Russian. The surnames of the root *Stikl-*, *Glāz-* 'glass' are relatively rare in Latvia. An exception is the surname *Glāznieks* (146 ×) with the primary semantics of avocation; there are semantic parallels in all neighbouring countries.

**Keywords:** onomastics, anthroponymics, given names, surnames, etymological semantics.

# SMILTIS LATVIJAS VIETVĀRDOS

## SMILTIS 'SAND' IN THE LATVIAN TOPONYMY

Sanda RAPA

LU Latviešu valodas institūts  
E-pasts: sanda.rapa@inbox.lv

**Atslēgvārdi:** vietvārdi, Latvijas toponīmija, vārdi ar nozīmi 'smilts'.

Vietvārdi, būdami tik nozīmīgi ikdienas saziņā un ietverti grūti maināmā īpašvārdiskā formulā, daudz neatlaidīgāk nekā citas valodas vienības glabā svarīgas un bieži vien patiesas ziņas par zemi, vēsturi un kultūru – nereti arī pēc tam, kad ģeogrāfiskais objekts ir būtiski mainījies vai zudis. Tāpēc ikviens nosaukums, ja vien ir etimoloģiski caurredzams, var būt gandrīz neapgājama liecība par aizgājušo laiku, stāsts par to, kāda bijusi teritorija vārdošanas brīdī (nereti – pat tautu pirmsdzimtenes laikos) un kādas pārmaiņas skārušas zemes reljefu. Vietvārdu uzdevums visos laikos ir bijis akcentēt vai nu galveno, vai atšķirīgo apkārtējā dabas ainavā, tāpēc tie allaž noderējuši visu zinātņu nozaru pētniekiem, lai restaurētu zemes vēstures, kultūras, ģeoloģijas, faunas un floras karti un cilvēka pirmatnējo redzējumu uz pasauli.

Šādi zemes liecinieki ir arī vietvārdi, kuru pamatā ir leksēmas ar nozīmi 'smilts'. Latviešu toponīmijā tie ir vieni no izplatītākajiem nosaukumiem. Tas attiecas ne tikai uz vietvārdu skaitu (ar sakni *smilt-* un *smilkt-* darināti vairāki tūkstoši nosaukumi), bet arī uz areālo izplatību (tie gandrīz vienlaidus noklāj visu Latvijas teritoriju). Taču, neraugoties uz šā vārda popularitāti toponīmijā, valodas pētnieku īpašu uzmanību tas līdz šim nav izpelnījies.

Šā pētījuma pamatā ir dati no Latvijas Universitātes Latviešu valodas institūta vietvārdu kartotēkas, kurā apkopots gandrīz miljons vietvārdu no visām izlokšņu grupām un kurā vietvārdi lokalizēti pēc 1939. gada administratīvā iedalījuma. Analīzei izvēlēti galvenokārt tā sauktie āru vārdi (fizioģeogrāfisku objektu nosaukumi), mazāk uzmanības pievēršot oikonīmiem (apdzīvotu vietu nosaukumiem), kas daļā gadījumu saistīti ar antroponīmu – parasti ar tur dzīvojošo saimnieku uzvārdu.

Salīdzinot ar citām latviešu toponīmijā jeb vietu nosaukumu kopumā plaši izmantotajām leksēmām, vietvārdos ar nozīmi 'smilts' sastopams visai daudz leksisko, morfoloģisko un fonētisko variāciju (atšķirīgu vārdu un vārdformu). Vietvārdu darināšanā galvenokārt izmantota leksēma *smilts* (*smilte*, *smiltis*) jeb *smilktis* (*smilkte*, *smilktis*), ar ko apzīmēta smalka smilts. Bieži sastopami arī nosaukumi, kuru pamatā ir raupjas smilts apzīmējumi – *grants*, *zvirgzds*, *zviēdris*, *žvirs*, pavisam nedaudz – cits raupjas smilts apzīmējums *žvika*. Nereti izcelti arī īpaši ūdens smilts nosaukumi – *muga*, *sēre*, *žluga*. Smalkas smilts apzīmēšanai Latgalē un dažviet arī dziļāk Vidzemē vietvārdos izmantoti slāvismi *peska*, *piska* un tā varianti,

Sēlijā – no lietuviešu valodas aizgūtais *smēlis*. Dažu ar smilšainām vietām saistīto vietvārdu pamatā varētu būt arī libiešu *liiv* ‘smilts’.

Leksēmas *smilts* (*smilte*, *smiltis*) un *smilkts* (*smilkte*, *smilkteis*) etimoloģiski ir pieņemts saistīt ar tās pašas cilmes vārdiem *malt*, *smalks* (Karulis II 244), taču jaunākajos pētījumos, (piemēram, Villanueva Svenson 2011, 13) šāda iespējamība (līdz ar vārdu *smēlis*, lietuviešu *smēlis*) gan tiek apšaubīta un šīs saknes vārdi tiek atzīti par etimoloģiski neskaidriem. Latvijas toponīmijā ar tām tiek veidoti galvenokārt kalnu, lauku, pļavu, bedru un ceļu nosaukumi. Šie vārdi dažādu atvasinājumu un saliktu nosaukumu veidošanā tiek izmantoti viscaur Latvijā – ar tiem darināti gandrīz divi tūkstoši vietvārdu. Šīs popularitātes cēlonis, šķiet, ir saistīts ar šo vietvārdu mērķi izcelt atšķirīgas ģeoloģiskas struktūras objektu, nošķirt vietu no apkārtējās vides, jo smiltis, smilšaini apvidi acīmredzot nav bijusi ierasta parādība visos apgabalos (piemēram, *Smilškalniņš* – lauks Vārmē: “apkārtējos laukos māla augsne, te – smilšu” [šeit un turpmāk – piemēri no LU Latviešu valodas institūta vietvārdu kartotēkas; slīprakstā minēts vietvārds, pēc tam – lokalizācija pēc 1939. gada administratīvā iedalījuma, pēdīnās citēts teicēja stāstījums]). Vietvārdos ar vārdiem *smilts* jeb *smilkts* visbiežāk norādīts uz smalku, vieglu smilti – tā saukto *balto smilti* (piemēram, *Smilškalns* Laucienā: “kalnā balta smilts”, *Smilškalniņš* Katvaros: “ar mežu apaudzis kalniņš, tur balta smilts”, *Smilšu bedre* Daugmalē: “pērkona izrauta liela dziļa bedre, šeit balta smilts”), tāpēc nereti to paralēlais nosaukums saistīts ar vārdu *balts* (piemēram, *Smilksu kalns* jeb *Baltais kalns* Rudbāržos). Par šādu saistību liecina arī citi ar *smilts* vārdu nesaistīti kalnu nosaukumi (piemēram, *Baltais kalns* Spārnē: “stāv balta smilkts”, *Boltais kalliņš* Alūksnē: “ņemtas smiltis, kuras bijušas ļoti tīras, gandrīz baltas, koka trauku beršanai”), kas liecina, ka uz smilšu klātbūtni teritorijā var norādīt arī metaforiski nosaukumi, kuros nav ietvertas ar nozīmi ‘smilts’ saistītas leksēmas.

Visizplatītākais nosaukums šajā grupā ir *Smilškalni* (jeb *Smilkskalni*, *Smilšu kalni*, *Smilksu kalni* utt.), kas dots kalniem, reljefa paaugstinājumiem un sastopams gandrīz visā Latvijā (izņemot nelielu areālu Zemgales vidienē). Bieži atrodami arī dažādi atvasinājumi (*Smiltājs* jeb *Smilktais*, *Smiltaine* jeb *Smilktaine* u. c.), kas galvenokārt attiecināti uz laukiem un pļavām. Bedru nosaukumos vārds *smilts* un tā fonētiskie varianti (*Smilšu bedres* jeb *Smilksu bedres*) izmantoti galvenokārt Kurzemē un Latgalē, savukārt kapsētu nosaukumos tas sastopams Sēlijā (apbedījums parasti sauc vai *Smilktāja* vai *Smilktaines* vārdā).

Caur vārdos *smilts*, *smilkts* nosauktajām vietām redzam galveno smilts klāto teritoriju izmantojumu – tajās tapušas bedres smilšu ieguvei, tur norakti kartupeļi ziemai un ierīkotas kapsētas, tās akcentētas kā īpaši neauglīgas un zemes apstrādei nederīgas vietas, to irdenajā augsnē atrasti dažādi priekšmeti (piemēram, *Smilksu bedres* Vaiņodē: “raka smiltis priekš ķieģeļceplā”, *Smilškalniņš* Sausnējā: “agrāk tur raka bedres – dobes, kur glabāja kartupeļus”, *Smilšnieku kalns* Mārupē: “šeit ir kapi”, *Smilškalns* Katvaros: “tur senas kapenes; mājas celšanai tur granti rokot, esot uzrakts zelta zobens”, *Smilkts dirva* lauks Ciblā: “smilšains, neauglīgs tīrums”, *Smilškalns* Jērcēnos: “nederīga zeme”). Leksēma *smilts* vietvārda darināšanā bieži izmantota, arī lai nošķirtu silam jeb priežu mežam raksturīgo augsni un lai raksturotu ūdensteces vai ūdenstilpes gultni.

Smalkas smilts apzīmējumam izmantoti arī aizgūti vārdi. Latgalē gandrīz simts vietvārdu veidoti no krievu valodas vārda *песок* 'smilts' (sal. baltkrievu *пясок* 'smilts'). Nosaukumos galvenokārt izmantota latviešu valodā adaptētā forma **peska** (vai *piska*), un tā pamatos apzīmē tās pašas kategorijas objektus, ko vietvārdi ar vārdu *smilts* jeb *smilts* (piemēram, *Peskas kalns* Nīcgalē: "smilšu kalns", *Peska kalns* Kapiņos: "smilšains kalns", *Peski* Robežniekos: "smilšaina vieta – ganības, aramzeme", *Piska* pļava Aulejā, *Piskovatkas kalns* Kaplavā: "smilšains"). Vienlaidus Latvijas dienviddaļā sastopams no lietuviešu valodas vārda *smēlis* 'smilts' aizgūtais (*Smēļa lauks* Asarē, *Smēļu dobe* jeb *Suņu dobe* Rubeņos: tur suņus rakuši iekšā). Smalku smilti var apzīmēt arī daži lībiskajās izloksnēs sastopamie vietvārdi ar sakni *liv-*, taču to, vai to pamatā patiešām ir lībiešu *liiv* 'smilts' vai etnonīms jeb tautības nosaukums *līvs*, vai no krievu cilmes vārda radies nosaukums ar nozīmi 'purvaina vieta', nekad precīzi nevarēs noteikt.

Otru lielu grupu veido nosaukumi, kuri attiecināti uz teritorijām ar raupju smilti, kas acīmredzot bijusi ļoti nozīmīga saimnieciskajā darbībā. Šīs grupas vietvārdos atšķirībā no smalkas smilts teritoriju apzīmējumiem sastopami vismaz četri leksiskie varianti: *grants*, *zvirgzds*, *zviēds*, *žvirs*. Visbiežāk vietvārdos izmantots vārds **grants**, kas varētu būt aizgūvums no vācu vārda *Grund* (Топоров, 1979) un augšzemnieku izloksnēs ienācis caur krievu valodu, – to lieto gandrīz tikai kalnu un bedru nosaukumos, lai norādītu grants iegūšanas vietas (piemēram, *Grants kalns* Dunalkā: "grante grābta", *Grantskolliņš* Alūksnē: "agrāk iegūta grants", *Grantskalniņš* Vildogā: "tur ņēma granti un atrada miroņu kaulus", *Luknes grantsbedres lauks* Dunikā: "kādreiz blakus laukam bijušas grantsbedres"), taču nereti tikai konstatēta augsnes struktūra (piemēram, *Grants kalniņš* Balvos: "grants augsne", *Grantskalni* Dobelē: "kalns ar grants zemi"). Otrs izplatītākais raupjas smilts apzīmējums vietvārdos ir **zvirgzds** (Kandavā un Alūksnē reģistrēts arī *žvirgzds*, Alsungā – *zirgzds*), kas, šķiet, ir vēl raupjāka par granti (to precīzāk var raksturot Milenbaha-Endzelina vārdnīcā dotais skaidrojums no Saldus un Džūkstes 'smalki akmens sadrupumi' (ME IV 778–779)). Vietvārdos šis senais mantotais vārds, tāpat kā *grants*, norāda galvenokārt uz grants ieguves vietām vai uz teritorijām, kuras nav izmantojamas lauksaimniecībā (piemēram, *Zvirgzda kalns* Valmierā: "šis paugurs satur rupju, ceļu grantējamo granti, tādēļ gandrīz līdz ar ēkām norakts un grants izvadāta un izšķiesta uz visām debesu pusēm"; *Zvirgzds kalliņš* Jaunlaicē: "zvirgzdaina zeme", *Zvirgzda kalns* Lauberē: "grants bedres", *Zvirgzdu kalns* Nītaurē: "tur laba grants, zvirgzdains"). Dažos gadījumos *zvirgzdi* var norādīt pat uz parastu smilti (piemēram, *Zvirgzdu kalnīts* Bauņos: "neliels kalnīts, balta smilts, lietāta trauku beršanai"), tomēr vairākos pagastos šis vārds – tieši pretēji – attiecināts uz lielākiem akmeņiem, nevis uz akmeņainu granti (piemēram, *Zvirgzdu ezers* Alsungā: "akmeņaina krastmala, daudz zvirgzdu – akmentiņu", *Zvirgzdu kalniņš* Pļaviņās: "nosaukums radies, ka tas veidots no sīkiem zvirgzdiem – sadrupušiem akmeņiem"). Retāk sastopams akmeņainas grants apzīmējums – baltu cilmes vārds **zviēds** 'rupja, putrainaina smilts, kur nekas neaug' (ME IV 782) un tā variants Kurzemē *zviēds*. Šo leksēmu produktivitāti vietvārdos, iespējams, mazina tas, ka vārds *zviēds* veido homonīmu formu ar Latvijas vietvārdos ļoti populāro etnonīma nosaukumu *zviēds*. Vietvārdos, kas tomēr norāda uz augsnes struktūru,

nevis uz etnonīma, ar šo leksēmu apzīmētas gandrīz tikai vietas ar raupju smilti (piemēram, *Zviedrkalns* Valgalē: “kalnā ir grantaina zeme”, *Zviedri* jaunsaimniecība Pilskalnē: “izloksnē *zvīdri* – zvīrgzdi”). Vārdnīcās vārdam *zviedrs* ir minēta arī nozīme ‘balta smilts, sēris’ (ME IV 782), taču tā parādās tikai Raunas vietvārdā *Zviedra tīrums* (“zviedri esot tādas sēres ezermalā”). Tikai Latgalē visai kompaktā areālā vietu nosaukumos sastopams vārds žvira (žvirs) ‘rupja, akmeņaina (upes) grants’ (ME IV 776). Tur tas var norādīt gan uz akmeņainu granti, gan uz smilti (piemēram, Žvirina pakalns Piedrujā: “grants”, Žvireņš kalns Preiļos: “grants kalniņš”, Žvyraiņis lauks Ružinā: “smilks zeme”). Vien dažos nosaukumos ietverts cits vārdnīcās minēts raupjas smilts nosaukums – žvika, ko var saistīt ar Saikavā sastopamo nosaukumu ar nozīmi ‘grants aramzeme’ ME IV 844 (Žvikas kalniņš Sarkanos: “sīku akmentiņu pilns, grants bija”). Milenbaha-Endzelīna vārdnīcas papildinājumos minēts arī raupjas smilts apzīmējums Aknīstes apvidū *grauzs* (EH I 400), taču vietvārdos grūti izšķirt, kurš nosaukums tiešām attiecināms uz smilti, jo šī leksēma veido homonīmas (rakstībā vai skanējumā vienādas) formas ar vārdiem *grauza* ‘grava’ un *grauzt* (uz raupju smilti varētu norādīt ap šo apvidu reģistrētie vietvārdi *Grauzas kalns* Aknīstē, *Grauzaine* pļava Dignājā). Raupjas smilts apzīmējumi lielākoties iekļauti kalnu, bedru un tīrumu nosaukumos. Šie vietvārdi parasti stāsta par grants iegūšanas vietām vai lauksaimniecībā neizmantotajām platībām.

Īpašu grupu veido vietvārdi, kuri norāda uz ūdens smilti. Tādi ir, piemēram, vārdi *sērene* ‘balta smilts’ (EH II 482) vai *sēre*, kurai vārdnīcās gan dota tikai nozīme ‘sēklis, smilšu sanesas ūdenstilpē’, bet kura vietvārdos parādās arī kā smilts apzīmējums (piemēram, *Sērītes* smilšu sanesumi Vaidavā: “tur avoti vairākās vietās sanesuši sēri; “sēre” – tira, balta, smalka ūdens izskalota smilts”). Pavisam reti izmantoti citi ūdens smilts apzīmējumi – *muga* (*Mugas* zemniekmāja Laucienē, ko Jānis Endzelīns saista ar apvidvārdu *muga* ‘(upes) smilts’ ME II 660, Endzelīns, 1961) un *žluga* ‘slapja smiltszeme’ (ME IV 819) (*Žlugas* zemniekmāja Valgalē).

Vietvārdos (vismaz smilšu nozīmē) pavisam neparādās Milenbaha-Endzelīna vārdnīcā minētie *zvēlis* un *zviļa* – iespējams, tāpēc, ka šie vārdi locījumos var veidot homonīmas formas ar citiem sugasvārdiem.

Ziņas par smiltīm dabas ainavā sniedz ne tikai smilšu nosaukumi vietvārdos, bet arī vietvārdos ietvertie ģeogrāfiskās nomenklatūras vārdi, kas attiecināmi tikai uz smilšainām vietām (piemēram, *apruslis* ‘neliels smilškalniņš vai grantsbedrē’, *grandiens* ‘vieta ar granti’, *kangars* vai *kangers* ‘pauguru virkne, kas sastāv galvenokārt no smilts, grants un oļu nogulumiem’, kāpa ‘vēja sanests smilšu paugurs vai valnis’, *olājs*, *olaine* ‘vieta, kur ir ļoti raupja grants’, *pasmilts* ‘smiltzeme’, *plecis* vai *pleķis* ‘zvejvieta ar gludu un smilšainu grunti’, *rava*, *sēre* (sēris) ‘smilšu sēklis’, *skausta* ‘augsta smilšaina vieta, kur augsne ātri izzūst’, *smelis* ‘vieta laukā, kur ir smilšu sanesas’, *smeltava* ‘smilšaina vieta ūdenstilpē vai ūdenstecē, kur smel smilti vai granti’, *smeltājs*, *smilktaine*, *smilktens*, *smilktiens*, *smiltaine* (*smilktaine*), *smiltene* ‘smilšaina vieta; augsne, kurā lielākoties ir smiltis’, *zviedris* ‘grants vai smilšu vieta upē vai ezerā, kas piemērota peldēšanai’). Šie vārdi parasti tiek pievienoti onomastiskajai leksēmai un ir saliktu vietvārdu otrās daļas (piemēram, *Cepļkangars* Dundagā: “ar mežu apaugusi kāpa”, *Lielais smiltājs* lauks Jaunrozē).



Smilšainos apvidus vietvārdos var noteikt arī pēc metaforiskajiem nosaukumiem, kuru nozīmi gan nereti var izsecināt tikai caur metadatiem – vietas sīkākai aprakstiem. Tie parasti norāda uz smilts krāsu vai tās nelietderību lauksaimniecībā (piemēram, *Sorkonais griuzs* purvs Dvietē: “ir sarkani smilšu kalniņi”, *Badkakts* lauks Pociemā: “smilšains, neauglīgs tīrums”, *Bada kalns* Aknīstē: “kalniņā nekas neaugot, smiltis vien”, *Zeltnalns* jaunsaimniecība Daugmalē: “netālu no mājām mežā ir kalns ar dzeltenu smilti, tāpēc saimnieks mājas tā nosaucis”, *Sausais kalns* lauks Maltā: “smilšu un grants augsne”).

Kopumā Latvijas vietvārdos var izšķirt trīs leksēmu grupas – vārdi, kas norāda uz smalku smilti: *smilts* (*smilte*, *smiltis*) jeb *smilkts* (*smilkte*, *smilkts*), *peska*, *piska*, *smēlis*; vārdi, kas attiecināti uz rupju smilti: *grants*, *zvirgzds*, *zvedrs*, *žvirs*, *žvika*; vārdi, kas norāda uz smilti ūdenstilpes vai ūdensteces pamatnē vai ūdens izskalotu smilti: *muga*, *sēre*. Vietvārdi, kuros ietverti vārdi ar nozīmi ‘smilts’, rāda smilšu un grants izplatību visā Latvijas teritorijā un apliecina šā nogulumieža nenovērtējamo nozīmi latviešu dzīvē. Tas, ka lielākoties šādu vietu apzīmēšanai izmantots visā Latvijas teritorijā pazīstamais vārds *smilts*, liek domāt, ka Latvijas ainavā visvairāk sastopama un iedzīvotājiem nozīmīgāka bijusi smalka smilts, taču, spriežot pēc ekspedīciju dalībnieku pierakstiem, Latvijas vārddēvēji ne vienmēr ir ievērojuši to smalko robežu starp smalku un rupju smilti, attiecinot izloksnēs šķirtās nozīmes uz jebkādu smilšainu teritoriju. Tādējādi var secināt, ka vietvārdi, kas darināti no vārdiem ar nozīmi ‘smilts’ ir kā ceļazīmes, kas ne tikai norāda uz augsnes cilmieža sastāvu, bet arī vēsta par tā izmantošanas veidu un pat kvalitāti.

## LITERATŪRA

- Endzelīns, J. 1961. *Latvijas PSR vietvārdi*. Rīga: Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas izdevniecība.
- Endzelīns, J., Hauzenberga, E. 1934–1946. *Papildinājumi un labojumi K. Mīlenbaha “Latviešu valodas vārdnīcai”*, I–II. Rīga.
- Karulis, K. 1992. *Latviešu etimoloģijas vārdnīca*. I–II sēj. Rīga: Avots.
- ME – Mīlenbachs, K. 1923–1932. *Latviešu valodas vārdnīca*. Rediģējis, papildinājis, turpinājis J. Endzelīns, I–IV. Rīga.
- Villanueva Svensson, M. 2011. Indo-European long vowels in Balto-Slavic. *Baltistica*, 46, 5–38.
- Топоров, В. Н. 1979. Прусский язык. Том II: Е–Н. Москва: Наука.

## ABSTRACT

The paper deals with place names that designate sandy areas in the landscape of Latvia and comprise notion of sand. There are three groups of words for sand that are reflected in the Latvian toponymy: a) words that designate the places of fine sand: *smilts* (*smilte*, *smiltis*), *smilkts* (*smilkte*, *smilkts*), *peska*, *piska*, *smēlis*, b) words that refer to the places of rough sand, gravel: *grants*, *zvirgzds*, *zvedrs*, *žvirs*, *žvika*, and c) words that specify the water-washed sand. Lexemes *smilts* ‘fine sand’ and *grants* ‘gravel’ are most widespread in the Latvian toponymy—they cover all the territory of Latvia and designate mostly sandy hummocks, fields, meadows, as well as pits (usually gravel pits—places where gravel is dug out of the ground) and sandy roads. They show not only the structure of parent soil but also the type of use and quality.

