

Austra Stinkule  
Ģirts Stinkulis

# LATVIJAS KVARCA SMILTIS

The image shows a detailed view of a sandstone cliff face. The rock is light-colored with distinct horizontal layering and some vertical erosion patterns. At the bottom, there are several dark, irregular openings or caves. The top of the image has a grey gradient, and the sky above the cliff is a pale blue.

Austra Stinkule  
Ģirts Stinkulis

# LATVIJAS KVARCA SMILTIS

Rīga  
LU Akadēmiskais apgāds  
2017

Stinkule Austra, Stinkulis Ģirts, 2017. Latvijas kvarca smiltis. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 78 lpp.

Monogrāfija ir veltīta kvarca smiltīm Latvijā un to izmantošanas iespējām, kas ir mainījušās, laikam ritot, tāpēc aktuāls ir mūsdienīgs šo augstvērtīgo resursu izvērtējums. Izdevuma autori ir valstī un ārpus tās pazīstami derīgo izrakteņu pētnieki un zinoši to kvalitātes un izmantošanas iespēju novērtēšanas eksperti. Grāmata iepazīstina ar kvarca smilšu veidošanās apstākļiem un nozīmīgākajām likumsakarībām, kas ļauj prognozēt šo smilšu sastāvu un daudzumu. Kvarca smilšu izmantošanas vēsturisks apskats ļaus lasītājam izvērtēt izmantošanas iespējas nākotnē, ne vienmēr koncentrējoties tikai uz zināmajām un izpētītajām atradnēm. Svarīgas ir arī ziņas par aizsargājamiem ģeoloģiskiem objektiem, kuros pārstāvēti kvarca smilšu ieži, tādējādi iepazīstot Latvijas dabas vērtības plašākā kontekstā.

Grāmata paredzēta derīgo izrakteņu studijām, pētniecībai, kā arī izmantošanai teritoriju attīstības plānošanā un zemes dziļu apsaimniekotājiem, kā arī visiem tiem, kurus interesē Latvijas daba un tās daudzveidība.

Atbildīgais redaktors: *Dr. geol.* Valdis Segliņš



Izdevums tapis ar Valsts pētījumu programmas Nr. 2014.10-4/VPP-6/4 1. projekta GEO atbalstu.

Redaktors: Oskars Lapsiņš  
Datorgrafika un dizains: Paula Lore  
Vāka dizains: Paula Lore

© Austra Stinkule, 2017  
© Ģirts Stinkulis, 2017  
© Latvijas Universitāte, 2017

ISBN 978-9934-18-299-0

# SATURS

1. Ievads .....	7
2. Kvarca smilšu izplatība Latvijā un veidošanās apstākļi .....	9
3. Latvijas kvarca smilšu sastāvs .....	26
4. Kvarca smilšu izmantošana .....	51
5. Latvijas kvarca smilšu atradnes .....	57
6. Smiltis un stikls gadu gaitā .....	61
7. Aizsargājami ģeoloģiskie objekti, kuros pārstāvēti kvarca smiltsieži.....	66
8. Literatūra .....	75