The information about the sand in the landscape is provided not only by place names but also by generic elements (words of geographic nomenclature which are included in place names) that designate sandy territories, as well as by metadata in metaphoric place names (e.g., *Sarkanais kalns* 'Red Hill' – mound of red sand, *Sausais kalns* 'Dry Hill' – mound of dry sand).

**Keywords:** place names, Latvian toponymy, Latvian words for sand.

# SMILŠU NOSAUKUMI LATVIEŠU VALODAS IZLOKSNĒS

## THE NOTIONS OF SAND IN LATVIAN DIALECTS

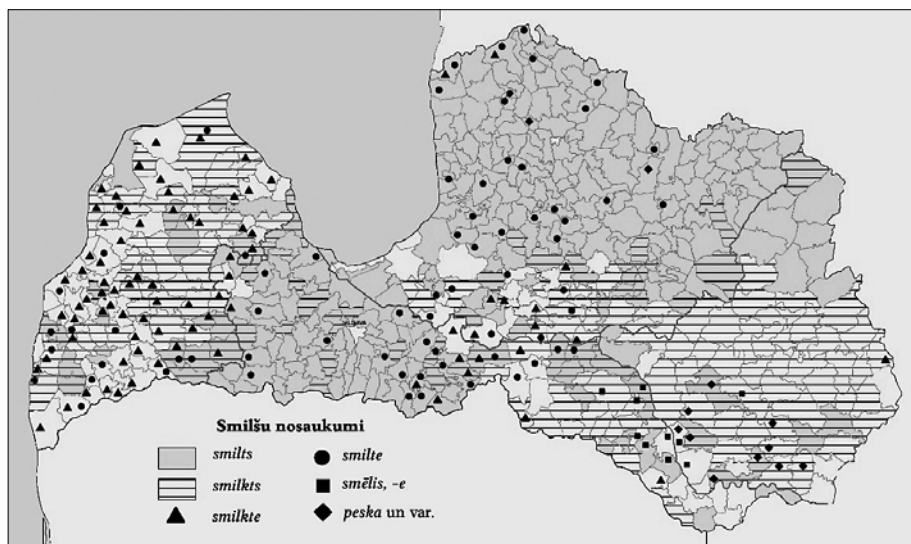
Anna STAFECKA

Latvijas Universitāte, Latviešu valodas institūts

E-pasts: anna.stafecka@lu.lv

**Raksturvārdi:** izloksnes, leksika, smilšu nosaukumi.

Tautas tēlainā domāšana un pasaules uzskats joprojām atklājas dažādos valodas paveidos, it sevišķi dažādu novadu iedzīvotāju runā jeb izloksnēs un dialektos. Tie var glabāt sevī gan senus mantotus vārdus, gan arī dažādus citvalodu aizguvumus. Senais valodas slānis parasti atspoguļojas ar dabu saistīto jēdzienu nosaukumos. Un tādi ir arī smilšu jeb irdena nogulumieža, kas sastāv no atsevišķiem minerālu graudiem, daļēji no iežu, gliemežvāku atlūzām, kā arī augsnes, kuras sastāvā ir šis iezis, nosaukumi.



Karte. Smilšu nosaukumi latviešu valodas izloksnēs  
(elektronisko versiju veidojusi Liene Markus-Narvila).

Latviešu literārajā valodā, kā zināms, lieto nosaukumu *smilts*, biežāk daudzskaitļa formu *smiltis* (plašāk skat. Llvv 7<sub>2</sub>). Šis variants ir visplašāk lietotais arī latviešu valodas izloksnēs (skat. karti). Tas visai kompakti sastopams Vidzemē (retāk tās dienvidu daļā), Zemgalē un Latgales ziemeļos, piemēram, *kuoka ķipšus un kublīnus a baltām smiltīm berza Ērgemē smiltī ūdenc neturās Plāņos, smilts zeme viegla strādāt Sinolē, smiltī sēj griķus Šķibē, smilts zemīte – švaka*

*zemīte* Ziemeirī (šeit un turpmāk Izlokšņu ilustratīvais materiāls dots vienkāršotā fonētiskajā transkripcijā).

Vārda *smilts* pamatā, kā to *Latviešu etimoloģijas vārdnīcā* raksta Konstantīns Karulis, ir sena indoeiropiešu sakne *\*mel-* ar pievienotu *s-* vārda sākumā. No šīs saknes radies arī vārds *malt*. Saknes *mel-* nozīme saistāma ar 'saberzt, sagrūst', no kā arī 'malt, sasmalcināt'. Šāda nozīme piemītusi arī vārdam *smelt*, no kura ar saknes patskaņa miju radies īpašības vārds *\*smilts* 'smalks' un lietvārds *\*smiltis* > *smilts* 'sasmalcināts', vēlāk tas attiecināts uz lietvārdu *smilts* (plašāk skat. Karulis, II 244).

Morfoloģiskais variants *smilte* sastopams vietumis Vidzemē un Zemgales austrumu daļā, retāk Kurzemes dienvidu daļā, piemēram, *smiltē nekas neaug* Birzgalē, *adieņus* 'vasaras rudzus' *sēja tādā smiltītē* Grobiņā, *tai smiltē negrib augt labībs* Salacā.

No vārdiem *smilts*, *smilte* izplatīti vairāki atvasinājumi gan literārajā valodā, piemēram, *smiltaine*, *smilšains*, *smiltājs* u. c., gan arī izloksnēs, piemēram, *visi reiz gulēsim smiltājā* Pēterniekos, *smilšains* Vecsvirlaukā. Reģistrēti arī vairāki saliktenī ar komponentu *smilts*, it īpaši lībiskajās izloksnēs, piemēram, *mums te ir smilšzem* Liepupē, *tiraš smilšzem tama tīruma* Limbažos, *smilczeme* Rozulā, *smilšbānis* 'smilšu kaudze' (*bēnim patik dzīvates pa smilšbān*) Vainīžos (VIV II 348).

Visai plaši izplatīti varianti *smilkts* un *smilkte*. K. Karulis minētajā vārdnīcā (Karulis II 244) apkopojis vairākus viedokļus par šī varianta cilmi. Skaņas *k* iespraudums varētu būt radies no radniecīga īpašības vārda *smalks* vai citiem līdzīgiem vārdiem ar *-k-*. Savukārt, pēc cita uzskata, tieši *smilkts* ir bijusi pamatforma, no kā vēlāk, zūdot *-k-* skaņai, radies variants *smilts*. Šim viedoklim ir pievienojies arī lietuviešu valodnieks Kazimiers Būga (Būga, 1961 III), turklāt uzskatot, ka Austrumlatvijas *smilkts* ir sēliskas cilmes vārds (Būga, 1961 III).

Variants *smilkts* veido plašu, kompaktu areālu Kurzemē, tas sastopams arī Vidzemes dienvidu daļā un Zemgales austrumu daļā, piemēram, *te jau smilkts zeme* Ikšķilē, *smilkts neaug nikas labs* Saldū, *j'apakaisa smilkc uz lada, lai nasleid, nasuot ouden* Sunākstē, *smiltē la'bi oug tu'piņi* 'kartupeļi' Vējavā.

Kompaktā areālā visā Latgalē, vietām arī Augšzemē izplatīts variants *smilķts*, piemēram, *smilķts ir pūstuo* 'tukšā' zeme Bērzglē, *smilķšu kaļņeņā ir kopi* Bērzpilī, *vīna smilķts zeme, izkolta vusi uļbiki* 'kartupeļi' Nautrēnos, *smilķts zemē maize* 'la-bība' navysā *grib augt* Sakstagalā.

Arī no vārda *smilkts* reģistrēti vairāki atvasinājumi, piemēram, *smilktine zeme* 'smilšaina augsne' Dricēnos, *smilktainā vietā* Gaviezē, *smilktine* 'smilšaina augsne' *ira vīgla zems*, *smilktaiņč* 'smilšains', *smilktaiņa zems bie pa upis molai* Kalupē (KIV II), *smilktija zeme* Lubejā, *smilktājā vieglāk art* Viskāļos.

Variants *smilkte* plaši sastopams visā Kurzemē, vietām Zemgales austrumu daļā un Vidzemes dienvidrietumos, piemēram, *jūrmaalā smilktes* Aizupē, *smilktes kalns* Nīkrācē, *gludāki rāceņi* 'kartupeļi' *aug vieglā smilktē* Rudbāržos, *ūdens jo 'jau' smilkte neturās* Zirās.

Ar vārdu *smilts* apzīmē arī kaut ko trauslu, tādu, kas ātri sadrūp, piemēram, *smilšu kūka*, *smilšu cepumi*. Dricānu izloksnē Latgalē reģistrēts vārda *smilkts* lietojums ar nozīmi 'milti': *capūt capumus, saimineica pi meiklis dabēre smilķts*.

Nosaukums *smilts* reģistrēts senākajās vārdnīcās, piemēram, 17. gadsimta vārdnīcā *Lettus* (1638): *Smilltis* Sand 149., 174. lpp., *Smilltis* Staub 174. lpp., arī: *smillscho*=*beddre* Sandgrube 149. lpp., *smillscho*=*dohbe* Sandgrube 149. lpp., kā arī vairākos vēlākajos avotos, piemēram, *Smiltis* Sand, arī: *Smilsczo*=*bedre* eine Sandgrube, *Smillschains* Sandicht (Langius, 1685), *Smiltis tahs*, der Sand (Lange, 1773).

Variants *smilkts* reģistrēts Jana Kurmina 1858. gada vārdnīcā: *Piasek*. *Arena*. *smilkteis*, *smilkszy* (Kurmin, 1858).

Dažās Augšzemes izloksnēs sastop smilšu nosaukumu *smēlis*, piemēram, *ber smēli* Bebreņē, *krostā dauc smieļa* Dvietē, *smēļs* – *dzaltona smilts* Dignājā, *smēlē spēlejšs bārni* Nīcgalē, *auto nūbēre smēli* Rubeņos.

Arī vārda *smēlis* pamatā ir vārds *smelt* (Karulis, 1992 II), radniecīgs lietuviešu *smēlis* ‘smiltis’ (ME III 960). Vārds *smelis* ‘Wassersand im Felde’ dots Ulmaņa vārdnīcā (Ulmann, 1872 I) no Rūjienas.

Dažās Latgales dienvidu izloksnēs pierakstīts aizguvums no slāvu valodām *peska*, *pesks* (sal. poļu *piasek*, baltkrievu *пясок*, krievu *песок*), piemēram, *slapnijuos* ‘slapjajās’ *vītuos pīvasta peska* Aulejā, *peska bierst* Līksnā, *peskā moz kas aug* Naujenē, *peskys zeme* Nīcgalē, *pesku i grantu* ‘granti’ *biers pogolmā* Kalupē (KIV II), *peskā labeiba na-aug* Kapiņos.

Tālu ārpus areāla nosaukums *peska* reģistrēts Vidzemē: *peska* – ‘ļoti smalka smiltis’ Palsmanē un *kuo tu atvedi tādu pesku?* (niev.) Jaunburtniekos.

Reģistrēti arī daži atvasinājumi, piemēram, *peskūta zems peskeņč* ‘smilšaina augsne’ Izvaltā, *peskavs* ‘smilšu krāsā’ (*nūpierku peskavu drieibi, šyušu snuotineiti* ‘svārciņus’), kā arī adjektīvs ar seno izskaņu *-inis* – *peskins* ‘tāds, kas satur smiltis’ (*car Kaļvu sylu bie gryuc ar ritini braukt, partū, ka ti tuods peskiņc ceļš* Kalupē (KIV 1998 II).

Kā redzams no aplūkotā materiāla, smilšu nosaukumi ir seni mantoti vārdi, tikai atsevišķās izloksnēs sastopami aizguvumi no slāvu valodām.

## LITERATŪRA

Būga III 1961 – Būga Kazimieras Būga. Lietuvių tauta ir kalba bei jos artimieji giminaičiai. – *Rinkiniai raštai III*, Vilnius: Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla, 85–484 p.

Karulis, 1992 – Karulis, K. *Latviešu etimoloģijas vārdnīca*. 1.–2. sēj. Rīga: Avots.

KIV 1998 – Reķēna, A. *Kalupes izloksnes vārdnīca I–II*. Vārdnīcu izdošanai sagatavojis A. Sarkanis. Rīga: Latviešu valodas institūts.

Kurmin, 1858 – *Słownik polsko łacinsko łotewski*, ułożony i napisany przez xiędza Jana Kurmina. Wilno.

Lange, 1773 – Lange – Letti/ch-Deutscher Theil des volftändigen Letti/chen Lexici derinnen nicht fämtliche Stammwörter diejer Sprache famt ihren Abftämlingen, fondern auch die feltene, nur in gewissen Gegenden gebräuchliche Wörter, zum Nachf chlagen, angezeigt werden. Schloß Ober-Pahlen.

Langius, 1685 – Letti/ch-Deut/ches Lexicon worinnen Der Letti/chen Sprachen Gründe, Wörter, Bedeutung vnd Gebrauch in deut/cher Sprachen gezeiget vnd erkläret werden. Sampt einer kurtzen Grammatica, wodurch Den Außländern ein richtiger Weg gewieſen wird zur Erlernung der Letti/chen Sprachen leichtlich zukommen. geſtellet vnd außgegeben von Johanne Langio, Paſtoren zur Ober vnd Nieder=Bartaw in Curland. – *Nicas un Bārtas mācītāja Jāņa Langija 1685. gada latviski-vāciskā vārdnīca*

ar īsu latviešu gramatiku. / Pēc manuskripta fotokopijas izdevis un ar īsu apcerējumu par J. Langija dzīvi, rakstību un valodu papildinājis E. Blese. Rīga: Latvijas Universitāte, 1936.

Lettus, 1638 – *Lettus / Das ist Wortbuch / Sampt angehengtem taeglichem Gebrauch der Lettiſchen Sprache; Allen vnd jeden Außheimiſchen / die in Churland / Semgallen vnd Lettiſchem Liefſlande bleiben / vnd ſich redlich nehren wollen / zu Nutze verfertigt /* Durch GEORGIVM MANCELIVM Semgall der H. Schrifft Licentiatum &c. Erster Theil. Gedruckt vnnd verlegt zu Riga durch Gerhard Schroeder Anno M. DC. XXXVIII.

Llvv 7<sub>2</sub> 1991 – Latviešu literārās valodas vārdnīca. 7<sub>2</sub>. sēj. Rīga: Zinātne, 653.

ME 1923–1932 – Milenbahs, Kārlis. *Latviešu valodas vārdnīca*. Rediģējis, papildinājis, turpinājis J. Endzelīns. 1.–4. sēj. Rīga: Izglītības ministrija.

Ulmann, 1872 – *Lettisches Wörterbuch*. Erster Theil. Lettisch-deutsches Wörterbuch von Bischof Dr. Carl Christian Ulmann. Rīga.

VIV 2000 – Ādamsons E., Kagine E. Vainižu izloksnes vārdnīca. 1.–2. sēj. Rīga: LU Latviešu valodas institūts.

#### ABSTRACT

The article deals with the notions of sand in the Latvian dialects.

A word *smilts* (more widespread is the plural form *smiltis*) which belongs to the standard language can be observed in the whole territory of Latvia (less in Latgale).

In some places in Vidzeme and in the eastern part of Zemgale, and in the southern part of Kurzeme, a form *smilte* is registered. Variants *smilkts* and *smilkte* are also quite widespread: *smilkts* forms a broad, compact area in Kurzeme, it is also found in the southern part of Vidzeme, as far as in some places in the eastern part of Zemgale.

The notion of sand *smēlis* (cf. Lithuanian *smėlis* 'sand') is registered mainly in the eastern part of Zemgale.

In some subdialects in southern Latgale, borrowings from the Slavic languages *peska*, *pesks* (cf. Polish *piasek*, Byelorussian *пясок*, Russian *песок*) are registered.

As can be seen from the analysed dialectal material, the lexemes for sand in the Latvian dialects are ancient inherited words, only in some subdialects borrowings from Slavic languages are found.

**Keywords:** subdialects, lexis, notions of sand.

# SMILTS UN MĀLS LATVIJAS 17.–18. GADSIMTA MĀJVĀRDOS

## SAND AND CLAY IN THE LATVIAN 17th–18th CENTURY HOMESTEAD NAMES

Muntis AUNS

Latvijas Universitāte, Latvijas vēstures institūts  
E-pasts: Muntis.Auns@inbox.lv.

**Raksturvārdi:** vēsturiskā ģeogrāfija, vietvārdi.

Vietas atpazīšanas un telpiskās orientācijas nolūkā zemnieku saimniecībām un citiem apdzīvotiem objektiem tika piešķirti nosaukumi, izmantojot dažādus floras, faunas, ģeogrāfiskā novietojuma, antroponīmiskus un citus motīvus, kas tā vai citādi raksturoja konkrēto objektu. Dažkārt mājavārda izvēles motivāciju noteica augsnes īpašības, un to atspoguļo leksēmu *smilts* un *māls* izmantošana.

Atskaitot par kļūdainiem atzītos un ar citu motivāciju izvēlētos nosaukumus (piemēram, “Smiltsērķšķi”, “Māllēpes”), Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras vietvārdu datubāzē ar sakni *smilt-* (“Smiltāji”, “Smiltiņi”, “Smiltnieki” u. c.) reģistrētas 142 viensētas, ar sakni *māl-* (“Māli”, “Māliņi”, “Mālkalni”, “Mālnieki” u. c.) – apmēram 235 viensētas ([http://vietvardi.lgia.gov.lv/vv/to\\_www.sakt](http://vietvardi.lgia.gov.lv/vv/to_www.sakt)). Šādi nosaukumi tomēr izvēlēti salīdzinoši mazam viensētu skaitam – 0,57 procentiem.

Šā pētījuma uzdevums bija konstatēt leksēmu *smilts* un *māls* lietojumu Latvijas 17.–18. gadsimta apdzīvoto vietu – zemnieku sētu, muižu, krogu – nosaukumos. Ņemot vērā autora līdzšinējās intereses un iespējas, apsekoti materiāli tikai par daļu Latvijas teritorijas – Kurzemi, Vidzemi un Sēlijas rietumdaļu. Kurzemei un Sēlijai par pamatavotu kalpoja Kurzemes guberņas 1797. gada dvēseļu revīzijas materiāli (HI, 1797), Vidzemei – 17. gadsimta 80. gadu Lielā zviedru kadastra dati (Dunsdorfs, 1974). Rezultāti apkopoti tālāk redzamā sarakstā (iekavās minēta muiža, kam piederēja attiecīgais objekts) un kartēti 1. attēlā.

### Kurzeme

*Schmieltneku [Gesinde]* (Vāgas – 2 sētas), *Schmilkschen Krug* (Dižgramzda), *Schmilschu Gesinde* (Cīrava), *Schmilteneksche Krug* (Nīca), *Smielte* (Šlokenbeka), *Smilksche Krohge Gesinde* (Aizdzire), *Smilsch Krug* (Zante), *Smilsey* (Stende), *Smilte* (Nurmiži), *Smilteneek* (Kurmāle), *Smilteneek* (Jaunlaža – 2 sētas), *Smilteneek* (Sakas Upesmuiža), *Smiltes* (Ventspils Licentes muiža). Vāciskā formā Smilšu krogs (*Sand-Krug*; tagad “Smilškalni”) fiksēts Ugālē.

*Mahle* (Dunalka, Dundagas Valpene, Ēdole; Praviņi – 2 sētas, Šķēde – 2 sētas, Kursiši – 3 sētas), *Mahley* (Pūre, Puzenieki), *Mahlen Krug* (Asīte, Dunalka, Stende, Šlokenbeka), *Mahleray* (Vāgas), *Mahlin* (Zlēkas), *Mahling* (Tāši), *Maling* (Ilģi), *Mahlu [Gesinde]* (Skrunda), *Mahlekalnen* (Veczvārde), *Male Caln* (Maņģene), *Mahlwad* (Griķi).

## Sēlija

*Smilsche Krug* (Ābeļi).

*Mahle Krug* (Vārnavā), *Mahlemuische* (Māla muiža), *Mahlekaln* (Vārnavā).

1675. gada Vecvalles muižas revīzijā fiksēta saimniecība *Maucke Kalben* jeb *Malemaik*, kuras zeme tika sadalīta uz pusēm starp Vecvalli un Jaunvalli (LVVA, 1675); 1779. gadā *Maicke Kalwan* jeb *Mahle Maike* reģistrēta Vecvallē (LVVA, 1779), taču 1797. gadā šis mājvārds vairs neparādās ne Vecvalles, ne Jaunvalles sarakstā.

## Vidzeme

*Schmilten/Smilten* (Sprēstiņi), *Schmilt Wäber/Schmilt Wewer* (Lizdēni), *Smilß Krogh/Smilse* (Mazozoli), *Smilteneck* (Blome). Lielajā zviedru kadastrā minēta arī tagadējā Smiltenes pilsēta – *Smilten* – tolaik muiža, mācītājmuiža un draudzes centrs. Smiltēnē jau 1359. gadā pastāvēja Rīgas arhibīskapa pils – *castrum Smilteselle* (Bunge, 1855, Nr. 968).

*Mahla/Mala* (Raiskums), *Mahle Krug* (Jumurda – 2 krogi, Rauna, Tiepele), *Mahlemoishoff/Mahlenhof* (Gulbenes Mālmuiža), *Mahling* (Rauna), *Mahlingh/Mahling* (Vijciems), *Mahlneck* (Endzele, Nauksēni), *Malingh/Maling* (Lakši), *Malingh* (Jaunveselava), *Mallin/Mahlum* (Lizums), *Malneck* (Ērgemes mācītājmuiža, Jurgūmuiža), *Malneeks Ahr* (Irši), *Mahlkasiock/Mahle Kasiok* (Rencēni). Te piešķaitāms arī Mālpils (pilsnovads, muiža, mācītājmuiža) vāciskais nosaukums *Lemburg*, kam Ludviga Augusta Mellina Vidzemes atlantā 18. gadsimta beigās pierakstīta arī latviskā forma *Mahlpille* (Mellin, 1798).

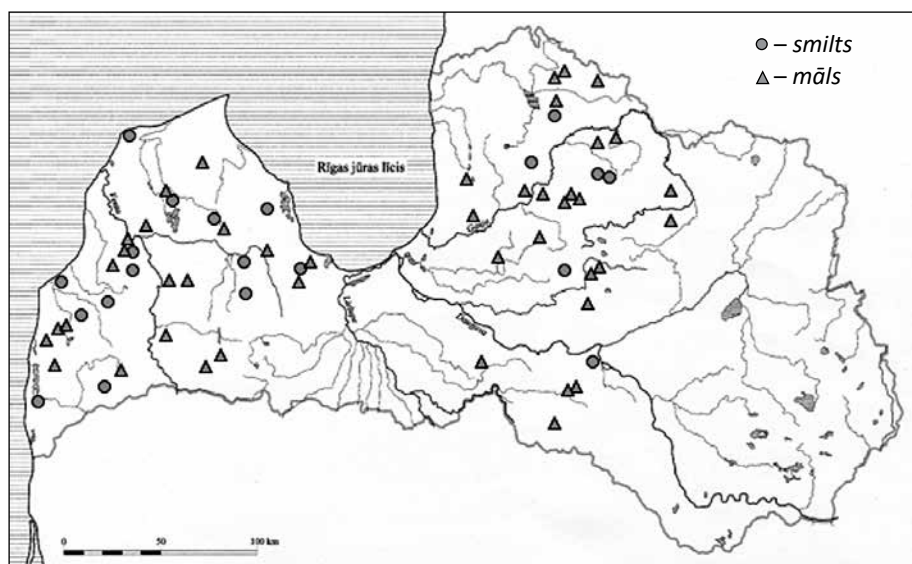
17. gadsimta pirmajā pusē – 1624., 1630. gada (LVVA, 1624, 1630) un 1638. gada arklu revīzijā (Dunsdorfs, 1938) – Turaidas novada Igates ciemā reģistrēta zemnieku saimniecība *Matten*→*Mahlen*→*Malans*, tomēr gadsimta beigās šī saimniecība vairs nepastāvēja. 1624. gada revīzijā minēts arī Mālkrogs (*Mahle Krug*), kas piederēja Krimuldas muižai, taču revīzijas laikā tas bija pamests un vēlāk vairs nav pieminēts.

Leksēmas *smilts* lietojumu apdzīvoto vietu nosaukumos diezgan droši motivējušas augsnes īpašības. Stabilāku pamatu šim atzinumam varētu sniegt attiecīgo objektu apsekošana dabā, tomēr ne visos gadījumos vieta ir precīzi lokalizējama. Smilts augšņu indikators vietvārdos var būt arī leksēmas, kas raksturo smilts augsnēm raksturīgu augāju, piemēram, *sils* (*Sille, Silleneck, Sillewiere, Sillgalle, Silling* u. c.), kas mājvārdos lietotas daudz biežāk nekā *smilts*.

Smilšainas augsnes raksturojums var parādīties arī neparastā veidā. Te pieminama Vecrikavas Kaļvu ciema Mogonkolna māju nosaukuma izcelsme. Māju nosaukums radies 20. gadsimta 20. gados, taču pats vietvārds ir senāks un saistīts ar apkārtnē tikko pamanāmu reljefa pacēlumu, kur Latvijas agrārās reformas laikā, sadalot ciema zemi, uzcelta dzīvojamā māja. Pēdējais “Mogonkolna” saimnieks Antons Plots skaidroja, ka šajā vietā nav augušas nekādas magones, bet zemē ir īpaša rupjuma smilts – “kā magoņu sēkliņas”, tādēļ vieta iedēvēta par Magoņkalnu.

Ari leksēmas *māls* lietojums vairākumā gadījumu saistāms ar konkrētās vietas augsnes īpašībām, tomēr pievēršama uzmanība tam, ka *māls* nereti lietots krogu nosaukumā, un tas visdrīzāk varētu liecināt par kroga ēkas konstrukciju – māla





1. attēls. *Smilts* un *māls* Kurzemes, Vidzemes un Sēlijas rietumdaļas apdzīvoto vietu nosaukumos 17.–18. gadsimtā.

kleķa būvi. Mālvārds *Mālvads* (*Mahlwad*) acīmredzot saistīts ar tāda paša nosaukuma ūdensteci, kuras tuvumā saimniecība atradās. Dažādi var skaidrot mālvārda *Mālkažoks* (*Mahlkasiok/Mahle Kasiok*) rašanos.

Māls var būt minēts arī netieši, piemēram, mālvārdos *Podi*, *Podnieki*. 1797. gadā Kurzēmē šādi nosaukumi ir minēti formā *Pohde* (Zante), *Pohden* (Nica – 3 sētas, Kursiši), *Pohdeneck* (Stende), *Pohding* (Alsungas Jaunmuiža, Balgale, Cērkste, Taidaiķi/Vārtāja), apsekotajā Sēlijas daļā – *Podiņ* (Zalve), *Podneck* (Birzgale), tomēr revīzija nesniedz drošas liecības, ka podniecība tajā brīdī būtu bijusi šo māju saimnieka amats.

Dažās muižās nodarbojās ar ķieģeļu dedzināšanu, par ko liecina ķieģeļnīcu (*Ziegelbrennerey* Spārē, *Ziegelhütte* Stendē, *Ziegelscheune* Remtē, *Ziegelstreucherey* Sēmē) vai tur nodarbināto amatnieku pieminējums (*Ziegelbrand Aufseher*, *Ziegelbrenner*, *Ziegelstreicher* Asītē/Elkzemē, Cīravā, Dundagā, Lielstrazdē, Lielivandē, Nurmuižā). Neretā fiksēts Ķieģeļkrogs (*Ziegel Krug*).

Leksēmu *smilts* un *māls* izmantošana apdzīvoto vietu nosaukumos nebija visai izplatīta. No apmēram 12 000 zemnieku sētām, muižām, krogiem, dzirnavām u. c. vietām, kas 1797. gada dvēseļu revīzijā reģistrētas Kurzēmē, atbilstoši nosaukumi ir 0,33% objektu. Biežāk izmantota leksēma *māls*. Mazskaitlīgo *smilts* lietojumu daļēji varētu skaidrot ar zemnieku centieniem izvairīties no mazauglīgākām smilšu augsnēm. Tomēr galvenais iemesls nelielajam *smilts* un *māla* lietojumam visdrīzāk bija bagātīgās mālvārdu darināšanas izvēles iespējas.

## LITERATŪRA

- Bunge F. G. (Hg). 1855. *Liv- Esth- und Curländisches Urkundenbuch nebst Regesten*, Bd. 2. 1855. Reval.
- Dunsdorfs E. (izd.). 1938. *Vidzemes 1638. gada arklu revīzija, 1. burtn.* Latvijas vēstures instituta apgādiens, Rīga.
- Dunsdorfs E. 1974. *Der grosse schwedische Kataster in Livland 1681–1710. Kartenband.* Melbourne.
- HI, 1797 – *Kurzemes 1797. gada dvēseļu revīzija* (Herdera institūta arhīvs Mārburgā: DSHI 550, Kurländische Seelenrevisionen).
- LVVA, 1624, 1630 – *Vidzemes 1624. un 1630. gada arklu revīzija* (Latvijas Nacionālā arhīva Latvijas Valsts vēstures arhīvs, 7348. fonds, 1. apr., 1., 3. lieta).
- LVVA, 1675 – *Vecvalles muižas 1675. gada inventarizācija* (LVVA, 6999. fonds, 44. apr., 1093. lieta).
- LVVA, 1779 – *Vecvalles muižas 1779. gada inventarizācija* (LVVA, 472. fonds, 11. apr., 763. lieta).
- Mellin L. A. 1798. *Atlas von Lief- und Ehistland und der Provinz Oesel*, Bl. 1 (Der Rigische Kreis; gestochen von Carl Jäck, Berlin, 1791). Rīga, Leipzig.

## ABSTRACT

The article discusses the use of lexemes *sand* and *clay* in homestead names in Kurzeme, Vidzeme and Western Sēlija. Both lexemes refer mainly to the farm soil conditions, but sometimes (especially in inn names)–to the building's clay earthen construction. Clay used in crafts finds reflection in the names related to pottery and brick production.

**Keywords:** historical geography, place names.

# SMILTIS UN SMILTĀJI RĪGĀ PĒC 17. UN 18. GS. SĀKUMA KARTOGRĀFISKĀ MATERIĀLA DATIEM

## SAND AND SANDY AREAS IN RIGA AFTER CARTOGRAPHIC IMAGES IN THE 17th AND EARLY 18th CENTURY

Margarita BARZDEVIČA

Latvijas Universitāte, Latvijas vēstures institūts  
E-pasts: Margarita.Barzdevica@lu.lv

**Atslēgvārdi:** plāni, pilsētvide, toponīmi, kāpas, smilšu sēkļi.

Vēl pirms pāris gadu simtiem smiltāji un smilšu kalni jeb kāpas bija labi saskatāmi nocietinātās Rīgas pilsētas fonā. Taču līdz mūsdienām Rīgas pilsētvidē saglabāties visai maz liecību – tikai daži toponīmi (Lielā un Mazā Smilšu iela) un vairāki kāpu masīvi, kuru pazīstamākās daļas ir Dzegužkalns, Grīziņkalns, Sudrabkalniņš u. c. (Eberhards, 1988). Plašāku vizuālu priekšstatu par smiltājiem un kāpu joslām Rīgas apkārtnē sniedz 17. gs. un 18. gs. sākuma Rīgas kartogrāfiskie attēli (skati, plāni un kartes), kas glabājas Latvijas Valsts vēstures arhīvā (LVVA), Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā (RVKM), kā arī Kara arhīvā (*Krigsarkivet*) un Valsts arhīvā (*Riksarkivet*) Zviedrijā (Barzdeviča, 2011). Smiltāji un kāpas kā Rīgas tuvākajai apkārtnē raksturīgi ainavas elementi atspoguļoti jau 17. gs. sākuma Rīgas gravīrās, bet detalizētāk raksturoti tikai, sākot ar 17. gs. 80. gadiem izgatavotajos Rīgas priekšpilsētas un piepilsētas teritorijas gruntsgabalu plānos un kartēs. Piemēram, Rīgas mērnika Eberharda Tolksa (Tolcks, ?–1725) sastādītajā Rīgas apkārtnes kartē (LVVA, 2909. f., 1. apr., 5.l.).

Kartogrāfiskajos attēlos atzīmētos ar smiltīm saistītos vietvārdus nosacīti var iedalīt divās grupās: vietvārdi, kuru sastāvā minēts vārds “smiltis”, un vietvārdi atsevišķiem kāpu pauguriem jeb smilšu kalniem. Pirmā grupa: Lielā un Mazā Smilšu iela, Smilšu tornis, Smilšu bastions, Smilšu vārti; Smilšu dzirnavas, Smilšu dzirnavu grāvis, Lielais Smilšu ceļš. Otrajā grupā: nosaukumi atsevišķiem kāpu pauguriem, kā, piemēram, Kubes kalns, Hincena jeb Inča kalns (*Hintzenberg*), Liepiņa kalns (*Lepings Kalln*), Dzegužkalns u. c. (RVKM, inv. nr. VRVM 160789; VRVM 160205). Turklāt daudzi smiltāji un kāpu pauguri Rīgas apkārtnē bija bez nosaukuma. Kartogrāfiskajos attēlos tie norādīti kā smiltis, smilšu kalni, smilšu pauguri, klejojošo smilšu kalni u. tml. (*Sand, Sand Hügel, Treib Sandberge, Treib-sand Hügel*).

Smiltāji un klejojošas kāpas ietekmēja Rīgas piepilsētas iedzīvotāju ikdienas dzīvi. Piemēram, ir ziņas, ka Liepiņkalna gruntsgabalu rajonā (pie Rīgas–Kokneses ceļa iepretim Kojusalai) klejojošo smilšu kāpas pakāpeniski pārņēma iekoptos dārzus. Tur kāpu un smiltāju ielokā bija izveidojies neliels algādžu ciemats, kura iemītniekiem nemaz nebija piemājas dārza. Iedzīvotāji, kas nodarbojās ar aušanu un audumu apstrādi, neauglīgos smiltājus izmantoja audumu balināšanai. Vēl

citi – preču pārkraušanai un glabāšanai, kā arī zvejas tīklu žāvēšanai. Atšķirībā no iekoptās dārzu zemes smilšainākie gruntsgabali tika atstāti neierobežoti, bez žoga (RVKM, inv. nr. VRVM 160789; VRVM 160790).

Smiltis un to radītie postījumi fiksēti arī 17. gs. 80. gadu un 18. gs. sākuma Daugavas lejteces plānos. Tajos rūpīgi iezīmētas gan Rīgai tuvāko Daugavas salu (Mūkusalas, Ķīpsalas u. c.) smilšainās zemienes, gan ar smilšu sēkļiem un smilšu sanesumiem radītās izmaiņas kuģu ceļā no pilsētas līdz jūrai un zvejas lomu vietās. Mērnieka A. Defnera 1709. gada plānos (LVVA, 6999. f., 14. apr., 379. l., 8. lp.) atspoguļotās izmaiņas Daugavas kreisajā krastā liecina par 1708. gada rudens un 1709. gada pavasara plūdus smilšu nodarītajiem postījumiem. Plūdu rezultātā daudzas teritorijas bija pārklātas ar smilšu kārtu. Piemēram, Kroņa salā ganības klāja no 12 līdz pat 40 cm bieza dzeltenbaltas rupjas smilts kārtā. Vietējie zemnieki uzskatīja, ka smilšu pārklātos zemes gabalus varēs izmantot tikai pēc vairākiem gadiem, ja straume nesanesīs jaunu smilšu kārtu.

Kopumā vērtējot, 17. gs. un 18. gs. sākuma Rīgas kartogrāfiskie attēli atspoguļo smiltājus un smilšu kalnus tā laika vidē un uzskatāmi parāda, ka Rīgas pilsētas teritorijas paplašināšana rosināja smiltāju un kāpu pārveidi un veicināja ar smiltīm saistīto vietvārdu izzušanu.

Tēma izstrādāta VPP “Letonika, diaspora un starpkultūru komunikācija. Latvijas teritorija kā dažādu kultūrtelpu, reliģiju, politisko, sociālo un ekonomisko interešu saskarsmes zona no aizvēstures līdz mūsdienām” ietvaros.

## LITERATŪRA

- Barzdeviča, M. 2011. Rīga zviedru laika kartēs un plānos 1621–1710. Latvijas vēstures institūta apgāds, Rīga, 231.–264. lpp.
- Eberhards, G. 1988. Daba un dabas resursi. *Enciklopēdija Rīga*. Rīga: Galvenā enciklopēdiju redakcija, 9.–17. lpp.

## ABSTRACT

The paper is based on the cartographic sources of Riga City and the suburban area from the 17th century and the early 18th century that are available in the archives and museums of Riga and Stockholm. The cartographic images are viewed in the context of the environmental conditions and place names in Riga City and its environs, focusing on the sand and sand-hills.

## 5. SESIJA. SMILTS FOLKLORĀ UN LITERATŪRĀ *SAND IN FOLKLORE AND LITERATURE*

### SMILTIS UN STIKLI LATVIEŠU TAUTASDZIESMĀS *SAND AND GLASS IN THE LATVIAN FOLKSONGS*

Janīna KURSĪTE

Latvijas Universitāte, Humanitāro zinātņu fakultāte  
E-pasts: janina.kursite@lu.lv

**Atslēgvārdi:** smiltis folkloriskajā apziņā, stikli folkloriskajā apziņā, binārais pretstatījums.

#### **Smiltis un stikli kā binārā vienība un pretstats**

Smiltis un stikli folkloriskajā apziņā ir gan binārie pretstati, gan binārā vienība. Smiltis asociējas ar zemi un ir zemes līmeņa reprezentantes, bet stiklam (kristālam) tradicionāls saistījums ar debesīm. Saistībā ar smiltīm latviešu folklorā visbiežāk minēti zemes jeb htoniskie gari (Smilšu māte, Veļu māte), bet ar stiklu (kristālu) – Dievs, Dieva dēli, Saules meitas. Kardināli atšķirīgas ir arī abas minētās substances raksturojošās īpašības: smiltis raksturo epitēti ‘plūstošs, irdens, necaurspīdīgs, mīksts, nepastāvīgs’, stiklu – ‘ciets, trausls, caurspīdīgs, spožs, pastāvīgs’. Smiltīm ne tikai latviešu, bet arī citu tautu tradīcijā ir saikne ar materiālo un nestabilo, citiem vārdiem – pārejošo, bet stiklam ar garīgo, stabilo pasauli, kaut arī tradicionāli, kā zināms, t. s. silikātsstikls ticis iegūts tieši no smilšu pārkausēšanas (Cooper, 2004). Līdz ar to var pieņemt, ka smiltis un stikls ir viena veseluma divas daļas, kas atspoguļo materiālā pārtapšanu garīgajā. Stikls (kristāls, kvarcs) kā gaismas akmens bijis nozīmīgs Austrālijas aborigēnu, Ziemeļamerikas indiāņu un citu tautu šamaņu iniciācijā (Eliade, 1971), kā arī ticis uzskatīts par brīnumlīdzekli dažādu pārdabisku uzdevumu veikšanai (Propp, 1986).

Stiklam latviešu folklorā – pirmajā pietuvinājumā –, šķiet, ir pavisam jaunas substances veidols, par ko sīkāk – etimoloģijas sadaļā. Šo stikla nesenumu šķietami apliecina arī tas, ka mūsu sadzīvē stikls un stikla lietas (piemēram, stikla rūti) ienāca salīdzinoši jaunos laikos. Pievērsoties folkloras tekstiem ar vairāk iedziļinātu skatu, tomēr redzams, ka ‘stikls’ tajos ir pārņēmis daļu no funkcijām, kas izsenis tikušas piedēvētas ledum, kā arī dimantam, kalnu kristāliem, kvarcam. Eksakti centrētam lasītājam var rasties jautājums, par kādu arhaisma pakāpi tiek runāts – 300, 500, 1000 gadu senu vai vēl senāku priekšstatu slāni. Attiecībā uz dainu vai

pasaku tekstiem nav iespējams izmantot kaut ko līdzīgu radioaktīvā oglekļa datēšanas metodei, ar kuru, kā zināms, nosaka organisko vielu saturošu objektu vecumu. Folklorā pat viena teksta apjomā var saturēt atšķirīga vecuma leksiskos un formas slāņus, sākot no 4.–5. gadu tūkstoša pirms Kristus jeb tā dēvētajiem indoeiropiešu kopvalodas laikiem un beidzot ar 18.–19. gs. radušajiem priekšstatiem, izteiktiem attiecīgā vārdiskā formā:

“Latviešu tautasdziesmas, kas pierakstītas /galvenokārt 18.–19. gs./, saglabā sevī sižetus un tēlus, kas ir apmēram tāda paša vecuma kā grieķu poētiskie teksti no 1. gadu tūkstoša pirms mūsu ēras un vēdiskās himnas, sacerētas ne vēlāk par 2. gadu tūkstoti līdz mūsu ērai. Tautas atmiņa ir taupīga, tajā mēs atradisim 3000-gadīgu mītu druskas.” (Ivanov, 1987)

### **Etimoloģiska rakstura piezīmes**

Vārds ‘smiltis’ (daudzskaitļa formā) ar fonētisku variantu ‘smilkis’ latviešu valodā ir sens un mantots vārds, kam pamatā indoeiropiešu vārdsakne \**mel-*(sa) berzt, (sa)grūst. (Karulis, 1992). Nozīmes iespējamā attīstība: (kaut kas) samalcināts – irdens iezis.

Vēl 19. gs. plašāk lietotais stikla nosaukums latviešu valodā ir bijis ‘glāze’, kas aizgūts no viduslejasvācu ‘glas’ – stikls, stikla trauks (Karulis, 1992). Šis aizgūvums latviešu valodā sastopams vismaz kopš 16. gs. un lietots gan stikla kā tāda, gan stikla trauka nozīmē (Karulis, turpat). Aizgūvums ir arī pats vārds ‘stikls’. Tas ienācis no senkrievu valodas, iespējams, vēl senāk nekā vārds ‘glāze’, jo rakstiski fiksēts jau kopš 14. gs., bet plašāk ieviesies tomēr tikai 19. gs., šķirot trauka apzīmējumu (glāze) no pašas substances (stikls) (Karulis, 1992). Senkrievu valodā tas savukārt aizgūts no gotu ‘stikls’ – kauss (Fasmer, 1996). Ja balstās tiešamībā (stikla rūtis latviešu mājās), tad varētu domāt, ka stikls latviešu mājās ienāca 17. gs. beigās un 18. gs. sākumā:

“Rakstu avoti liecina, ka stikla logi latviešu zemnieku mājās bija jau atrodamī pirms Ziemeļu kara.” (Kundziņš, 1934)

Kā materiāls tas ir ne tikai samērā jauns, bet arī latviešu zemnieku mājās pārņemts no vācu muižām, kur stiklotas rūtis ienāca krietni agrāk:

“/Tautas/dziesmās nav sveši arī ‘glāžu logi’ /../ Priekš vācu ienākšanas gan nebūs pie latviešiem meklējami nekādi glāžu logi /../ Glāžu logi, kā domājams, vispirms taisīti tikai muižās. (Šmits, 1923)

Vācu muižnieki daudzviet vēl pat 19. gs. latviešu zemniekiem nelabprāt ļāva (pat ja zemnieku rocība ļāva) celt mājas, kurās būtu jaunievedumi, tai skaitā stikloti logi. Tā Vietalvas skolotāja Kārļa Jurgena apkopotajā dzimtas vēstures atmiņu apkopojumā par dzīvi Vidzemē (Āsteres pagastā) 18.–19. gs. visai krāsaini aprakstīts, ka, lai saņemtu no muižnieka atļauju būvēt māju ar skursteni un stikla logiem, bija pazemīgi jālūdz muižniekam:

– Labdien, cienīgs žēlīgs lielskungs.

– Labdēn! Ko tu nāk? Ko tu grib? – lielskungs bargi prasīja.

Rubenis nobuchoja lielkungam roku un svārku stūri.

– Cienīgs žēlīgs lielskungs, lūdzu atļaut man jaunu istabu celt – Rubenis lūdza un nobuchoja roku un svārku stūri.

– Jaun māj? To ir lab, tev ir vec māj! – lielskungs lēnāk sacīja /../

– Cienīgs žēlīgs lielskungs, lūdzu atļauju celt istabu ar skursteni un stiklu logiem. – Rubenis lūdza un gribēja, bet nepaguva roku un svārku stūri nobučot.

– Ko? Vai tu ir trak? Ar šornst – skurst un log?! Kur tam kegel?! Kur rām?! Kur glas?! /../ Kas to tais?! Kas to maks?! Baur, tu ir vēr dumm lop! – lielskungs brēca lielās dusmās.” (Jurgens, 1934)

Vai latviešiem nebija sava apzīmējuma, t. i., vai latvieši nepazīna stiklu nevienā no tā allomorfiem (piemēram, vizla, kristāls), vismaz pašlaik paliek neatbildēts jautājums. Hipotētiski var pieņemt, ka mirdzošās un caurspīdīgās substances, līdzīgi kā citās indoeiropiešu valodās, tika apzīmētas ar vārdsakni *\*ghel-* spīdēt, mirdzēt, no kā arī latviešu vārdi ‘zelts’, ‘glīsis’ (dzintars), ‘dzeltens’. Tādā gadījumā, piemēram, latviešu mītiskajās (astrālajās) tautasdziesmās minētie “div’ dzeltenī kumeliņi”, ar ko, visticamāk, tika apzīmēta Rīta un Vakara zvaigzne (Venēra), norādīja gan uz dzelteno/zeltaino nokrāsu, gan uz spīdīgumu kā tādu:

No jūriņas izpeldēja  
Div’ dzeltenī kumeliņi;  
Vienam bija zelta segli,  
Otram zelta iemauktiņi /../  
LD 33873

Saule brauca olu kalnu,  
Div’ dzeltenī kumeliņi;  
Ne tie svīda, ne tie kusa,  
Ne ceļai dusināmi.  
LD 33914

Rīta un Vakara zvaigzni baltu mitoloģijā uzskatīja par dievišķo dvīņu – Dieva dēlu – astrālo iemiesojumu, ticot, ka tās ir divas zvaigznes. Tam pamatā bija no indoeiropiešu senlaikiem mantoti priekšstati par nomirstošajām un atdzimstošajām dievībām, kas iemiesoja sevī sezonālo pāreju ideju: kad Rīta zvaigzne jeb viens no Dieva dēliem (Auseklis) ir pie debesīm (pavasaris, vasara), Vakara zvaigzne jeb otrs no Dieva dēliem (Mārtiņš) ir pazemē (rudens, ziema). Dīvos pārejas punktos – vasaras un ziemas saulgriežos – viņi satiekas jeb savstarpēji mijas.

Dievišķā spīduma jeb mirdzuma un cietības ideju latviešu mitoloģijā (brīnumpasakās, mītiskajās dainās) izteica arī dimanta jēdziens. Pats vārds ‘dimants’ ienācis latviešu valodā ar ģermāņu valodu (vācu ‘diamant’) starpniecību. Dimants ir minerāls, kas mūsu pašreizējā teritorijā nav atrodams, bet hipotētiskajā mūsu senču – indoeiropiešu pirmdzimtenē vai vienā no senajām apmetnes vietām – bija gan sastopams, iegūstams, gan arī tika plaši izmantots maģiskiem nolūkiem, plašākā nozīmē saistījās ar mirdzošajām debesīm, debesu dievībām un kosmisko centru. Tā senindiešu valodā ‘dyumant’ ir mirdzošais, spīdīgais, kas ir atvasinājums no vārda ‘dyu’- 1) debesis; 2) spīdums; 3) diena (Kochergina: 1987, 290). Jāpiezīmē, ka latviešu ‘diena’ un ‘dievs’ ir dimantam radniecīgas saknes vārdi (Karulis, 1992). Iespējams, ka latviešu brīnumpasakās, daļēji arī dainās, dimanta nosaukums var

būt saglabājies kā relikts, sena atmiņa par laikiem un zemi, kad un kur tas bija pieejams.

Tāpat iespējams, ka senāk, līdz stiklu sāka iegūt no smilšu pārkausēšanas, cietas, spīdīgas un mirdzošas substances latviešu valodā tika apzīmētas ar atvasinājumiem no darbības vārda 'vizēt, vizmot' (spīdēt) – vizla, vizas, viņi. Vēsturiski saglabājušās ziņas par vizlas loga rūtīm:

“Trūcīgie zemnieki dažreiz loga rūtis taisījuši no vizlas. Redzēt cauri tādām logam gan nevarēja, bet gaisma caur to telpā tomēr ieplūda.” (Krastiņa, 1959)

Pagaidām tie ir tikai pieņēmumi, tomēr tieši mītisko tautasdziesmu un brīnumpasaku materiāls ļauj vismaz hipotēzes līmenī tos paturēt, kamēr nav veikta detalizēta folkloras tekstu semantikas izpēte.

### **Konstanti vārdsavienojumi folklorā**

Gan brīnumpasakās, gan mītiskajās tautasdziesmās (plašāk – folklorā) sastopam virkni konstantu ar stiklu (glāzi) un smiltīm saistītu vārdsavienojumu: stikla (glāžu) kalns, smilšu kalns, baltas smiltis, glāžu (stikla) kurpes), glāžu logi.

Starptautiski pazīstams ir brīnumpasaku sižets par stikla (kristāla, dimanta) kalnu (Arājs un Medne, 1977), ko savā lugā “Zelta zirgs” (1909), nosauktā par saulgriežu pasaku, iestrādājis arī Jānis Rainis. Šo brīnumpasaku sižets ietverts idejā par trim tēva dēliem, kuriem pēc kārtas jāiet sargāt mirušā tēva kaps. Tikai jaunākais dēls (vecāko saukts par mulķīti) uz to ir gatavs, par ko pateicībā no tēva saņem brīnumdāvanas: sudraba, zelta un dimanta zirgu. Ar dimanta zirga palīdzību jaunākajam dēlam trešajā piegājienā izdodas tikt augšā stikla (kristāla) kalnā, kur guļ princese, kas simbolizē ziemā no debess juma pazudušo jeb sastingušo sauli. Vienlaikus trešais tēva dēls ietver sevī Dieva dēla (Venēras), bet princese – Saules meitas veidolu. Viņš atmodina Saules meitu no ziemas un sastinguma, nonesot to lejā no stikla (dimanta) kalna. Uz to, ka trešais tēva dēls iemieso gan Dieva dēlu, gan Venēru (Rita zvaigzni) norāda šī tipa pasakās bieži sastopamā norāde – princese iespiež tam par zīmi pierē sudraba, zelta vai dimanta zvaigzni:

“Mulķītis jājis un uzjājis kalnā. Dimanta ābolu viņš iesviedis princesei klēpī. Princese noskūpstījusi mulķīti un iespiedusi tam pierē sudraba zvaigzni.” (LTTP, 1966)

Šeit minētais dimanta ābols ir norāde uz sauli un to, ka princese ir pati Saules meita. Pats stikla jeb glāžu, dimanta kalns simbolizē mirdzošās debesis un kosmisko centru.

Minētā tipa brīnumpasakas, kā liekas, ir bijušas saistītas ar t. s. iniciācijas jeb pārejas rituāliem (sk. par to sīkāk: Gennep, 1992; Eliade, 1969), šajā gadījumā – tieši ar jaunā ķēniņa iesvētīšanas pārbaudījumiem, kas vienlaikus bija arī šamaņa iniciācija. Nākamajam ķēniņam bija jābūt visspēcīgākajam ne tikai fiziski, bet arī maģiskajās mākslās un zināšanās.

Spīdīga debesu kalna kā kosmosa centra ideja ir manifestējusies dažādos veidos. Stikla kalns fiziski nav ne senākais, ne vienīgais, tas varēja būt gan akmens kalns (klints), gan no dzelzs un vēl cita veida. Svarīgi, ka jebkurā no šīm transformācijām saglabājusies pamatideja par a) dievišķo spīdumu; b) grūto piekļūstamību; c) vertikālo tiecību.



Ar debesu kalna ideju latviešu folklorā tāpat saistīti priekšstati par smilšu kalnu. Tās pārsvarā ir t. s. garās tautasdziesmas par garo (balto) pupu vai balto rozi (kosmiskā koka ekvivalenti), kas tiek iestādīta smilšu kalnā un izaug līdz pašām debesīm:

Man bij viena balta pupa,  
Nezināju, kur stādīt.  
Stādu smilšu kalniņā,  
Pašā kalna galiņā.  
Man uzauga tāda pupa –  
Līdz pašām debesīm.  
Es uzkāpu debesīs  
Pa pupiņas lapiņām.  
LD 34035, 1

Ja stikla (kristāla) kalna galotnē iespējams nokļūt tikai ar brīnumzirga palīdzību, tad šajā gadījumā pati pupa vai roze kalpo par tiltu, kas savieno zemi ar debesīm un ļauj cilvēkam pārvietoties no vienas kosmiskās zonas citā (vertikālā virzienā). Debesu telpā pa garo pupu vai rozi nokļuvušais sastop Dieva dēlus, seglojot zirgus (LD 34036). Dieva dēliem ir “glāžu kurpes” kājās, zīda zeķes, sudraba mutauti (LD 34037), t. i., spīdīgas ietērpa detaļas. Vēl pēc citiem tekstiem nojaušam, ka runa ir par debesu kāzām, kurās Dieva dēls prec Saules meitu (LD 34039, 3). Brīnumpasakās tas ir stikla, šeit – smilšu kalns, bet abi vienlīdz saistīti ar kāzu iniciāciju, kas plašākā kontekstā tiek “izspēlēts” kā sezonu mīts, kur “darbojošos personu” lomās ir Dieva dēls un Saules meita, zemes līmenī – princis (nākamais ķēniņš) un princese. Atšķirība vien pašā kalna struktūrā – smiltis manifestē zemi, tiecošos caur kosmisko koku (garo pupu, rozi) uz augšu, akcentējot pārejas aspektu, savukārt stikla kalns akcentē nemainīgo substanci. Smilšu kalns latviešu folklorā bieži asociējas ar pašu veļu valsti jeb viņsauli:

Veļu māt, Mēra māt,  
Parādiēs sapenā,  
Vai ir viegla dusēšana  
Baltā smilšu kalniņā?  
LD 27414

Savukārt vārdsavienojums ‘glāžu logi’ figurē tautasdziesmās, kurām, kā šķiet, nav īsti sakara ar mītisko domāšanu un laiktelpas izpratni. Šajos folkloras tekstos – no māsas puses – ar lepnumu tiek tēlota brāļa jaunuzceltā māja (istaba) ar glāžu logiem, kas spīd un laistās. Ne bez sarkasma māsa vērtē brāļa sievu, kurai gaišajās istabās nav kakta, kur piemesties, lai “lāpītu savu slinkumu”:

Sen dzirdēju, nu redzēju  
Brālam jaunu istabiņu:  
Visapkārti glāzu logi,  
Vidū saule ritināja.  
LD 25818

Skaties, tautu snaudaļiņa,  
Piln' istaba glāžu logu;  
Nav neviena tumša kakta,  
Kur miedziņu nogulēt.  
LD 25785,1

Taču arī te reliкта veidā saglabājies sensenais binārais pretstatījums: tumsa (kakts) – gaisma, saule, ko sniedz stikla logi. Saule savu kosmizējošo gaitu pie debesu juma veic iezīmētā pirmradišanas vietā – vidū (mītiskajās dziesmās – vidū gaisa).

Piesaista uzmanību virkne tautasdziesmu, kurās ne tikai logi ir “glāžu”, bet arī viss nams (t. i., māja) tiek raksturoti ar šo pašu epitetu. Arī pārējie telpas priekšmeti ir spīguļojoši, veidojot sava veida triādes (sudraba, zelta, dimanta vai glāžu, sudraba, dimanta):

Ai nama māmīna,  
Tavu jaukumīnu!  
Glāžu tavs namīns,  
Glāžu istabīna;  
Sudraba slotīnu  
Istabu slauka;  
Dimanta sietīnā  
Mēslīnus nesa.  
LD 33332

Kas tas par namu un kas par brīdi, kad aprakstītais notiek, palīdz izprast analoģiskas dziesmas, kurās atklājas, ka “Te nāks Dieviņš / Naksniņu gulēt.” (LD 33332,1). Bet varbūt pats galvenais – kas ir nama saimniece. Virknē citu tekstu redzam, ka nama saimniece ir pati dieviete Māra un runa ir par Māras baznīcu. Vārds ‘baznīca’ latviešu valodā ietver sevī divus laika slāņus: a) kristīgā dievnama nozīmē aizgūts (lidz 13. gs.) no senkrievu valodas (Karulis, 1992; b) pirmskristietiskās svētnīcas nozīmē tas varētu būt mantots vārds, radniecīgs senindiešu ‘bhaga’ – (likteņa) daļa, tiesa; laime, labklājība (Kochergina, 1987). Šajā un līdzīgos gadījumos, kur folkloras tekstos minēta Māras baznīca, tā varēja būt svētvietā vai īpaša celtne (arī pirts, klēts), kurā veica ziedojumus Mārai un izlūdās labvēlīga likteņa lēmumu. Jebkura baznīca simboliski ir kosmiskā kalna – sakrālā centra ekvivalents:

Sajāja vedēji  
Augstā kalnā,  
Sakāra zobīņus  
Svētā kokā.  
Svētam kokam  
Deviņi zari,  
Ik zaru galā  
Deviņas lapas;  
Ik lapu galā

Deviņi ziedi;  
 Ik ziedu galā  
 Deviņas ogas.  
 Atnāca bitīte,  
 Atņēma vienu,  
 Aiznesa mīļ' Māras  
 Baznīcā.  
 Vai mīļa Māriņa,  
 Tev jauka dzīve:  
 Glāžu tavs namiņš,  
 Glāž' istabiņa,  
 Sudraba slotiņu  
 Istabu slauka,  
 Zeltītu sieku  
 Mēsliņus nesa.  
 No tīra demanta  
 Šūpuli kāra,  
 Ielika kundziņu  
 Gulētāju,  
 Pielika sulaini  
 Šūpātāju.  
 – Guli, guli, kundziņi,  
 Sulainis šūpe!  
 – Kur ņemšu kungam  
 Ac' ūdentiņu?  
 – Sudraba kalnā  
 Zelt' avotā.  
 – Kur ņemšu kungam  
 Slaukāmu dvieli?  
 – Mīlas Māras klētī  
 Rakstīti dvielī.  
 LD 33601, 2

Šajā apjomīgajā tautasdziesmā minēta vesela virkne sakrālās pasaules reprezentantu – Māras baznīca, glāžu istaba, sudraba kalns, zelta avots, kosmiskais koks ar  $9 \times 9 \times 9 \times 9$  sastāvdaļām, priesteri, kas veic gadskārtas pārejas rituālu. Māra kā vieliskās pasaules aizgādne ir klāt tajā visā (namā, pašā rituālajā norisē), kas, līdzīgi kā stikla vai smilšu kalna gadījumā, viss vizuālo stiklā, sudrabā, zeltā, dimantā. Slota ir parastais rituālu piederums. Savukārt 'mēsli' – atvasinājums no darbības vārda 'mēzt', folkloras tekstos bieži apzīmē vieliskās pasaules daļu. Leksiski jauninājumi ir dziesmā minētais kungs un sulainis, bet ne darbības, ko viņi paši veic vai ar viņiem tiek veiktas – šūpulis, šūpošana, dziedinošs ūdens no sudraba kalnā esošā zeltavota, slaucīšanās Māras izrakstītā drānā (dvielī). Šis un saturiski radniecīgi tautasdziesmu teksti aptver vismaz vairākus laika slāņus un līdz ar to arī

dažādu laikmetu leksiskos elementus, kas neizslēdz arhaisku mītisku priekšstatu saglabājumu pamatstruktūrā.

Maģiska funkcija latviešu folklorā piedēvēta ne tikai 'glāžu istabai', bet arī 'glāžu tupelēm' (stikla kurpēm):

Es no Rīgas budēlītis  
Ar tām glāžu tupelēm;  
Līdz iegāju, līdz saplīsa  
Tupeles gabalu gabalos.  
Ņem, māmiņa, saru slotu,  
Slauki savu istabiņu!  
LD 33481

Budēļi, kas ar savu darbību veicina gaismas, saules modināšanu Ziemassvētkos, nereti tēloti glāžu jeb stikla, jeb kristāla kurpēs, kas ir daļa no pārejas brīža (Ziemassvētku) rita. Stikls norāda uz sastindzinātu gaismu, sauli, kurpju saplēšana vai saplēšana, iespējams, signalizē par saules enerģijas mošanos.

## Secinājumi

Smilšu semantēma latviešu folklorā, tāpat kā pats vārds, ir ļoti sena un attiecināma uz indoeiropiešu kopmantojuma laikiem. Folklorā tā simbolizē zemes līmeni un tiek ietverta dažādos pārejas rituālos (sezonālie riti, bērnu, kāzu godi u. c.). Stikla semantēma ir salīdzinoši jauna, taču tajā patvērušies seni priekšstati par dievišķi spīdīgo debesu substanci (kalnu kristāls, dimants), kas, tāpat kā smilšu semantēmas gadījumā, folklorā tiek aktualizēta galvenokārt sezonas un plašāk pārejas mītos un rituālos. Smiltis un stikls tradicionālajā jeb folkloriskajā apziņā eksistē gan kā pretstatu pāris, gan arī kā vienība (no smiltīm maģisku pārvērtību rezultātā tiek iegūts stikls).

## LITERATŪRA

- Arājs, K., Medne, A. 1977. Latviešu pasaku tipu rādītājs. Rīga: Zinātne.
- Cooper, J. C. 2004. *An Illustrated Encyclopaedia of Traditional Symbols*. London, Thames & Hudson.
- Eliade, M. 1971. *The Forge and the Crucible*. New York, Harper&Row, Publishers.
- Eliade, M. 1969. *The Quest. History and Meaning in Religion*. Chicago and London, The University of Chicago Press.
- Fasmer, M. 1996. *Etimologičeskij slovarj russkogo jazyka*. T. 3. Sankt-Peterburg: Terra.
- Gennep van, A. 1992. *The Rites of Passage*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Ivanov, V. V. 1987. *Pamjati jazyka i pamjati folklorā*. Slovo v nashej rechi. Rīga: Avots, s. 66–83.
- Jurgens, K. 1934. Mana vectēva nostāsti. No mūsu tautas dzīves. Rīga: A. Gulbis.
- Karulis, K. 1992. Latviešu etimoloģijas vārdnīca. 1.–2. sēj. Rīga: Avots.
- Kochergina, V. A. 1987. *Sanskritsko-russkij slovarj*. Moskva: Russkij jazyk.
- Krastiņa, A. 1959. Zemnieku dzīvojamās ēkas Vidzemē. Rīga.
- Kundiņš, P. 1974. *Latvju sēta*. /Sundbyberg/ Daugava.
- Propp, V. J. 1986. *Istoricheskiye korni volshebnoj skazki*. Leningrad: Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta.
- Šmits, P. 1923. *Etnogrāfisku rakstu krājums*. 3. sēj. Rīga: Izglītības ministrijas izdevums.

*Saīsinājumi:*

LD – Latvju dainas. Krišjāņa Barona un H. Visendorfa sakārtojumā. Jelgava, Pēterburga: Ķeizarkā Zinību akadēmijas spiestuve, 1894–1915, 1.–6. sēj.

LTTP – Latviešu tautas teikas un pasakas. P. Šmita apkopojumā un redakcijā. Waverly, Iowa: Latvju Grāmata, 1962–1970, 1.–15. sēj.

#### ABSTRACT

The semanteme *sand* is very old in the Latvian folklore, just like the word as such, and can be related to the Indo-European common heritage. In folklore it symbolises the ground level and is a part of various rites of passage (seasonal rituals, funeral, wedding, etc.). Contrary, the semanteme *glass* is comparatively recent although it reflects ancient concepts of the divine substance shining in the sky (rock crystal, diamond); similar to *sand*, also this semanteme is mainly activated in folklore in the seasonal rituals and rites of passage. In the traditional or folklorist cognition sand and glass exists as both a couple of contrasts and a unit (after some magic sand is turned into glass).

**Keywords:** sand, glass, folksongs, folklore.

# SMILŠU BEDRES = KAPU BEDRES

## *SAND PITS = GRAVE PITS*

**Juris URTĀNS**

Latvijas Kultūras akadēmija

E-pasts: urtans@lka.edu.lv

**Atslēgvārdi:** kartupeļu pagrabi, senkapi, rakumi.

Skatot 1923. gadā dibinātās Pieminekļu valdes (skat. plašāk: Pieminekļu valde – 90, 2013) arhivu un meklējot ziņas un norādes par Latvijas senkapiem un to apzināšanu, diezgan bieži iznāk saskarties ar tā laika norādījumiem, ka senkapu vietā ir bijušas kartupeļu glabāšanas bedres jeb, plašākā nozīmē, sakņu glabāšanas bedres. Respektīvi, senkapi ir lielākā vai mazākā mērā izpostīti, jo tur ierīkotas kartupeļu bedres (1. att.). Tās rokot, atrasti kauli un senlietas. No 20. gs. 20. un 30. gadu ziņojumiem var saprast, ka šajā laikā kartupeļu bedres jau vairs nav tikušas izmantotas saviem sākotnējiem uzdevumiem. Dažkārt Pieminekļu valdes arhīva ziņas ir norādes, ka bedres lietotas ne tikai kartupeļu, bet arī citu sakņaugu uzglabāšanai.

Pagaidām nav veikti kādi plašāki apkopojumi, kas raksturotu senās kartupeļu bedres, to ierīkošanas priekšnoteikumus, izmērus un tehnisko izpildījumu. Tāpat nav veikti apkopojumi, cik senkapu vietās ir bijušas kartupeļu bedres vai kādi senkapi, kartupeļu bedres izmantojot, ir atklāti, tomēr, arī iztrūkstot šādiem apkopojumiem, problēmas izvirzīšanai var izteikt dažas pārdomas.

Senkapi un arī jaunāku laiku kapsētas, ja vien cilvēku apbedījumus nav bijis jāveic kādos ekstremālos apstākļos (karadarbības, epidēmiju, vardarbības upuri) vai sekojot īpašiem ticējumiem, piemēram, kuršu apbedījumi ūdeņos (skat. plašāk: Šturms, 1936), lielāko tiesu visos laikos ir ierīkoti relatīvi sausās, smilšainās vietās. Latvijā tautas uzskatos par piemērotām vietām kapu ierīkošanai ir uzskatīti un joprojām tiek uzskatīti smilšu uzkalni vai smilšainas vietas. Ne velti latviešu valodā līdz pat mūsdienām pastāv metafora kapu apzīmēšanai – smilšu kalniņš, vest uz smilšu kalniņu, aprakt smilšu kalniņā, palikt smilšu kalniņā, smiltainē. Kapu un kapsētas smiltīm ir bijusi un joprojām ir dažāda nozīme ticējumos (Lucjanova, 2008). Vēl viena senkapu un kapsētu vietu likumsakarība ir tā, ka senkapi un kapsētas atrodas apmēram turpat, kur atrodas cilvēku dzīvesvietas, uz kapiem kādreiz veduši ceļi.

Šādā sakarā parādās senkapu un kartupeļu bedru vietu izvēles pārklājums: gan vieniem, gan otriem labāk izvēlas smilšainu vietu, gan vieni, gan otri atrodas kaut kādā saistībā ar cilvēku apdzīvotām vietām.

Ja cilvēks un kapi ir nesaraujami saistīti no tā brīža, kad cilvēks sāk apdzīvot kādu teritoriju, tad attiecībā uz kartupeļu bedrēm šādas saistības nav, jo zināms, ka kartupeļi Eiropā parādījās samērā vēlu. Kartupeļus 16. gs. otrajā pusē Eiropā ievada spāņi. Rietumeiropā kartupeļus masveidā sāka lietot pārtikā 18. gs., bet

Skandināvijā un Krievijā (un Latvijā) – nedaudz vēlāk (Strods, 1957; Reader, 2008; Nunn and Qian, 2011 un daudzi citi). Dzimtūnniecības un vēlāk kļaušu sistēmas apstākļos, muižās pieaugot kapitālistiskajam ražošanas veidam, 18. gs. beigās un 19. gs. pirmajās desmitgadēs latviešu zemnieki grima arvien dziļākā nabadzībā. Ne velti tika ieviests un izplatījās pagastu labības magazīnu institūts – iespēja zemniekiem vajadzības gadījumā aizņemties labību (Niedre, 2016). Kartupeļus kā alternatīvu graudiem vietējie zinātāji centās ieviest jau 18. gs. beigās, norādot uz iespēju kartupeļus uzglabāt pagrabos un bedrēs ([...] *warr wiņņas wislabbak par Seemu eeksch Pgrabbeem un Beddrehm* [...] *glabbaht* [...]) (Cekels, 1790). Iespējams, atšķirība starp vieniem un otriem arī nebija tik liela. Kartupeļu popularizēšana, kas arī realizējās kartupeļu audzēšanas masveidīgā iedibinājumā, īpaši aktīvi notika 19. gs. 40. gados. Kopā ar kartupeļiem ieviesās arī iepriekš nekultivētās lopbarības saknes – burkāni un cukurbietes (Strods, 1987). Kartupeļu un citu jauniesto augu audzēšana veicināja iepriekšējās trīslauku sistēmas atmešanu un jaunu zemkopības sistēmu izveidošanos un ieviešanos. Jau kopš 19. gs. 60. gadiem kartupeļi tika stādīti lielās platībās un ieņēma nozīmīgu vietu vietējo zemnieku un arī mājsaimniecību racionā (Strods, 1957). Kartupeļu audzēšanas ieviešana notika vienlaicīgi arī ar citiem tā laika notikumiem: zemnieku nemieriem (Krodznieks, 1922), pāreju pareizticībā, izceļošanas vēlmēm uz “siltām zemēm” (Гаврилин, 1999) u. c.

Kartupeļu raža ir jāuzglabā. Jaunākos laikos tas tiek darīts pagrabos vai kartupeļu virszemes stirpās. 19. gs. 40. gados pagrabi zemnieku mājās bija ļoti reti. Tas saprotams, jo labību, graudus un citus iepriekš plaši izplatītos pārtikas produktus un mantu bija ērti uzglabāt klētīs. Pēc pagrabiem nebija lielākas vajadzības, jo sakņaugu nebija daudz. Apkopojot 19. gs. rakstīto avotu ziņas par 45 Svētupes krasu vecsaimniecībām, kur minētas saimniecību būves, pagrabi nav nosaukti (sal.: Kursīte un Noriņa, 2016). Sākoties “kartupeļu laikmetam”, viena no iespējām kartupeļu ražu uzglabāt bija uz ziemu tos ierakt sausā, tātad smilšainā vietā. Pārdesmit gadus vēlāk, kad sākās grūtniecības laiki un māju iepirkšana dzimtsīpašumā, jaunie saimnieki pamazām sāka būvēt arī mūra pagrabus, un vajadzība pēc kartupeļu bedrēm mazinājās. Pieminēkļu valdes materiālos, kapu sakarībā pieminot kartupeļu bedres, tās tiek saprastas kā tādas, kas ļaudīm kā kartupeļu bedres gan ir zināmas, bet parasti vairs netiek lietotas. Varētu pieņemt, ka kartupeļu bedres Latvijā masveidā tika raktas un izmantotas samērā īsu laiku – no 19. gs. vidus līdz 20. gs. sākumam. Meklējot kādas analogijas, var norādīt, ka par pagrabveida būvēm Kursā 10. gs. liecina Egila Skalagrimsona sāga (Kursis 1998, 38–39). Tā sauktās saimniecības bedres lībiešu ciemos pie Daugavas izmantotas vēlajā dzelzs laikmetā (Lībieši, 2001), tomēr tās vairāk tiek saprastas kā slēptuves. Pagrabveida izbūves konstatētas arheoloģiskajos izrakumos Raunas Tanīsa kalnā – pilskalnā (Balodis, 1928). Šķiet, ka šie piemēri vairāk liecina par pagrabu kā mantas, ne sakņu glabātuvi. Arhitekts P. Kundziņš ir norādījis, ka Vidzemē Ziemeļu kara laikā riju piederības dažkārt bijuši sastopami pagrabi mantu slēpšanai (Kundziņš, 1974). Pagrabu būves Latvijas zemnieku sētās tomēr nebija īpaši izplatītas (sal.: Kundziņš, 1974).

Smiltis kā materiāls līdz pat industriālajam laikmetam izmantotas visai maz un nelielā apjomā. Var norādīt uz smilšu lietojumu stikla gatavošanai, asās kvarca smilts lietojumu mājsaimniecībā grīdu, galdu un koka trauku beršanai, tomēr

šīs vajadzības nebija tik lielas, lai smilšu iegūšana, izņemot atsevišķus gadījumus, piemēram, Riežupes alas pie Kuldīgas (Eniņš, 2004), reljefā atstātu nozīmīgas liecības, kā tas ir kartupeļu bedru gadījumā.

Kartupeļu bedres gandrīz vienmēr atrodas kaut kādā pārskatāmā un saprotamā attālumā no mājām vai māju vietām. Tās atrodas sausās vietās, kas nav bijušas izmantotas kā aramzeme. Parasti šīs vietas ir pāraugušas ar kokiem un krūmiem. Kartupeļu bedres aizņem kādu platību, kas var būt ļoti dažāda – no dažām kartupeļu bedrēm līdz vairāku simtu kvadrātmetru lielām vietām (1. att.). Ne vienmēr var pateikt, ka tās tiešām ir kartupeļu bedres. Piemēram, dažkārt kartupeļu bedres ir līdzīgas agrīnajām grantsbedrēm, lai gan grantsbedres parasti veido plašākus, saplūstošus, lai arī sekļus ierakumus. Kartupeļu bedres mūsdienās iezīmē sekli, caurmērā ap 1–2 m lieli un tikpat dziļi, aizauguši rakumi. P. Kundziņš norāda, ka kartupeļu pagrabi jeb bedres veidotas ar ļoti vienkāršiem līdzekļiem: bedres raktas smilšainās nogāzēs, izoderējot tās ar kokiem, bet iebūvētiem koka griestiem uzpildīja smiltis. Ieeju pret aizsalšanu nodrošināja ar salmiem (Kundziņš, 1974). Kartupeļu bedres, kā liecina agrākie ar tām saistīto un postīto senkapu uzņēmējumi, parasti nesaplūst. Tas arī saprotams, jo reiz izraktas kartupeļu bedres vietā izrakt citu bedri ir grūti, jo zeme ir palikusi irdena un jaunraktā bedre draud aizbirt. Iespējams, ka pēc kādiem gadiem smiltis bedres vietā saguļas un tur atkal var rakt jaunu bedri vai arī tās izbūvē lietot vairāk koku. Tāpat šķiet, ka kartupeļu bedres ir raktas attālāk no mājām. Tas būtu saprotams, jo māju tuvumā parasti bija iekopta sakņu dārzu zeme, bet kartupeļu bedres raka neauglīgās, smilšainās vietās, kas varēja būt atstātas no mājām. Iespējams, ka kartupeļu ražu pēc tās noņemšanas noglabāja, respektīvi, ieraka, kartupeļu bedrēs netālu no kartupeļu audzēšanas vietām. Jāatceras arī, ka kartupeļu audzēšanai piemērotāka ir smilšaina, irdena augsne.

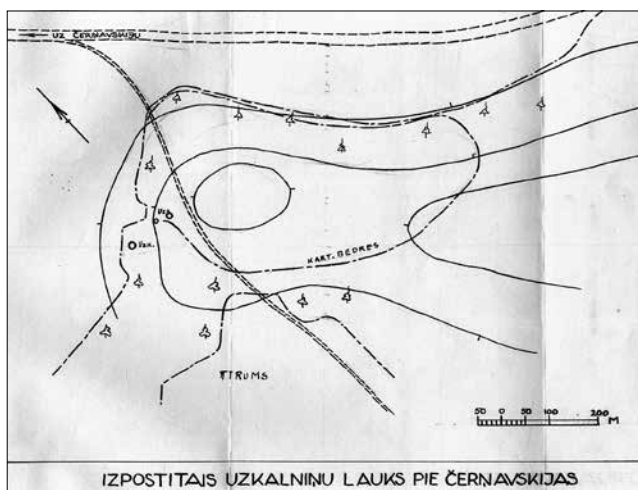
Izraudzītās kartupeļu glabāšanas jeb bedru vietas sakrita ar senkapu vietām, lai arī senkapu objektīvi nebija tik daudz. Pārdomas izraisa jautājums, vai tiešām, uzrokot cilvēku kaulus un senlietas, šo vietu tomēr turpināja izmantot kartupeļu glabāšanai? Šķiet, ka jā, jo citādi būtu grūti skaidrot, kāpēc tieši kartupeļu bedres bieži ir saistītas ar senkapu atradumiem. Nav izslēdzams, ka kartupeļu bedru vietā pēc tam, kad tur bija uzrakti senkapi, tika raktas arī mantraču bedres, kas vizuāli un arī arheoloģiski nav atšķiramas viena no otras. Par to, ka saimnieciskās vajadzības prevalē, liecina arī nedaudz vēlāku laiku liecinājumi, kad 20. gs. 20. gados sākās plaša jaunsaimniecību būvniecība. Arī tad, būvējot ēkas, kā liecina pieminekļu valdes arhīvs, tika uzrakti iepriekš nezināmi apbedījumi, bet, šķiet, ka, tāpat kā kartupeļu bedru gadījumā, būvniecība reti tika novirzīta uz citu vietu.

Vēsturiski samērā neilgā laikā – apmēram pusgadsimtā – no 19. gs. vidus līdz 20. gs. sākumam – pastāvēja vajadzība rakt kartupeļu bedres, kuru bija ļoti daudz. Kartupeļu bedru vietas nereti sakrita ar daudz agrāko senkapu vietām. Gribētos teikt, ka kartupeļu bedres ir gandrīz vai katras 19. gs. otrajā pusē apdzīvotās lauku mājas vai sādžas raksturīga iezīme. Mūsdienu cilvēks senās kartupeļu bedres (lai arī šādi sarakātu vietu Latvijā ir ļoti daudz) vairs neatpazīst, jo tagad šādā veidā saknes neglabā vai arī dara to ļoti reti.



## LITERATŪRA

- Balodis, F. 1928. Tanīsa kalnā izdarītie izrakumi un konstatēto mītnes slāņa kārtu datējums. In: Balodis F, Teikmanis A., Kundziņš P., Kundziņš L. Izrakumi Raunas Tanīsa kalnā 1927. gadā. *Arhaioloģijas raksti*, IV sēj. 1. daļa. Rīga: Pieminekļu valde, 19.–39. lpp.
- [Cekels F. J.]. 1790. *Kartoppeļu Dahrs, ko tapehz lai mihļi Widsemmes Latweeschi ne wairs us preekschu gruhtu Baddu zeesch, weens no wiņņu ustizameem Dsihwes Beedreem sche Rakstos stahda*. [Tulk. F. D. Vārs]. J. C. D. Müller, Rīga.
- Eniņš, G. 2004. *Alas Latvijā*. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Krodznieks, J. 1922. *Zemnieku nemieri 1841. gadā*. Rīga: A. Gulbis.
- Kundziņš, P. 1974. *Latvju sēta*. Daugava.
- Kursis, A. 1998. *Ziemeļnieku sāgas par seno Latviju un latviešiem*. Stokholma.
- Kursīte, J., Noriņa, R. 2016. *Svētupe krustām šķērsām*. Nordik.
- Lībieši senatnē*. 2001. Rīga: SIA "N.I.M.S."
- Lucjanova, I. 2008. Nekroelementu izmantojums tautas dziedniecībā un kaitniecībā. *Kultūras krustpunkti*, 4. Rīga: Mantojums, 57.–66. lpp.
- Niedre, U. 2016. Par pagastu magazinām Vidzemē no iesākuma līdz beigumiem. Ar ieskatiem Mālpilī, Rikterē, citur. Un atskatiem gadsimtu dzīlēs. Grām.: *Kultūrvēstures avoti un Mālpils novads*. Mālpils: Mālpils novada dome, 136.–196. lpp.
- Nunn, N., Qian, N. 2011. The Potato's Contribution to Population and Urbanization: Evidence from a Historical Experiment. *Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 593–650. Pieejams: [https://web.archive.org/web/20110705043431/http://www.economics.harvard.edu/faculty/nunn/files/Potato\\_QJE.pdf](https://web.archive.org/web/20110705043431/http://www.economics.harvard.edu/faculty/nunn/files/Potato_QJE.pdf) [skatīts: 07.01.2017.].
- Pieminekļu valdei – 90. Pieminekļu valdes mantojums Latvijas Nacionālā vēstures muzeja krājumā*. Latvijas Nacionālais vēstures muzejs, 2013.
- Reader, J. 2008. *Propitious Esculent: The Potato in World History*. London: William Heinemann.
- Strods, H. 1957. *Zemkopības sistēmu attīstība Latvijā*. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība.
- Strods, H. 1987. *Kurzemes kroņa zemes un zemnieki 1795–1861*. Rīga: Zinātne.
- Šturms, E. 1936. Vilku muižas ezera atradumi. *Senatne un Māksla*, II, 72.–86. lpp.
- Гаврилин, А. В. 1999. Очерки истории Рижской епархии. 19 век. Рига: Филокалия.



1. att. Ar kartupeļu bedrēm postītie Istras Čerņausku senkapi. F. Baloža 1926. gada uzmērījums. Glabājas Latvijas Nacionālajā vēstures muzejā (Inv. Nr. cvvm 245353:3). Publicēts ar Latvijas Nacionālā vēstures muzeja atļauju.

#### ABSTRACT

In Latvia growing of potatoes in large quantities began in 1840s. That caused necessity for potato storage pits in winter, which were usually dug on hillocks, in dry places that were not used for agriculture and were close to settlements. Such dry sandy hillocks had often been used as burial sites; however, this fact did not put off the starving corvée peasants who dug pits for sheltering potatoes and consequently destroyed the ancient burials. Potato storage pits existed for about half a century, then they were replaced with masonry cellars.

**Keywords:** growing of potatoes, ancient burials, dug on hillocks.

# BORHESA "SMILŠU GRĀMATA": SMILTIS UN BEZGALĪBA

## BORGES' "BOOK OF SAND": SAND AND INFINITY

Mārtiņš LAIZĀNS

Latvijas Universitāte, Humanitāro zinātņu fakultāte

E-pasts: s40083@lu.lv

**Atslēgvārdi:** Borhess, bezgalība, smiltis, Smilšu grāmata, pašreferencialitāte.

Argentīniešu rakstnieks Horhe Luiss Borhess (*Jorge Luis Borges*, 1899–1986) savā radošajā darbā lielu daļu uzmanības pievēršis tādām parādībām kā bezgalība, iespējamās pasaules, metafikcija un labirintiskums. Šo parādību apstrāde ar literāriem un poētiskiem līdzekļiem Borhesu izceļ gan kā maģiskā reālisma krusttēvu, gan postmodernisma priekšvēstnesi literatūrā, kā arī zinātniskās fantastikas un filozofiskās īsprozas pārstāvi (Berelis, 2002).

Pastiprinātu uzmanību bezgalībai Borhess pievēršis savos stāstos "Sazaroto taku dārzs" (*El jardín de senderos que se bifurcan*, 1941), "Bābeles bibliotēka" (*La biblioteca de Babel*, 1941), "Zahirs" (*El Zahir*, 1949) un "Smilšu grāmata" (*El libro de arena*, 1975), tomēr bezgalības klātbūtni iespējams nojaust teju ikvienā rakstnieka stāstā. Borhesa literārais mantojums savas tematikas dēļ piesaista ne tikai literatūras pētniekus, bet arī citu zinātņu pārstāvjus, kas pēti Borhesa sacerēto un apcerēto saistībā ar attiecīgajām zinātņu nozarēm, piemēram, matemātiķus (Bloch, 2008), kvantu fiziķus (Marco, 2006), kognitīvos zinātniekus (Barili, 2009).

Smilšu izvēli metaforiskam bezgalības apzīmējumam Borhesa iztēles pasaulē var aplūkot no dažādiem skatupunktiem. Pirmkārt, smilšu tēls kultūras vēsturē darbojas arī kā bezgalības apzīmētājs (piemēram, "kurš gan spēj smilšu graudus izskaitīt?" un sengrieķu zinātnieka Arhimēda pētījums "Psammīts" (Ψαμμίτης, 'smilšu skaitītājs'), kurā tiek izklāstīts, kāds varētu būt Visumā iespējamais smilšu graudu skaits), un Borhess, izvēlēties šo tēlu citu bezgalību konotējošu vienību vietā (piemēram, zvaigžņu), apzināti cenšas ar literāras apstrādes paņēmieniem ļaut nespeciālistu auditorijai skaidrāk un uztveramāk izprast loģikas jēdzienus un koncepcijas (atsaucoties uz vēlinās antikvitātes un agrīno viduslaiku filosofa Makrobija priekšstatiem par (daļ)literatūru kā paņēmieni, lai tiešā veidā grūti tveramus jēdzienus padarītu saprotamākus ar literāru līdzību palīdzību (Habib, 2008)). Otrkārt, Borhess apzīmējumu "smilšu grāmata" izmanto gan kā krājuma, gan atsevišķa stāsta nosaukumu, kas Borhesa gadījumā attiecīgo situāciju padara tipiski *borhesisku*.

### LITERATŪRA

Barili, A. 2009. Borges, Buddhism, and Cognitive Science. *Religion East & West*, 9. Berkeley: Institute for World Religions, pp. 47–58.

Berelis, G. 2002. Borhesa evaņģēlijs. *Stāsti* (Borhess, H. L.). Rīga: Jumava, 229.–247. lpp.

- Bloch, W. G. 2008. *Real Analysis: The Book of Sand*. The Unimaginable Mathematics of Borges' Library of Babel. Oxford: Oxford University Press, pp. 45–56.
- Borges, J. L. 1984. *Obras completas 1923–1972*. Buenos Aires: Emecé Editores.
- Borges, J. L. 1989. *Obras completas 1975–1985*. Buenos Aires: Emecé Editores.
- Borhess, H. L. 2002. *Stāsti*. Rīga: Jumava.
- Borhess, H. L. 2005. *Alefs*. Rīga: Jumava.
- Borhess, H. L. 2009. *Smilšu grāmata*. Rīga: Jumava.
- Habib, M. A. R. 2008. *A History of Literary Criticism and Theory: From Plato to the Present*. New York: Wiley-Blackwell, pp. 139–144.
- Marco, O. A. di 2006. Borges, the Quantum Theory and Parallel Universes. *The Journal of American Science*, 2(1). New York: Marsland Press.

#### ABSTRACT

The Argentinian author Jorge Luis Borges is renowned for his explorations in his fiction of the notion of infinity and the paradoxes that the contemplation of this phenomenon creates. Infinity is a recurring theme in his works that is treated extensively, using the imagery of books, libraries and sand, being one of the prominent symbols of the uncountable and inconceivable regarding practical terms. In his *Book of Sand* (*El libro de arena*), that is both the name of a short story and a collection of stories, Borges, by using the common denominator 'sand', links the concepts of infinity and self-referentiality, and brings the reader into a labyrinth of possibilities but no straightforward answers. Due to this reason the creative works of Borges and *Book of Sand* in particular draws the attention to not only the literary scholars but cognitive scientists, mathematicians, physicists for exploration of the possible implications of the theoretical problems regarding infinity. This paper endeavours to explore the possible symbolism inherent in the image of sand and its use in the context of Borges' fictional works.

**Keywords:** Borges, infinity, sand, Book of Sand, self-referentiality.

## 6. SESIJA. STIKLS MĀKSLĀ

### GLASS IN THE ARTS

#### LATVIJAS STIKLA DIZAINA VĒSTURE EIROPAS KONTEKSTĀ

#### LATVIAN GLASS DESIGN HISTORY IN EUROPEAN CONTEXT

**Ilona AUDERE**

Mencendorfa nams

E-pasts: ilona.audere@inbox.lv

**Atslēgvārdi:** stiklinieki, stikla izejvielas, stikla ražotnes, mākslas amatniecība.

Cilvēku radītajam stiklam ir jau vairāk nekā 4000 gadu ilga vēsture, taču zinātnieki vēl šodien nezina visu par šīs noslēpumainās substances būtību, īpašībām, tāpat nav vienotu uzskatu par vietu, kur pirmoreiz cilvēks izgatavoja stiklu. Populārākie ir uzskati, ka šī materiāla dzimtene bijusi Fenīķija, Mezopotāmija vai Ēģipte (Foulds, 1993) ap 3. g.t. vidū p.m.ē. Dažādos rakstu avotos un arheoloģiskajās liecībās rodamā informācija apliecina, ka stiklinieki veiksmīgi darbojušies Latvijas teritorijā gan tikai pirms vairākiem gadsimtiem (Apala, 1977; Apals, 1973; Caune, 1974–1986; Dripe, 1977; Mugurēvičs, 1975; Zariņa, 1977), bet pēdējos piecdesmit gados ir strauji pieauguši mūsu mākslinieku un dizaineru sasniegumi gan vietējā, gan starptautiskā mērogā.

Mūsu senči, tāpat kā stikla lietu izgatavotāji visā pasaulē, ievēroja, ka stikla caurspīdīgums un stiprais spīdums padara to par īpašu materiālu, ko var izmantot mākslai un mākslas amatniecībai, jo šo īpašību ziņā ar stiklu nespēj sacensties neviens cits materiāls. Jau pirms 1541. gada, kad Rīgā oficiāli sāka darboties Mazās ģildes stiklinieku cunftē, mūsu zemē tika lietoti ievesti stikla izstrādājumi. Arheologu atradumos 10.–12. gs. slāņos ir gan greznu stikla trauku lauskas, gan rotaslietu fragmenti.

Nav konkrētu ziņu, kad mūsu zemē kāds amatnieks izgatavoja pirmos stikla priekšmetus, bet nosacīti profesionālas amatnieku organizācijas darbība ir dokumentēta, saglabājot kaut nepilnīgas, tomēr rakstiskas liecības par stiklinieku ražotajiem produktiem Latvijas teritorijā kopš 16. gadsimta (Brunstermann, 1902; Stieda, 1896; Latvijas Valsts vēstures arhīvs, 1382. fonds, 2. apraksts).

Jau no cunfšu pirmsākumiem šim amatam ir izteikti internacionāls raksturs. To noteica toreizējā Eiropā līdzīgi pieņemtie noteikumi – šrāgas. Lai veiksmīgi izietu amata apguves pakāpes – mācekļis, zellis, meistars –, daudzo obligāto noteikumu

vidū īpaši nozīmīga un vērtīga bijusi Eiropas zemju pieredzes apgūšana, izpildot obligāto ceļošanas prasību. No viena līdz četriem gadiem zellis pavadījis svešās zemēs, lai iepazītos ar sava amata prasmi citās pilsētās un valstīs. No 18. gs. šis ceļojumu laiks bijis noteikts – ne mazāk par 3 gadiem. Obligātā prasība – apceļot vismaz trīs zemes – sekmēja dažādu ietekmju ieplūšanu Latvijas teritorijā, un to veicināja arī apgriezenisks process – citu zemju zeļļu ieceļošana mūsu zemē līdz 1785. gadam, kad tika aizliegta ārzemju zeļļu pieņemšana. Pēc zeļļa atgriešanās viņam bijis jānostrādā gads pie sava cunftes meistara, lai novērtētu apgūto prasmi un tikumus. Pēc šī nostrādātā gada sekojis ļoti svarīgs pārbaudījums – meistarstiķa izgatavošana.

No 17. gadsimta meistarstiķi kļuva sarežģītāki un kvalitātes prasības bija ļoti augstas. Meistarstiķis jeb paraugdarbs meistara tiesību lūdzējam bijis jāizstrādā vienam pašam, bez palīgiem. Lai novērstu varbūtību, ka viņa vietā to izstrādā kāds cits, darbu vajadzējis veikt amata eltermaņa vai kāda cita amata izraudzīta uzrauga klātbūtnē meistara mājās. Šajā pašā laikā tika arī ieviests sods par meistarstiķa kļūdām, kā arī par katru dienu, kas iztērēta pa virsu paredzētajam darba izgatavošanas termiņam. Parasti stiklinieka meistarstiķim bijis atvēlēts ne ilgāks laika posms par vienu nedēļu. Tātad pietiekami augsta līmeņa “eksāmena darba” izgatavošanā veiksmīgi apvienojās savas zemes un citu zemju labākā pieredze, konkrēta laika modes prasību ievērošana, stiklinieka talants un izmantotā materiāla kvalitāte. Tieši pēdējie divi nosacījumi izšķīra, vai izgatavotais logs, vitrāža, spogulis, trauks vai kāds cits lietojams priekšmets ierindosies Eiropas labāko stikla darinājumu klāstā.

Svarīgi uzsvērt, ka senais stiklinieks līdz pat 19. gadsimtam materiāla un transporta dārdzības dēļ pat nespēja aizdomāties par tādu greznību kā dekoratīva stikla skulptūra, ikdienā “nelietojama” stikla instalācija un nākotnes arhitektūras un interjeru “stikla brīnumi” – sienas, jumti, dušas kabīnes, izlietnes, stikla audumi un citas šodienas cilvēkam pašsaprotamas lietas. Par to, cik augsta vērtība bijusi jau tikai vienkāršam stiklotam logam, liecina baznīcu inventāriji un dzimtu testamenti, kuros vēl pat 19. gadsimtā mantojamu un dārgu lietu uzskaitījumā vienmēr tika iekļauti logi (Buchholtz; Rahden, 1896; Mežaks, 1938).

Latvijas teritorijas sarežģītā vēsture neļauj mums šodien priecāties par lielu skaitu saglabājušos šeit darinātu stikla izstrādājumu, pat ne no minētās oficiālās stiklinieku cunftes darbības sākuma. Par veseliem vai maz bojātiem vietējas izcelsmes priekšmetiem, kam iespējams vērtēt tā dizainu, pētīt un analizēt, varam nopietni runāt, sākot ar to tapšanas laiku no 17. gadsimta.

Latvijas muzeju kolekcijās atrodas 17. gs. dāvinājumu stikla glezniņas, logu vitrāžas un to fragmenti, kā arī daži trauki. Plašāks stikla lietu klāsts ir no vēlākiem gadsimtiem (1. att.). Visos laikos ļoti svarīga ir bijusi stikla izvēle, ir novērtēts dažādu krāsaino stiklu kopiespāids, meklēti interesanti varianti, struktūras, svēdrainums. Mākslinieciskās ieceres īstenošanai dažkārt noderējusi kāda stikla izgatavošanas procesā radusies kļūda, nejaušība. Atcerēsimies, ka senā stikla (roku darba ceļā veidots stikls) biežums ir nevienmērīgs, tā struktūra ir drupana, miksta, bet rūpnieciskā stikla struktūra ir cieta un trausla. Dažādas neregularitātes stikla biežuma un virsmas dēļ gaismas stari tiek laužti neviendabīgi, radot fascinējošu spīdumu un mirdzumu, tieši tādēļ šādu stiklu izmanto logu vitrāžām.



1. att. Daugavas zvejnieku dāvana Mazajai ģildei. Rīgas darbnīca. 1713. gads.  
Atrodas Rīgas vēstures un kuģniecības muzeja krājumā. Izmērs – 17,5 × 14 cm.  
Inventāra nr. VRVM Foto: Aigis Auders. 2015. gads.

Domājams, ka ne tikai stikla tara un trauki, bet arī senāko gadsimtu “ģerboņu” logi daudzos gadījumos izgatavoti tepat no mūsu teritorijā izgatavota stikla. Par to liecina stikla kausēšanas procesa liecības, kas atrastas, piemēram, bijušajā Rīgas stiklinieka Jirgena Helma darbnīcā tagadējā Grēcinieku ielā 18. Vērojot stikla priekšmetu un priecājoties par tā māksliniecisko formu, krāsu un arī praktiskumu, reti kurš stikla izstrādājuma lietotājs aizdomājas par darba izgatavotājam svarīgu lietu – par to, cik liela nozīme konkrētā produkta tapšanā ir pamatizejvielai – smiltīm.

Latvijas teritorija jau izsenis ir bagāta ar dažādas kvalitātes smiltīm, bet laika gaitā tā kļuvusi par zemi tikai ar dažām produkcijas ražotnēm, par zemi, kas stiklu importē. Pārāk maz ir dokumentēta vietējo smilšu karjeru izmantošana mūsu vēsturē, taču skandināvu arhīvu pētnieka Ivara Hernesa (Hernes, 1986) sastādītās tabulas par “glāžšķūņiem” no 1600. gada līdz 1914. gadam, kurās izmantoja vietējos materiālus, ir visai iespaidīgas. Kurzemes hercogi vien to bijis vismaz divpadsmit: Jelgavā (darbnīca dibināta 1645. gadā), 1650. gadā atvērti uzreiz septiņi glāžšķūņi – Baldonē, Tomē, Biržos, Slokā, Grenčos, Skrundā, Rendā. 1661. gadā dibināta stikla darbnīca Kuldīgā, 1690. gadā vēl viena Rendā, tad Ezerē 1750. gadā un Gridzgalē 1770. gadā. Kā norāda I. Herness, galvenā produkcija bijis logu stikls un pudeles (to vidū arī ļoti mākslinieciskas), taču hercoga valdīšanas uzplaukuma gados, starp 1645. un 1658. gadu, šajās darbnīcās galvenokārt gatavoti dzeramie kausi un glāzes, trauki ar slīpējumu un bez tā, kristālstikls, lustru piekari, stikla loksnes, stikla rūtis, spoguļi, stikla pērles, stikla zvani un dažādi krāsaina stikla izstrādājumi, kā arī jau minētās vitrāžas. Ne tikai šie izstrādājumi vesti uz kolonijām – Gambiju un Tobago, bet, kā vēsta vietējās leģendas, arī kvalitatīvās smiltis no Riežupītes ieguves vietas Kurzemes hercogi ar kuģiem veduši pārdot uz ārzemēm.

Livonijas tagadējā Latvijas daļā virkne stikla ražotņu dibinātas 18. un 19. gadsimtā – Suntažos (1722), Meņģelē (1792), Kliģenē (1793), Allažos (1803), Bērzmuižā (1814), Ropažos (1842), Rembatē (1853), Gāršmuižā (1861), Lazdonā (1776), Jaunbebros (1781), Dukuros (1813), Lielkangaros (1874), Aizkrauklē (1872), Skrīveros (1892), Stukmaņos (1900). Pašā Rīgā svarīgas stikla ražotnes bijušas Purvciemā (1866), Sarkandaugavā (1866, otra 1882), Piņķos (1880), Aleksandra augstumos (1896), Ilģuciemā (1889), Ķengaragā (1901), Mazjumpravā (1910), Dreiliņos (1912). Nevar nepieminēt 19. gadsimtā dibinātās populārās stikla ražotnes Puzeniekos (1853), Ventspilī (1865), Mordangā (1868), Ozolos Kuldīgas apkaimē (1873), Zemītē (1890), Grīvā (1893) un Livānos (1887). Bijušas vēl arī citas stikla ražotnes, jo vai katra muiža ir nodrošinājusi sev nepieciešamos stikla izstrādājumus.

Pamatsastāvs visām stikla šķirnēm ir silīcija dioksīds (smiltis, kvarca kristāli vai krams), kas iegūts no kvarca smiltīm – tīrām, bez piesārņojuma. Venēcieši šim nolūkam izmantojuši tīru upes smilti, bet Bohēmijas stiklinieki smiltis ieguvuši no tīra kvarca. Cik tīru smilti spēja iegūt mūsu senči Latvijas teritorijā? Silīcija dioksīds kūst ļoti augstā temperatūrā – 1600 °C, tādēļ to tīrā veidā izmanto tikai īpaši izturīgam stiklam. Jau izsenis papildus pievieno kušanas temperatūras paaugstinātājus – sodu vai potašu, tad sakausēšanai pietiek ar 1200 °C. Sakausēšanas procesā izveidojas viskozs šķidrums, kuru var formēt ar dažādiem paņēmieniem – ar pūšanu, vilkšanu, presēšanu, liešanu, tecināšanu un rullēšanu, iegūstot ļoti atšķirīgas, daudzveidīgas stikla formas (Halem, 1996). Soda Eiropā iegūta no jūras pelniem, bet potašs – no dižskābāržu vai skuju koku pelniem. Sodas stikls ir viegli sakausējams, tas ir mīksts un tāpēc viegli apstrādājams, turklāt gaišs un tīrs. Potaša stikls – grūti kausējams, ciets, mazāk plastisks salīdzinājumā ar sodas stiklu, taču ļoti spīdīgs. Tā kā to agrāk ieguva no pelniem, kuros ir daudz dzelzs, stikls bija zaļganā krāsā.



2. att. 18. gs. pudele. Latvija. Rīgas vēstures un kuģniecības muzeja krājumā. Inventāra nr. VRVM 55616. Ekspozīcija Mencendorfa namā. Foto: Ilona Audere. 2016. gads.



Tā kā mežs arī bija izejviela šī stikla izgatavošanā, to sauc arī par meža stiklu (2. att.). Lai iegūtu vienu kilogramu potaša, tika izlietota tonna koksnes. Svarīgi atzīmēt, ka Latvijā vēl ir saglabājušies 18. gs. logu un durvju stiklojumi, kas izgatavoti no meža stikla. Piemēram, Rundāles pils muzeja krājumā esošie Brunavas un Skaistkalnes baznīcu logi. Par stikla ražošanu Latvijas teritorijā 17.–18. gadsimtā ir publicēts Maijas Baņķieres pētījums (Baņķiere, 1987).

19. gs. Eiropā sākās aktīva interese par seno vitrāžu atjaunošanu un izgatavošanu – rekonstrukciju, tādēļ īpaša uzmanība veltīta seno stikla tehnoloģiju izpētei un jaunu tehnoloģiju radīšanai. Pasaulē parādījās *tifani* stikls. Latvijā šis laiks bija aktīvas darbības sākums populārām, starptautisku atzinību guvušām stikla fabrikām Ilģuciemā un Līvānos, pasaules līmeņa vitrāžas izgatavoja Latvijā darbojošās J. Baijernaņa, E. Todes un A. Kālerta darbnīcas, kuru māksliniecišķi augstvērtīgie darbi līdzvērtīgi konkurēja ar amata brāļu veikumu Vācijā, Itālijā, Francijā un citās izslavētās “stikla” zemēs, gūstot atzinību un godalgas starptautiskās izstādēs.

Līdz pat padomju laikam galvenās stikla ražotnes izmantoja mūsu teritorijā iegūtas izejvielas. 20. gadsimta 30. gados Ilģuciema stikla fabrikā tapa mūsu mākslinieku novatoriski darbi. Piemēram, gleznotāja Romana Sutas (1896–1944) gravētie dekoratīvie stikla trauki un tēlnieka Eduarda Karitona (1898–1985) *Art Deco* gaismas ķermeņi – “Senlatvieša galva” un “Zivs” (atrodas Latvijas Nacionālā mākslas muzeja krājumā). Labi zināmi un vēl daudzās latviešu mājās sastopami ir arī padomju laika rūpnieciskā dizaina stikla izstrādājumi. Minēšu kaut vai kādreiz populārās 50. gadu smaržu pudelītes “Zilīte”, “Rudens”.

20. gadsimta 60. gadi Latvijā ir profesionāla stikla dizaina sākums, jo Mākslas akadēmijā tiek nodibināta Stikla apstrādes nodaļa. Pirmie šā laika dizaineru darbi tapuši Līvānu un Grīziņkalna stikla fabrikā. Savas idejas rūpniecās realizē Arnolds Vilbergs, Dainis Gudovskis, Herberts Erbs, Aīda Rotčenkova un daudzi citi. Tas ir laiks, kad pasaules jaunās tehnoloģijas – lietie stikla bloki, šķiedras u. c. – tiek aktīvi izmantotas arī mūsu stikla dizainā. Līdz šim vēl nav īsti novērtēts jau daļēji zaudētais iepriekšējo gadu desmitu Eiropas labākajās tradīcijās veidotais stikla dizaina mantojums – stikla skulptūras pilsētvidē un telpās, apgaismes objekti, oriģināli trauku komplekti un citas lietas.

Latvijas brīvības laiks nācis gan ar plašu seno stikla fabriku darbības beigām, gan arī ar jaunām novitātēm – kā vietējos, tā ārvalstu stikla produktu cienītājus šodien priecē trīs nopietnas ražotnes – “AM Studio” Andas Munkevicās vadībā, “An & Angel” Arta Nīmaņa vadībā un “DunoGlass” Jura Dunovska vadībā, kas spēcīgi konkurē ar citām Eiropas ražotnēm. Minētajās ražotnēs, kā arī mazākās mākslinieku studijās vai ārzemēs top arī daudzveidīgi topošo stiklinieku un profesionālu mākslinieku mācību un izstāžu darbi, kas guvuši panākumus starptautiskos konkursos un izstādēs.

Aktuāls paliek jautājums par Latvijas smiltīm. Ja to kvalitāte un resursi vairs nav pietiekami, mākslinieki smilšu nozīmību bieži uzsver ar neapstrādātu smilšu iekļaušanu kompozīcijās. Smiltis nereti tiek izmantots arī kā eksponēšanas vieta vai darba pamats. Tādējādi tiek aktualizēta filozofiska doma par stikla sākotni, būtību...

## LITERATŪRA

- Apala, Z. 1978. Izrakumi Cēsu pilsdrupās. Zinātniskās atskaites materiāli par 1977. gadu. 9. lpp.
- Apala, Z. 1979. Izrakumi Cēsu pilsdrupās. Zinātniskās atskaites materiāli par 1978. gadu. 60. lpp.
- Apals, J., Apala, Z. 1974. Āraišu arheoloģiskās izpētes darbs 1973. g. 5. lpp.
- Baņķiere, M. 1987. Stikla ražošana un izplatība Latvijā 17.–18. gs. 120 lpp.
- Caune, A. 1974. Arheoloģiskie izrakumi Rīgā, Trokšņu ielā un L. Pils ielā. Zinātniskās atskaites materiāli par 1973. g. 16.–19. lpp.
- Caune, A. 1971. Arheoloģiskie izrakumi Vecrīgā, 13. janvāra ielā (grupa 3, grunts 86). Zinātniskās atskaites sesijas referātu tēzes par arheologu, antropologu un etnogrāfu 1970. gada pētījumu rezultātiem. 33. lpp.
- Caune, A. 1982. Izrakumi Bauskas pili. Zinātniskās atskaites materiāli par 1981. un 1982. g. 64.–65. lpp.
- Caune, A. 1977. Izrakumi Jaunsaules Siliņu kapulaukā un Bauskas pilsdrupās. Zinātniskās atskaites materiāli par 1976. g. 29. lpp.
- Caune, A. 1986. Izrakumi Rīgā, Peldu un Sarkanās Gvardes ielā. Zinātniskās atskaites materiāli par 1984.–85. g. 46. lpp.
- Dripe, J. 1977. Izrakumi Ludzas pili. Zinātniskās atskaites materiāli par 1976. g. 33. lpp.
- Mežaks, A. 1938. Madlienās Menģeles draudze pagātnē un tagadnē.
- Mugurēvičs, Ē. 1975. Izrakumi Mārtiņsalā. Zinātniskās atskaites materiāli par 1974. g. 69. lpp.
- Zariņa, A. 1977. Izrakumi Lielvārdē. Zinātniskās atskaites materiāli par 1976. g. 79. lpp.
- Foulds, D. E., 1993. A Guide to Czech and Slovak Glass. Pp. 21.
- Halem, H. 2006. Glass Notes: a reference for the glass artist. Pp. 352.
- Brunstermann, F. 1902. Die Geschichte der Kleinen oder St. Johannis=Gilde in Wort und Bild. 859 S.
- Buchholtz, A. 1876. Materialien zur Personenkunde der Ostsee-Provinzen. Bd. 30
- Hernes, I. 1983. Zur Verteilung der Glashütten in Südlivland von 1860 bis zum ersten Weltkrieg. *Nordost*, 72(16).
- Hernes, I., 1985. Zur Verteilung der Glashütten in Kurland in herzoglicher Zeit. *Nordost – Archiv*, 80(18).
- Hernes, I. 1986. Zur Verteilung der Glashütten in Kurland in russischer Zeit. *Nordost – Archiv*, 83–84(19).
- Lawrence, L. 1992. Glasfenster der Welt. München: Orbis, 1992. S. 10.
- Stieda, W., Mettig 1986. C. Schragen der Gilden und Ämter der Stadt Riga bis 1621. 396 S.
- Rahden, A. 1896. Kircheninventarium der hiesigen deutschen Kirche. *Jahrbuch für Genealogie, Heraldik und Sphragistik*. Mitau. S. 122.

## ABSTRACT

Evidences of glazing and glass pieces found in the territory of Latvia date back to the period before 1541, when the glazier craft is founded and documentation of glaziers' work begins. One can speak about fairly significant preserved glass works and also some written material since the 17th century. Although even today qualitative glass pieces are produced in Latvia, the possibility to use the Latvian sand, which had been considered of high quality for centuries, has been lost.

**Keywords:** glaziers, raw materials, glass factory, art crafts.

# STIKLA RAŽOŠANA KURZEMES HERCOGU UZŅĒMUMOS

## GLASS MANUFACTURING AT COMPANIES OWNED BY COURLAND DUKES

Mārīte JAKOVĻEVA

LU Latvijas vēstures institūts  
E-pasts: marite@lza.lv

**Atslēgvārdi:** stiklinieks, cunfte, Kurzemes hercogiste.

Stiklinieku cunfte Kurzemes hercogistē (pilnais nosaukums: Kurzemes un Zemgales hercogiste: 1561/1562–1795) pastāvēja kopš 16. gs. beigām. Tomēr stikla ražošana lielākā apjomā saistās ar Kurzemes hercogu darbību, t. i., notika ārpus cunftes ietvariem. Diemžēl līdz mūsdienām saglabājušies vēstures avoti – līgumi ar amatniekiem, meistaru rēķini un ziņojumi par manufaktūru jeb ražotņu darbību – bieži vien ir nepilnīgi un satur fragmentāru informāciju. Iespējams, šā apstākļa dēļ nedaudzajās publikācijās, kas līdz šim veltītas aplūkojamajam jautājumam, ir sastopamas daudzas neprecizitātes un pārspīlējumi.

Balstoties uz Latvijas Valsts vēstures arhīvā esošajiem dokumentiem, var konstatēt, ka 17. gs. Kurzemes hercogistē stikla ražošana norisinājās Rendā, Jelgavā, Baldonē un Biržos netālu no Jēkabpils. Ir netiešas norādes, ka manufaktūra Rendas muižā darbojusies jau vismaz kopš 17. gs. 30. gadiem, t. i., vēl pirms hercoga Jēkaba (1610–1681, valda no 1642) kāpšanas tronī. Pārējās trīs ražotnes ir hercoga Jēkaba dibinājumi: Jelgavā 17. gs. 40. gadu sākumā, Biržos 1651./1652. gadā un Baldonē vismaz no 1657. gada. Visu uzņēmumu darbībā nereti bija dikstāves un ilgstoši darbības pārtraukumi, ko izraisīja nekārtība izejvielu piegādē un politiskie apstākļi, piemēram, poļu–zviedru karš un hercogistes zviedru okupācija (1658–1660).

Saskaņā ar hercoga rīkojumiem un ar meistariem noslēgtajiem līgumiem stikla ražošanai nepieciešamo malku un pelnus (potašu) noteiktā apjomā piegādāja tuvējo hercoga muižu zemnieki, viņi arī pildīja nekvalificētos darbus. Savukārt par to, kur ieguva kvarcu saturošas smiltis un citus stikla izgatavošanai nepieciešamos komponentus, avotos diemžēl informācijas tikpat kā nav, taču, visticamāk, tos ņēma tuvākajā apkaimē. Ugunsizturīgos traukus stikla masas kausēšanai gatavoja no īpašas šķirnes mālzemes jeb t. s. Magdeburgas zemes (*Magdeburger Erde*), kuru hercogi ievada no Vācijas. Arī vairums meistaru Kurzēmē ieradās no Vācijas, bet atsevišķi arī no Polijas.

Produkcijas lielāko daļu veidoja logu stikls, t. sk. arī karietēm, un dažāda lieluma pudeles – gan apaļas, gan arī četrkantīgas. Ražoja arī dažādas formas glāzes un krūzes, bļodas, saldumu traukus (*Zucker Glas*, *Confectur Glas*), aptiekas traukus, kupolus stādu pasargāšanai no sala, smilšu pulksteņu korpusus utt.

18. gs. sākumā joprojām pastāvēja Jelgavas un Biržu stikla manufaktūras. To darbību pārtrauca Lielais Ziemeļu karš un tam sekojošās politiskās jukas. Par stikla ražošanu hercogistē turpmākajos gadu desmitos līdz hercogistes pievienošanai Krievijai ziņas ir visai neskaidras.

#### LITERATŪRA

- Ferber, J. J. 1784. Anmerkungen zur physischen Erdbeschreibung von Kurland, nebst J. B. Fischers Zusätze zu seinem Versuch einer Naturgeschichte von Liefland. Riga: Joh. Fr. Hartknoch, S. 304.
- Baņķiere, M. 1987. Stikla ražošana un izplatība Latvijā 17.–18. gs. *Materiāli feodālisma posma Latvijas mākslas vēsturei*, 2. Rīga: Zinātne, 120.–142. lpp.

# STIKLS SENAJĀ ĒGIPTĒ

## GLASS IN THE ANCIENT EGYPT

Valdis SEGLIŅŠ

Latvijas Universitāte; e-pasts: Valdis.Seglins@lu.lv

**Atslēgvārdi:** obsidiāns, fulgītīds, stikls, keramikas glazūra, stikla ķīmiskais sastāvs.

Visai bagātīgā artefaktu klāstā, kas raksturo amatniecības prasmes Senajā Ēģiptē, stikla izstrādājumi ne vienmēr tiek pieminēti vai īpaši izcelti, un tam ir vairāki iemesli. Viens no tiem ir visai atšķirīgie priekšstati par stikla izgatavošanas tradīcijas sākumu un konstatētā jau pirmajā gadu tūkstoši pirms mūsu ēras nepārprotami ārkārtīgi augstā meistarība (1. att.), kas Vidusjūras reģionā tika atkārtoti sasniegta tikai viduslaikos. Tādēļ ir pamatoti mēģināt rekonstruēt stikla iegūšanas sākumu Ēģiptes senajā civilizācijā, īpaši izceļot zināšanas par izejvielām un tehnoloģiskiem procesiem.

Senajā Ēģiptē dabā atrodamais stikls tiek izmantots ja kopš Pirmsdinastiju laikiem (apm. 6000–3150 g. p.m.ē.), bet tie ir reti gadījumi un šī stikla īpašības nav piemērotas augstvērtīgu izstrādājumu izgatavošanai. Vairāk zināms ir ļoti nelielos daudzumos izmantotais obsidiāns un neredz plašāk izmantotais fulgītīds jeb tuksneša stikls (Sīrijas stikls). Tas ir tuksneša smiltis zibens spērienu veidots minerālveidojums, kas, sašķiots dažāda izmēra un nokrāsas gabalos, nonācis pie ēģiptiešu “juvelieriem”. Starp šādiem izstrādājumiem zināmas vairākas rotas no valdnieka Tutanhama (1341.–1323. g. p.m.ē.) kapenēm.

Kopumā stikls Senajā Ēģiptē ir izcila kvalitāte, tam nav līdzīgu nekur senajās civilizācijās, un tomēr daudzi šo izstrādājumu pagatavošanas tehnoloģijas jautājumi joprojām nav zināmi, par spīti vairāk nekā gadsimtu ilgajiem pētījumiem (Lucas, 1962: 179). Kvalitatīvi stikla izstrādājumi vairāk zināmi kopš XVIII dinastijas laikiem, bet senāki (lielākoties sīkas pērlītes un krellītes) ir ļoti reti, un to kvalitāte ir ļoti zema.

Tiek pieņemts, ka stikla iegūšana Senajā Ēģiptē ir attīstījusies līdz ar keramikas glazūru pagatavošanas un uzklāšanas tehniku, līdz ar šādu trauku apdedzināšanas tehnoloģiju un prasmju attīstību, kas ir visai droši izsekojama no Pirmsdinastiju perioda (Allen, 2013). Senie meistari spēja glazūras klāt ne tikai uz keramikas, bet arī uz akmens un citiem materiāliem (Nicholson, Shaw, 2000). Ļoti iespējams, ka stikla kausēšana, atbilstošas masas iegūšana un pārklājumu veidošana patiešām ir prasmes, kas autonomi ir apgūtas Senajā Ēģiptē, un ka sīkie stikla izstrādājumi būtu skatāmi kā nejauši atklājumi un mēģinājumi, jo to turpmākā izgatavošanas tehnoloģiju un produktu attīstība nav zināma.

Stikla meistara amata nosaukums Senajā Ēģiptē tiek saukts par *shlipakku* un *mekku*, kas ir akādiešu un to kaimiņtautu vārdi, un tie visdrīzāk raksturo cilvēkus ar šādām stikla gatavošanas prasmēm. Uz to norāda arī valdnieka Tutmosa III (apm. 1479–1425 g. p.m.ē.) astotā karagājiena uz Divupi apraksti, kuros atzīmēta



1. att. Stikla krelles ar stilizētu Hora acs visai atšķirīgu attēlojumu (6.–3. gs. p.m.ē.; Metropolitēna Mākslas muzejs Ņujorkā).

“*lapis lazuri* no Babilonas” nonākšana valdniekam (Breasted, 1906). Tā vai citādi, stikls, jo īpaši zilā un zaļā krāsā, šajā laikā kā Divupē, tā arī Ēģiptē tiek īpaši augstu vērtēts, bet Senajā Ēģiptē tas sniedz impulsu stikla izgatavošanas attīstībai. Tam ir vairāki priekšnoteikumi, starp kuriem ir ne tikai jau vairāk nekā tūkstoš gadu ilgā prakse stiklveida glazūru lietošanā, bet arī piemērotas augstas tīrības vietējās izejvielas – dabiskā soda, kvarca smiltis, natrons, kaļķakmens un visai daudzveidīgs minerālpigmentu klāsts. To atbilstoša lietošana ļāva meistariem Vidējās valsts laikā iegūt augstvērtīgu stikla masu (pirmajā fāzē) un tālāk no tās (otrajā fāzē) izgatavot daudzveidīgas rotaslietas un greznus māsaimniecības dekoratīvos traukus, kā arī neliela tilpuma noslēdzamus trauņus medikamentu un kosmētikas produktu ilgstošai uzglabāšanai.

Senās Ēģiptes stiklu ķīmiskais sastāvs ir pētīts daudzkārt, bet plašāki sastāva pētījumi un to mūsdienu laboratorisko pārbaužu skaitliskie rezultāti ir publicēti tikai pēdējos desmit gados (Shortland, Rogers, Eremin, 2007; Jackson, Nicholson, 2010; Walton et al., 2009; Smirniou, Rehren, 2013). Minēto autoru iegūtie dati liecina, ka ēģiptiešu izgatavotie stikli ir bagāti ar nātriju ( $\text{Na}_2\text{O}$  14–21,5 svara %), kas tos nozīmīgi atšķir no stikliem citās senajā kultūrās. Ar šādu nātrija daudzumu bija iespējams stikla masas iegūšanas temperatūru no raksturīgās 1700 °C pazemināt līdz pat aptuveni 1000 °C. Tomēr jāatzīmē arī visai augstais magnija ( $\text{MgO}$  3–7 svara %) un kālija ( $\text{K}_2\text{O}$  0,5–4,1 svara %) daudzums, kas visdrīzāk norāda uz

augu pelnu izmantošanu papildus, kā arī ne visai dzidra un tīra Nilas ūdens izmantošanu kausējamās masas iegūšanai. Salīdzinoši daudz ir kalcija ( $\text{CaO}$  4–11 svara %), un tas liecina par kaļķakmens plašu un, iespējams, pārmērīgu lietošanu, kas ļāva savulaik visai trauslo nātrija stikla masu stabilizēt un iegūt triecienizturīgu materiālu, kurš viegli saista arī minerālpigmentu metālu sāļus (Nicholson, Shaw, 2000). Tieši minētās raksturīgās stikla ķīmiskā sastāva savdabības ļauj šos stikla izstrādājumus atšķirt no citiem, lai arī tehnoloģiskās inovācijas, kā arī stikla izejvielu tirdzniecība Vidusjūras austrumu piekrastes zemēs no Ēģiptes pirmā gadu tūkstoša laikā pirms mūsu ēras izplatījās visai strauji. Tādēļ piecu gadsimtu laikā pirms mūsu ēras Ēģiptē izgatavotie stikla izstrādājumi ir visai grūti atšķirami no līdzīgiem, kas izgatavoti Senajā Grieķijā, Romā un Vidusjūras salās. Tomēr mikroelementu sastāvs un to attiecības, kas pamatā atspoguļo izmantoto vietējo smilšu ķīmisko sastāvu, ļauj arī šos stiklus savstarpēji atšķirt. Šo piemaisījumu nav daudz, uz to norāda salīdzinoši nelielais alumīnija ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,6–2,6 svara %) un arī dzelzs daudzums ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,26–1,1 svara %) Uzskatāmākās atšķirības ir konstatējamas, izmantojot atsevišķu ķīmisko elementu pāru savstarpējās satura proporcijas, piemēram, Zr/Ti pret Cr/La. Līdzīgi tam, Senajā Ēģiptē izgatavotie stikla izstrādājumi zilā krāsā visai būtiski atšķiras no citos reģionos izgatavotiem izstrādājumiem tieši pēc Li/B un Ni/Co, kā arī Co/Zn un Co/Ni proporcijām.

Veiktā datu apstrāde un analīze norāda, ka ir iespējams ar ķīmiskām analīzēm nošķirt Senajā Ēģiptē izgatavotos stiklus no citos reģionos izgatavotiem, bet iegūtie rezultāti var pavērt iespējas atšķirt arī keramikas izstrādājumu stiklveida glazūras, un šādi pētījumi līdz šim nav veikti. Ņemot vērā, ka norādītie ķīmiskā sastāva komponenti mūsdienas ir nosakāmi ar nedestruktīvām metodēm, visai daudzveidīgā glazēto senlietu kolekcija Mākslas muzejā "Rīgas birža" var tikt izmantota šādu pētījumu realizācijai. Tas varētu ļaut ne tikai daudz precīzāk grupēt viena tipa izstrādājumus, bet arī nošķirt to izgatavošanas reģionus Senās Ēģiptes visai plašajā teritorijā.

## LITERATŪRA

- Allen, S. J. 2013. Functional Aspects of Funerary Pottery: A Dialogue between Representation and Archaeological Evidence. In: Bader, B., Ownby, M. F. (eds.) Functional aspects of Egyptian ceramics in their archaeological context. *Orientalia Lovaniensia Analecta*, 217, 273–292.
- Breasted, J. H. 1906 Ancient Records of Egypt II, p. 204.
- Jackson, C. M., Nicholson, P. T. 2010. The provenance of some glass ingots from the Uluburun shipwreck. *Journal of Archaeological Science*, 37(2), 295–301.
- Lucas, A. 1962. Ancient Egyptian Materials and Industries. 4th edition. London: Edvard Arnold, p. 179.
- Nicholson, P., Shaw, I. 2000 Glass. In: Ancient Egyptian Materials and Technology. Cambridge University Press, pp. 195–224.
- Shortland, A., Rogers, N., Eremin, K. 2007. Trace element discriminants between Egyptian and Mesopotamian Late Bronze Age glasses. *Journal of Archaeological Science*, 34(5), 781–789.
- Smirniou, M., Rehren, Th. 2013 Shades of blue – cobalt-copper coloured blue glass from New Kingdom Egypt and the Mycenaean world: a matter of production or colourant source? *Journal of Archaeological Science Volume*, 40(12), 4731–4743.

- Varberg, J., Gratuze, B., Kaul, F. 2015. Between Egypt, Mesopotamia and Scandinavia: Late Bronze Age glass beads found in Denmark. *Journal of Archaeological Science*, 54, 168–181.
- Walton, M. S., Shortland, A., Kirk, S., Degryse, P. 2009. Evidence for the trade of Mesopotamian and Egyptian glass to Mycenaean Greece. *Journal of Archaeological Science*, 36(7), 1496–1503.

#### ABSTRACT

Glass manufacturing in the Ancient Egypt as a separate craft industry is known from the 15th century BC and expanded rapidly. Manufacturing was based on the local raw materials and allowed obtaining of high-quality glass. The chemical composition of glass indicates high amount of sodium leading to easy attraction of metal salts from natural pigments and allowing ancient craftsman to get multi-coloured glass with durable paint. Trace elements in glass indicate raw sand impurities and their analysis can help to analyse similar vitrified varnish. This could allow for more precise grouping of glazed ancient artefacts and localise the ancient manufacturing sites.

**Keywords:** raw materials, technology, chemical composition, glaze.



## 7. SESIJA. SMILŠAINUMS UN STIKLAINUMS PĀRTIKĀ

### *SANDINESS AND GLASSINESS IN FOOD*

#### **SMILŠU MĪKLAS CEPUMU UZTURVĒRTĪBAS PAAUGSTINĀŠANAS IESPĒJAS**

#### ***OPPORTUNITIES TO IMPROVE THE NUTRITIONAL VALUE OF SHORTCRUST PASTRY COOKIES***

**Daiga KUNKULBERGA**

Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte

E-pasts: daiga.kunkulberga@llu.lv

**Atslēgvārdi:** kailgraudu mieži, kailgraudu auzas, uzturvērtība, cepumi.

Smilšu cepumi ir jau sen zināms un iecienīts konditorejas izstrādājums, populārs gan senos laikos, gan mūsdienās. Cepumu ražošanā visbiežāk izmanto augsta maluma kviešu miltus (405. tips), cukuru, taukvielas, olas un dažādas piedevas. Smilšu cepumiem ir augsta enerģētiskā vērtība un mazs mitruma saturs (Segliņš, Kunkulberga, 2013). Auzas un mieži ir bagāti ar šķiedrvielām un minerālvielām (Arendt et al., 2013). Kailgraudu auzas un mieži atšķiras no plēkšņainajām auzām un miežiem ar to, ka tiem nav apvalciņu, graudu kulšanas procesā tie jau tiek atdalīti. Kailgraudu auzu un kailgraudu miežu uzturvērtība ir augstāka salīdzinājumā ar plēkšņainajiem graudiem (Kalniņa et al., 2013; Kļava et al., 2011). Izmantojot šo graudaugu miltus cepumu ražošanā, var panākt, ka cepumu uzturvērtība tiek ievērojami paaugstināta. Uzturvērtības paaugstināšanai cepumiem iespējams pievienot arī papildu piedevas, piemēram, dzērvenes, rīvētus burkānus, čia sēklas. Pētījuma mērķis – analizēt kailgraudu miežu un kailgraudu auzu izmantošanas iespējas smilšu cepumu ražošanā.

Pētījumā izmantotas Agroresursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centrā audzētās kailgraudu auzas S-156 un kailgraudu mieži IC360. Analizēti pētījumā izstrādātie pilngraudu cepumi ar piedevām un bez tām un kontroles paraugs. Cepumos izmantotajiem miltu paraugiem noteikts β glikānu saturs saskaņā ar AOAC 995.16. metodi, izmantojot nepieciešamo fermentu un ķimikāliju komplektu *Megazyme*. Pilngraudu cepumiem un kontroles paraugam noteikts šķiedrvielu saturs saskaņā ar AOAC 985.29. metodi, izmantojot fermentu un ķimikāliju komplektu *Megazyme*. Pilngraudu cepumi uzglabāti 30 dienas polietilēna maisiņos gaisa vidē, tiem noteikts mitrums un cietība ar iekārtu TA.XT Plus *Texture*

*Analyzer*. Veikta pilngraudu cepumu sensorā vērtēšana – cepumu patikšanas pakāpe noteikta ar hēdonisko skalu, bet cepumu īpašību intensitāte noteikta ar linijskalu saskaņā ar ISO 4120-1983(E) *Triangular test* standarta norādēm.

Pētījuma ietvaros tika izstrādātas četras jaunas smilšu cepumu receptūras ar kailgraudu auzu un miežu pilngraudu miltiem – klasiskie bez piedevām, ar kaltētām dzērvenēm, ar kaltētiem burkāniem un ar čia sēklām. Cepumi novērtēti organoleptiski, tiem noteikts mitrums, cietība un šo rādītāju izmaiņas uzglabāšanas laikā pēc 30 dienām. Pētījumā noteikts, ka mitrums svaigos cepumos ir robežās no 3,2 līdz 5,2%. Cepumos ar piedevām tas ir lielāks. Uzglabāšanas laikā mitrums cepumos nedaudz samazinās: pēc 30 dienām tas bija mainījies vidēji par 1,6%, un tā izmaiņas nav būtiskas ( $p > 0,05$ ). Cepumu cietības analīze parādīja, ka pēc 30 dienu uzglabāšanas tā palielinājusies vidēji par 2,5 N visos paraugos. Pētījumā noteikts, ka vismikstākie cepumi 30 dienas pēc izcepšanas bija ar dzērvenēm (14,3 N), bet cietākie – ar burkāniem (18,7 N) un čia sēklām (24,3 N).

Viena no vērtīgām uzturvielām graudaugos ir šķiedrvielas, jo tās spēj pozitīvi ietekmēt organisma funkcijas. Šķiedrvielas ir pārtikas produktu sastāvdaļa, kas nepakļaujas cilvēka organisma fermentu iedarbībai un netiek absorbētas taisnajā zarnā (Straumīte, 2012). Bēta glikāni ir ūdenī šķīstošas šķiedrvielas. Pētījumā β glikānu saturs noteikts kailgraudu miežu miltos, un tas ir 7,4%, kailgraudu auzu miltos – 6,3%, mazāk to ir kviešu pilngraudu miltos – 0,2% un 405. tipa kviešu miltos – 0,03%. Veiktie aprēķini parādīja, ka pilngraudu cepumos β glikānu saturs ir robežās no 0,4 līdz 0,6%. Pilngraudu cepumos noteikts kopējo šķiedrvielu saturs. Cepumos bez piedevām tas ir 8,7%, savukārt cepumos ar burkānu un čia sēklu piedevu attiecīgi 14,2 un 15,6%, bet pilngraudu cepumos ar dzērvenēm – 12,3%. Tradicionālos smilšu cepumos šķiedrvielu daudzums ir vien 2–3% (Zariņš, Neimane, 2002). Jo šķiedrvielām bagātākas ir izejvielas, kuras izmanto produktu gatavošanā, jo vairāk šķiedrvielu ir produktā.

Viens no svarīgiem posmiem jaunu produktu izstrādē ir to sensoriskā novērtēšana – produkta kvalitātes īpašību pārbaude ar maņu orgānu palīdzību. Hēdoniskās skalas vērtēšanas mērķis ir noskaidrot, vai vērtētājiem patik jaunradītie pilngraudu cepumi un vai starp šiem cepumiem ir jūtamas būtiskas atšķirības. Vērtētāji jaunos cepumus, izmantojot hēdonisko skalu (maksimālais vērtējums 9 punkti), noteikuši ar vērtībām no 6,6 līdz 7,5, tas ir, no “mazliet patīk” līdz “ļoti patīk”. Pēc dispersijas analīzes rezultātiem var secināt, ka starp pilngraudu cepumiem ar piedevām patikšanas ziņā pastāv būtiskas atšķirības ( $p > 0,05$ ). Vērtētājiem vislabāk patika pilngraudu cepumi ar dzērvenēm, taču nepastāv būtiskas atšķirības ( $p < 0,05$ ) patikšanas ziņā ar pilngraudu cepumiem bez piedevām un kontroles paraugu. Vismazāk vērtētājiem patika paraugi ar čia sēklām un kaltētiem burkāniem. Salīdzinot pilngraudu cepumus ar kontroles paraugu (405. tipa kviešu milti), pilngraudu cepumi novērtēti līdzvērtīgi smilšu cepumiem. Cepumu īpašību intensitātes noteikšanai izmantota linijskala. Cepumu paraugu salīdzinājumā būtiskas atšķirības pastāv irdenuma un cietības intensitātē, bet nav būtiskas atšķirības saldās garšas un pēcgaršas intensitātē.

Pētījums parādīja, ka kailgraudu miežu un kailgraudu auzu miltus veiksmīgi var izmantot cepumu ražošanā. Cepumu receptūru var papildināt ar šķiedrvielām

bagātām izejvielām – burkāniem, dzērvenēm vai čia sēklām. Uzglabāšanas laikā cepumu mitrums un cietība būtiski nemainās. Sensorā novērtēšanā pilngraudu cepumi novērtēti līdzvērtīgi cepumiem no kviešu miltiem. Ar kailgraudu miežu un kailgraudu auzu miltu izmantošanu cepumu ražošanā ir iespējams ievērojami palielināt šķiedrvielu saturu produktā.

## LITERATŪRA

- Arendt, K. Elke, Zannini, E. 2013. *Cereal grains for the food and beverage industries*. Woodhead Publishing Limited, UK, pp. 243–274.
- Kalnina, S., Rakcejeva, T., Kunkulberga, D. 2013. Investigation of physically-chemical parameters of conventional and organic hull-less barley harvested in Latvia. *Proceedings of Annual 19th International Scientific Conference "Research for Rural Development 2013"*, 1, 120–124.
- Klava, D., Rakcejeva, T., Cerpa, L. 2011. Use of sourdough with hull-less oats in wheat bread production. *Proceedings of the 6th International Congress Flour-Bread'11*. 8th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, Croatia, p. 252–258.
- Segliņš, V., Kunkulberga, D. 2013. *Miltu konditorejas izstrādājumu ražošana*. Rīga: RTU izdevniecība, 185.–189. lpp.
- Straumīte, E. 2012. *Bioloģiski aktīvas vielas pārtikas produktos*. Jelgava: LLU. 151.–167. lpp.
- Zariņš, Z., Neimane, L. 2002. *Uztura mācība*. Apgāds "Rasa ABC", 415 lpp.

## ABSTRACT

Hull-less barley and hull-less oat are great source of dietary fibre. The aim of the present study was to work out opportunities of using oat and barley in wholegrain cookies. Four wholegrain shortcrust pastry cookies with new recipes were analysed. During storage, moisture of wholegrain cookies and hardness does not change significantly. Sensory evaluation wholegrain cookies valued equally to cookies made of white wheat flour. The data show that cookies with hull-less barley and hull-less oat have a good quality and are able to significantly increase the fibre content in the product.

**Keywords:** hull-less barley, hull-less oat, nutritional value, cookies.

# SMILŠU STRUKTŪRA MILTU IZSTRĀDĀJUMOS

## *“SANDY” STRUCTURE IN FLOUR PRODUCTS*

Ilga GEDROVICA

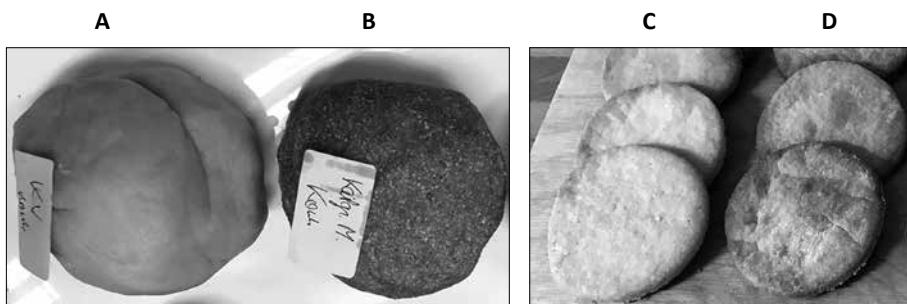
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte  
E-pasts: Ilga.Gedrovica@llu.lv

**Atslēgvārdi:** graudi, konditorejas izstrādājumi, kvalitatīvie rādītāji.

Miltu izstrādājumu gatavošanai izmanto dažādu tipu kviešu miltus. Augstākā labuma milti ir smalki samalti, balti, un to struktūra ir maīga, gaisīga, jo tajos nav grauda ārējo daļu jeb apvalku. 1. un 2. šķiras milti, kā arī rupjie milti ir tumšāki un rupjākas frakcijas nekā augstākā labuma milti, jo to maluma pakāpe atkarībā no tipa ir rupjāka. Šo miltu struktūra ir “smilšaina” miltu sastāvā esošo graudapvalka daļiņu dēļ (Kunkulberga et al., 2010).

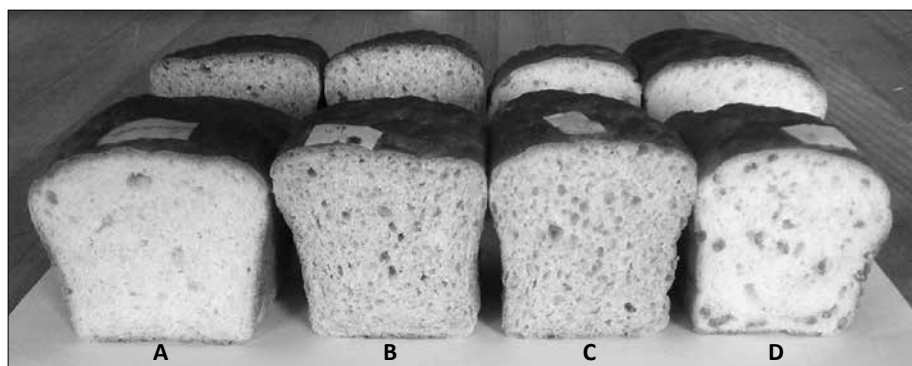
Produkta gatavošanai izmantotais miltu tips būtiski ietekmē vairākas produkta kvalitatīvās īpašības, to skaitā vizuālo izskatu un struktūru, un to var novērot gan produkta mīklā, gan gatavajā izstrādājumā.

Gatavojot smilšu cepumus no augstākā labuma miltiem, var redzēt, ka mīkla ir gaiša, ar maigu struktūru (1. att. A) un gatavie cepumi ir gaiši dzeltenā krāsā ar trauslu struktūru (1. att. C). Savukārt no rupja maluma miltiem gatavotas smilšu cepumu mīklas vizuālais izskats un struktūra ir citāda – it kā mīklai būtu pievienotas smiltis (1. att. B), un šīs atšķirības saglabājas arī gatavā produktā (1. att. D).



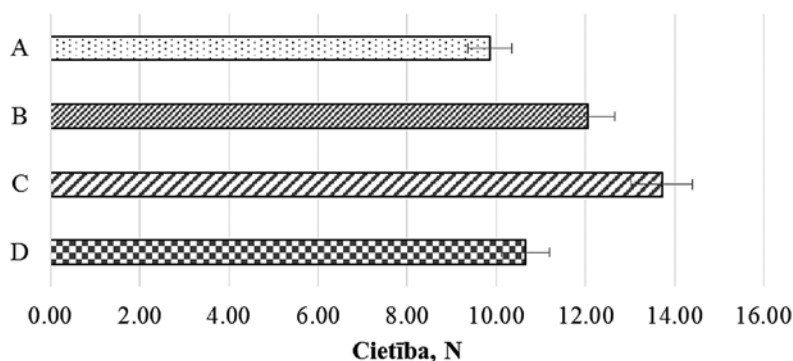
1. att. Smilšu cepumu mīkla (A – izmantojot augstākā labuma miltus, B – izmantojot rupjā maluma miltus) un gatavie cepumi (C – izmantojot augstākā labuma miltus, D – izmantojot rupjā maluma miltus).

Arī gatavojot citus miltu izstrādājumus, piemēram, maizi, ir vērojamas izmaiņas, kas izraisa asociācijas ar smiltīm. Cepot maizi no augstākā labuma miltiem, tā sanāk gaiša, ar maigu un elastīgu struktūru (2. att. A). Arī tad, ja, piemēram, tikai daļu no receptūrā paredzētajiem miltiem aizstāj ar miltiem, kas ir rupjāka maluma vai veseli mērcēti graudi, maizes izskats izmainās – tā paliek tumšāka, graudapvalka daļiņas un veseli mērcētie graudi līdzinās smalkiem smilšu graudiem (2. att. B, C, D).



2. att. Klasiskā kviešu baltmaize (A – 100% augstākā labuma milti, B – 20% vidēja maluma milti, C – 20% rupja maluma milti, D – 20% veseli mērcēti graudi).

Izmaiņas struktūrā apstiprina arī mērījumi ar struktūras analizatoru (pētījumos izmantots “TA.XT plus TEXTUREANALYSER”, lietojot sprūdu P 25–25 mm *Aluminium cylinder probe*). Cietība maizei no augstākā labuma kviešu miltiem ir 9,86 N, savukārt maizei no dažāda maluma pakāpes miltiem cietība ir lielāka (3. att.).



3. att. Klasiskās kviešu baltmaizes struktūra (A – 100% augstākā labuma milti, B – 20% vidēja maluma milti, C – 20% rupja maluma milti, D – 20% veseli mērcēti graudi).

Šādas izmaiņas struktūrā ir saistītas ar to, ka rupjāka maluma milti satur paaugstinātu šķiedrvielu daudzumu. Tās, nonākot saskarē ar ūdeni, uzbriest un padara mīklu smagāku un stingrāku, tādējādi vājinot lipekļa saites. Īpaši svarīga ir pentozānu ietekme uz struktūru. To fizikālās īpašības nosaka pentozāna molekulu izteikti polimērais raksturs un daudzu hidrofilo grupu klātbūtne (Popper et al., 2006). Pentozāniem ir liela nozīme mīklas struktūras un stingrības veidošanā, jo tie spēcīgi uzbriest, saista daudz ūdens un aizsargā no fermentu iedarbības. Uzbrīstot tie veido gēlu, tāpēc mīkla no rupjākiem miltiem ir lipīgāka un mitrāka (Peressini et al., 2009; Hoskeny et al., 1990), bet gatavie produkti – cietāki.

Veicot miltu izstrādājumu sensoro vērtēšanu, var novērot “smilšu efektu” – ēdot miltu izstrādājumu, uz mēles rodas sajūta, it kā mutē būtu nonākuši smilšu graudiņi. Šādu rezultātu veicina rupja maluma miltu vai citu pievienoto papildu izejvielu ar cietu struktūru lietošana miltu izstrādājumu gatavošanas procesā. Atsevišķos gadījumos šo smilšu sajūtu labāk var noteikt, izvērtējot produkta pēcgaršu. Kā piemēru, kad sensori miltu izstrādājumos var sajust “smilšu efektu”, var minēt topinambūra miltus, kam ir stingrāka struktūra nekā kviešu miltiem, vai *kamas* miltus, kuri ir grauzdēti, to sastāvā ir pākšaugi.

Smiltis parasti cilvēkiem nedaudz saistās arī ar miltu izstrādājumiem, kaut vai tikai tāpēc, ka bērnbīdā ir ceptas smilšu kūkas. Lai arī miltu izstrādājumi no smalkiem miltiem ir gaiši un ar maigu struktūru, augstāk vērtējami ir miltu izstrādājumi no rupja maluma miltiem, kas produktam piešķir smiltīm līdzīgu struktūru, vizuālo izskatu un “garšas” sajūtu. To uzturvērtība ir krietni augstāka, jo tie bagāti satur šķiedrvielas, B grupas vitamīnus, dažādas minerālvielas un citas bioloģiski aktīvas vielas. Tātad, domājot par savu veselību un uzturu, ir vērts savā ēdienkartē “iemānīt” iespējami vairāk miltu izstrādājumu, kas gatavoti no rupjākiem miltiem, kam piemīt “smilšu efekts”.

## LITERATŪRA

- Hoseney, R. C., Rogers, D. E. 1990. The formation and properties of wheat flour doughs. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29(2), 73–93.
- Kunkulberga, D., Segliņš, V. 2010. Maizes ražošanas tehnoloģija. Rīga: RTU Izdevniecība, 40.–56. lpp.
- Popper, L., Schäfer, W., Freund, W. (Ed.) 2006. Future of Flour. A Compendium of Flour Improvement. Germany: Agrimedia. 500 p.
- Peressini, D., Sensidoni, A., 2009. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*, 49, 190–201.

## ABSTRACT

For the preparation of flour products different types of flour with different nutritional value and physical indicators are used. Rough wheat flour is in dark colour and coarse fraction, which makes the structure “sandy”, it is related with bran particles in flour composition. Rough wheat flour can be used in making products such as bread and biscuits. Flour affects the structure of dough and the product; grain particles are clearly visible also in the texture, which are similar to sand and creates the hard structure of product. Such changes in the structure are related to the fact that the rough wheat flour contains an increased amount of dietary fibre, which swells after contact with water and makes the dough and product heavy and harder.

When added to pastry products, rough wheat flour and the same other ingredients, for example Jerusalem artichoke powder, *kama* flour etc., initiate an association with sand, when you taste the product and make the sensory evaluation. Although the flour products made of fine flour is light-coloured and have soft structure, the products made of the rough wheat meal are more valuable. Special sand-like structure, visual appearance and taste is supplemented by the much higher nutritional value owing to the rich fibrous material, B group vitamins, minerals and various other biologically active components.

**Keywords:** grains, pastry, qualitative indicators.

# GRAUDU STIKLAINĪBA

## GRAIN GLASSINESS

**Daina KĀRKLIŅA**

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas katedra

E-pasts: daina.karklina@llu.lv

**Atslēgvārdi:** graudi, stiklainība, pārstrāde.

Graudi ir viena no svarīgākajām izejvielām pārtikas rūpniecībā. Tos izmanto daudzu pārtikas produktu izgatavošanai. Graudu kvalitāte ir noteicošā kvalitatīvu produktu ieguvei.

Graudu kvalitāti nosaka daudzi faktori – augšanas un klimatiskie apstākļi, graudu veidi un šķirnes, ķīmiskais sastāvs, struktūra, cietes un olbaltumvielu saturs graudu endospermā.

Graudu stiklainība ir cieši saistīta ar endospermu, tās struktūru, kas var būt stiklaina, pusstiklaina un miltaina. To var novērot, ja graudus pārgriež garenvirzienā. Stiklainu graudu endosperma ir līdzīga stiklu lausku virsmai. Rodas iespaids, ka grauds ir caurspīdīgs. Stiklainība ir atkarīga no cietes graudu daudzuma, sastāva, īpašībām, formas, atrašanās vietas un olbaltumvielu sadalījuma, kā arī no stiprības saitēm starp abām vielām. Stiklainās endospermas šūnās sakārtoti šķautņaini cietes graudiņi un tos blīvi savieno starpgraudiņu telpās esošās olbaltumvielas. Cietes graudiņi miltainās endospermas šūnās ir noapaļotas formas un sakārtoti irdeni – starpgraudiņu telpā ir galvenokārt gaiss. Stiklainos graudos olbaltumvielas atrodas vienmērīgi visā endospermā, turpretī miltainos graudos olbaltumvielas koncentrējas tuvāk endospermas ārējiem slāņiem. Graudiem ar miltainu struktūru tā ir līdzīga krītam. Miltainu graudu endospermā cietes graudu saites ar olbaltumvielām ir vājas, bet stiklainos graudos tās ir ciešas. Stiklainie graudi satur vairāk olbaltumvielu nekā miltainie graudi. Pusstiklainie graudi ir starppozīcija, un to endospermā stiklainā daļa mijas ar miltaino daļu.

Stiklainie graudi pēc ārējā izskata ir garāki nekā miltainie graudi, tādējādi, graudus šķirojot, var atlasīt stiklainos graudus. Stiklainību novēro kviešiem, rudziem, miežiem, kukurūzai un rīsiem.

Stiklainība ir cieši saistīta ar graudu cietību. Tāpēc, iegūstot produktus no stiklainiem graudiem, jāņem vērā, ka tiem ir augstāka pretestība dažādu tehnoloģisko procesu realizācijā un to apstrādei nepieciešams lielāks enerģijas patēriņš.

Izvēloties graudu malšanas režīmus un shēmu, ņem vērā graudu stiklainību. No stiklainiem graudiem var iegūt vairāk miltu, jo endosperma labāk atdalās no apvalka daļiņām, turklāt šie milti ir kvalitatīvāki nekā no miltainiem graudiem. Miltiem, kas iegūti no stiklainiem graudiem, ir labākas cepamīpašības. Izmantojot stiklainos graudus putraimu ieguvē, iegūst putraimus, kurus vārot, tie labāk saglabā savu formu. Vārot rīsus ar augstu stiklainību, tiem ir irdena struktūra.

Izmantojot miežus iesala ieguvei, stiklainu graudu klātbūtne pasliktina iegūtā iesala kvalitāti. Stiklainie graudi slīktāk piesaista ūdeni mērcēšanas procesā, līdz ar to sekojošie fermentatīvie procesi notiek lēni. Labas kvalitātes iesala ieguvei stiklaino graudu īpatsvars izejvielā nedrīkst pārsniegt 2–3% (skat. Alus kvalitātes novērtējums).

Eksistē arī tā sauktā “viltus” stiklainība, kas rodas, nepareizi uzglabājot un kaltējot graudus. Daļa endospermas pārstiklojas un mikroskopā parādās kā tumša daļa. Milti, kas iegūti no šādiem graudiem, ir sliktas kvalitātes.

## LITERATŪRA

Alus kvalitātes novērtējums (Оценка качества солода – Пиво). Pieejams: <http://best-pivo.ru/pokazat.html> [skatīts 17.02.2017.]

Khalil, Khan. 2009. Wheat. Chemistry and technology. AACC International, Minesota, USA, pp. 100–101.

Kunkulberga, D., Ruža, A. 2008. Kviešu un rudzu graudu uzturvērtība un izmantošana maizes ražošanā. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 56. lpp.

## ABSTRACT

The term of glassiness is used for the description grain endosperm. The endosperm of the grain is expressed as mealy, half-glassy or glassy. Glassy endosperm is characterised by compact embedding of starch granules into a protein matrix compared to mealy endosperm. The glassiness of grain can influence the milling process as well as the properties and quality of finished food products.

**Keywords:** grain, glassiness, processing.



# SMILŠU FILTRI PĀRTIKAS RŪPNIECĪBĀ

## SAND FILTERS IN FOOD INDUSTRY

**Elīna STURMOVIČA**

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

E-pasts: elist@llu.lv

Ūdenī parasti ir vērojams palielināts dzelzs, mangāna, amonija, sulfātu un hlorīdu savienojumu saturs (tie ir ķīmiskie savienojumiem, kas var ietekmēt ar cilvēka maņu orgāniem viegli uztveramas ūdens kvalitātes rādītāju izmaiņas – duļķainību, krāsu, garšu un smaržu). Latvijas pazemes ūdeņu dabisko sastāvu visbiežāk raksturo ļoti liels dzelzs savienojumu daudzums, kā arī palielināta sulfātu un mangāna koncentrācija. Latvijā ir noteikta maksimāli pieļaujamā norma (Ministru kabineta 2003. gada 29. aprīļa noteikumi Nr. 235 “Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība”), un ir noteikti arī pārejas noteikumi līdz 2015. gadam (noteikumu 41. punkts), ka nefasētā dzeramā ūdenī dzelzs saturs nedrīkst pārsniegt 0,4 mg/L (Pārskats par dzeramā ūdens kvalitāti un uzraudzību 2015. gadā). Atkarībā no dzelzs koncentrācijas līmeņa dzelzs daudzuma samazināšanai var izmantot ūdens mīkstinātājus (dzelzs koncentrācija mazāka par 0,5 mg/L), smilšu filtrus (dabiska minerālā vai sintētiskā materiāla filtri, kas apstrādāti ar kālija permanganātu, kurš spēj absorbēt ūdenī izšķīdušo dzelzi) vai katalītiskos skābekļa filtrus (granulēta materiāla filtri, kas veicina dzelzs reakciju ar skābekli un filtrē nešķīstošos dzelzs savienojumus).

Rakstā ir sniegts pārskats par populārākajiem smilšu filtriem, ko izmanto pārtikas rūpniecībā ūdens sagatavošanai.

**Atslēgvārdi:** filtri, kvarca smiltis, dzeramais ūdens.

### Ievads

Latvijā ūdens attīrīšanai izmanto smiltis un granti kā filtrējošo materiālu mehāniskas attīrīšanas filtriem. Dzeramā ūdens filtrēšanas iekārtu darbība tiek neregulēta atbilstoši valstī noteiktajiem ūdens kvalitātes standartiem. Gadījumos, kad ūdens kvalitāte ir neapmierinoša, tiek veikta dzelzs, mangāna un sērūdeņraža atdalīšana, izmantojot smilšu filtrus. Atkarībā no ūdens izmantošanas, kvalitātes prasībām un patēriņa ūdens attīrīšanai var izmantot dažādus smilšu filtrus un papildu filtrēšanas iekārtas. Smilšu filtra darbība balstās uz oksidāciju un filtrāciju. Vispirms ūdens tiek sajaukts ar gaisu, tad seko ūdens filtrēšana, kā rezultātā dzelzs un mangāna hidroksīdi izsēžas uz filtrējošā materiāla virsmas. Lai atjaunotu filtrējošā materiāla spēju uzkrāt dzelzs un mangāna hidroksīdu nogulsnes, filtrs regulāri tiek skalots un filtrā uzkrātie piemaisījumi tiek izvadīti kanalizācijā (Ūdens filtri WATEX...)

### Materiāli un metodes

Rakstā apkopoti literatūras materiāli par smilšu filtriem, kādus var izmantot ūdens attīrīšanai pārtikas rūpniecībā un spirta ražošanā.

## **Ekspperimentālā daļa un diskusija**

**Kvarca smilšu filtri.** WATEX MQ sērijas iekārtas ir domātas mehānisko piemaisījumu samazināšanai. To darbības pamatā ir neattīrīta ūdens filtrēšana caur filtrējošo materiālu, uz kuru izsēžas mehāniskie piemaisījumi. Šāda veida filtrus var izmantot māsaimniecību un industriālām sistēmām. Kā filtrējošais materiāls tiek izmantotas kvarca smiltis, kuras sabērtas divos slāņos. Smilšu frakciju izmērs ir  $1 \times 3$  mm un  $3 \times 5$  mm. Iekārtas ir ļoti vienkāršas, tām nav nepieciešams elektroenerģijas pieslēgums, un tās darbojas nepārtraukti. Katram filtram atkarībā no ūdens patēriņa, piesārņojuma līmeņa un filtra izmēra ir noteikta kapacitāte, pēc kuras nepieciešams veikt filtrējošā materiāla reģenerāciju (*Ferrotex* filtru apraksts un pielietojums...). Kvarca smilšu filtrus izmanto arī spirta ražošanā. Ražošanas procesā spirta un ūdens sajaukuma filtrēšana tiek veikta brīvā plūsmā, mehāniski neiejaucoties. Spirta un ūdens maisījums gravitācijas ietekmē lēni tiek filtrēts caur trim secīgiem filtriem: kvarca smilšu, Krievijas bērza kokogļu un atkal kvarca smilšu filtru (Технология изготовления и производства водки...).

**Kombinētais ūdens filtrs ar kvarca smiltīm.** Tajā darbojas auksto ūdeni filtrējošais elements un kvarca smiltis, šādi iespējams ar dubultu efektivitāti attīrīt ūdeni no mehāniskiem piemaisījumiem, rūsas un nogulsņiem. Ūdens tiek attīrīts, līdzīgi kā tas notiek ūdens avotos, plūstot cauri grants slāņiem. Šajā filtrā ūdens plūst caur PE apvalku un smalkas frakcijas smiltīm. Caurplūde ir apmēram 40 litri minūtē, pretestība ūdens plūsmai – ap 40%. Attīrāmā ūdens resursi – līdz 8000 litriem, un maksimālā ūdens temperatūra ir 38 °C (Kombinētais ūdens filtrs ar kvarca smiltīm Junkorsfiltri...).

**Spiediena filtri.** Dzelzs oksidēšana un filtrēšana notiek spiediena filtros ar sausu filtra pildījumu. Galvenā filtrējošā materiāla graudiņu izmēri atkarīgi no ūdens kvalitātes. Filtri ir slēgta tipa spiediena iekārtas ar smilšu pamata slāni. Pamata filtrējošais materiāls var būt divu vai vairāk veidu. Spiediena filtrs var saturēt nerūsējoša tērauda, galvanizēta metāla vai plastmasas filtrējošo materiālu. Iekšējo un ārējo spiediena filtra virsmu pārklājumu biezums ir vismaz 500  $\mu$ . Sprauslu grīda ir aprīkota ar iestrādātām ligzdām un filtru sprauslām. Sprauslu skaits grīdā atbilst tam, lai spētu nodrošināt ūdens un gaisa plūsmas, skalojot ar pretplūsmu. Filtrs ir aprīkots ar lūkām sānos (cilindriskajā daļā), kā arī spiediena filtru virsējā un apakšējā sfērā. Filtru apakšējā sfērā ir izveidots papildelements ūdens iztukšošanai. (Pressure sand filter...)

**“Manganese Greensand” filtri.** Latvijā izmanto arī ūdens filtrus, kas ir pildīti ar speciālu oksidējošo materiālu *Manganese Greensand*. Šie ūdens filtri spēj filtrēt dzelzi līdz pat 15 mg/L. Dabiskais ūdens atdzelžošanas materiāls tiek iegūts vietās, kur okeāna tuvumā tiek atsegti klinšainie pazemes slāņi. Oksidētie koloidie piemaisījumi filtrējot uzkrājas pašā materiālā vai arī zem tā esošajā kvarca smilšu slānī. Lai saglabātu materiāla efektivitāti un atbrīvotu to no uzkrātajām vielām, tam periodiski ar dažu dienu intervālu ir jāveic pretskalošana ar vāju zilo graudiņu šķīdumu (Ūdens filtri – atdzelzotāji AKVAPRO...)

## Secinājumi

Analizējot no literatūras avotiem iegūto informāciju, tika konstatēts, ka vis-efektīvākie ir smilšu filtri, kam filtrējošais elements ir kvarca smiltis, jo tās ar dubultu efektivitāti attīra ūdeni no mehāniskajiem piemaisījumiem, rūsas un noguls-  
nēm. Tāpat kvarca smilšu filtrus izmanto spirta ražošanā, lai iegūtu kvalitatīvu  
gala produktu.

## LITERATŪRA

- Ferrotex* filtru apraksts un pielietojums [tiešsaiste]. Pieejams: [http://www.aces.lv/62,-ferrotex\\_filtru\\_apraksts\\_un\\_pielietojums](http://www.aces.lv/62,-ferrotex_filtru_apraksts_un_pielietojums) [skatīts 15.02.2017.]
- Kombinētais ūdens filtrs ar kvarca smiltīm [tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.junkorsfiltri.lv/kombinetais-filtrs-ar-kvarca-smiltim-balts-extra/> [skatīts 15.02.2017.]
- Pārskats par dzeramā ūdens kvalitāti un uzturēšanos 2015. gadā [tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.vi.gov.lv/lv/vides-veseliba/dzeramais-udens/dzelzs-dzeramaja-udeni> [skatīts 15.02.2017.]
- Pressure sand filter. Available: <http://www.roplant.net/pressure-sand-filter.html?panel=0> [skatīts 15.02.2017.]
- Ūdens filtri – atdzelzotāji [tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.akvapuro.lv/index.php/atdzelotji-ar-kmno4.html> [skatīts 15.02.2017.]
- Ūdens filtri [tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.watex.lv> [skatīts 15.02.2017.]
- Технология изготовления и производства водки [tiešsaiste]. Pieejams: <http://aalcohol.org/information/vodka/45-tehnologiya-izgotovleniya-i-proizvodstva-vodki.html> [skatīts 15.02.2017.]

## ABSTRACT

Filter sand is an extremely effective filter media because of its ability to hold back precipitates containing impurities. Filter sand size, angularity and hardness are the important filter sand characteristics ensuring proper filtering. Quartz sand filtration system uses quartz sand at a certain pressure as a filtration medium, if higher turbidity water passes through quartz, it can remove the suspended solids, organic matter, colloidal particles, microorganisms, chlorine, odour and some heavy metal ions effectively.

**Types of Filters.** *Quartz sand* may be used as a filtration media. The natural silica filtration grade sands have a sub-angular to rounded shape, making them an ideal filtration media to capture suspended solids in water. Spirit has also been filtered through quartz sand filter. *Pressure filters.* Filtration with pressure filters featuring various filtration mediums is used in a wide range of applications during the processes of drinking water treatment, chemical disinfection and during the pH and EC regulation.

Filtration taking place through the filtration bed of pressure filters (known as the fine filtration) removes turbidity, colloid substances, undesirable colour or odour, microbiological contamination, ammonia ions, iron, manganese from water.

*Greensand filters.* Greensand is the name commonly applied to a sandy rock or sediment containing a high percentage of the mineral glauconite. Glauconite is a greenish-black to blue-green mineral which forms in shallow marine sedimentary deposits.

**Keywords:** filters, quartz sand, drinking water.



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE  
ANNO 1919

ISBN 978-9934-556-20-3



9 789934 556203 >