## PRIEKŠVārds

Skalotu un sijātu kvarca smilšu sākotnējais izmantošanas veids ir vienkāršs – tās izmanto urbumu izveidošanai akmens materiālā, lielu akmens bloku nodalīšanā un akmens skulptūru virsmas apstrādē. Sākotnēji izveidotā padziļinājumā ieberot šādas smiltis un aplejot tās ar ūdeni, senajiem akmeņkaļiem kļuva daudz vieglāk iegūt nepieciešamās formas būvakmens blokus no klintsmasīva, izveidot augstas precizitātes caurumus, sarežģītas formas dobumus. Tikai 15.–13. gadsimtā pirms mūsu ēras kvarca smiltis izdodas iepriekš papildus attīrīt un tiek apgūti vienkārša stikla izgatavošanas paņēmieni Senajā Divupē un Ēģiptē. Panākumi stikla izgatavošanā izraisīja ķēdes reakciju jaunas kvalitātes izejvielu meklēšanā – tiek meklētas un arī atrastas augstas kvalitātes kvarca smilšu iegulas, soda, kā arī daudzi jauni pigmenti stikla ietonēšanai vēlamajā krāsā. Seko jauni tehnoloģiski sasniegumi, un turpmāko gadsimtu laikā stikla masa kļūst par izejvielu stikla trauku, glazūru, kā arī augstvērtīgu dizaina priekšmetu izgatavošanā. Turpmākos gandrīz trīs tūkstošus gadu visā pasaulē stikla rūpniecība iet šo pašu ceļu ar vienu izņēmumu renesanses laikmetā. Jau antīkajā pasaulē sasniegtā stikla kvalitāte tiek būtiski uzlabota, un stikla izmantošanas daudzveidība tiek papildināta ar novitāti. Vienīgā būtiskā tehnoloģiskā novitāte visā šajā vēsturiskajā posmā ir iespēja iegūt lielas un viendabīgas stikla loksnes, kas ļāva aizstiklot logus un pārsteigt pasauli ar agrāk nezināmiem stikla spoguļiem. Un tie mainīja pasauli, jo ļāva iegūt arī stiklu ar daudzveidīgām optiskām īpašībām. Tā brillēs, mikroskopi un teleskopi, pat fotokameru lēcas ļauj iepazīt pasauli, kas cilvēkiem līdz tam bija neatklāta un neizzināma.

Lai arī laika gaitā mainās cilvēku vajadzības, tehnoloģijas un izejvielas, nemainīgi tieši kvarca smiltis ir galvenā komponente, un to meklēšana, izpēte un īpašību apzināšana ir bijusi nozīmīga daudzu dabas zinātņu nozaru attīstībā. Tas attiecas arī uz kvarca smilšu izmantošanu un pētījumiem Latvijā, ko detalizēti apskata Austras Stinkules un Ģirta Stinkuļa pētījums par kvarca smiltīm Latvijā. Tas ir pirmais šāds plašāka konteksta pētījums, kas satur gan vēsturiskās ziņas, gan mūsdienu aktualitātes un atspoguļo mūsdienu zināšanas par šo augstvērtīgo derīgo izrakteņi Latvijā. Sniegtais bagātīgais izziņas materiāls ir noderīgs ne tikai zemes dziļu pētniekiem un ģeoloģijas studentiem, bet arī vides pētniekiem, tehnoloģiem, arī teritoriju plānotājiem, pašvaldībām un zemes dziļu izmantotājiem. Īpaši atzīmējams, ka šajā izdevumā autori iekļāvuši plašu pārskata informāciju par aizsargājamiem ģeoloģiskiem objektiem, kuros pārstāvēti kvarca smilšu ieži, ļaujot iepazīt Latvijas dabas vērtības plašākā kontekstā.

Pasaulē kvarca smilšu izmantošana rūpnieciskā pārstrādē ir samērā konservatīva attiecībā uz galvenajiem izmantošanas veidiem. Tā vairāk nekā 40 gadu

laikā apmēram 40 % (pēc masas) no pasaulē iegūtā kvarca smilšu daudzuma tiek izmantots tradicionāliem stikla izstrādājumiem (apmēram 45–50 miljoni tonnu gadā). Līdzīgi apmēram 20–25 % no pasaulē iegūtā kvarca smilšu daudzuma tiek patērēts metālliešanas formu pagatavošanā. Pārējās izmantošanas jomas ir daudzveidīgas un dinamiskas, kas ir tieši atkarīgas no tehnoloģiju attīstības sasniegumiem citās rūpniecības nozarēs. Tās ir ļoti prasīgas attiecībā uz izejvielu kvalitāti pēc ļoti daudziem rādītājiem, kurus detalizēti apzināt ir lietderīgi tikai pēc tam, kad atbilstošā ražošanas iecere ir nonākusi jau projektēšanas stadijā. Austras Stinkules un Ģirta Stinkuļa sagatavotais pētījums norāda, ka Latvija ir bagāta ar kvarca smilšu iežiem, tie ir daudzveidīgi un veido drošu pamatu jaunām tehnoloģijām un produktiem mūsu zemē nākotnē.

*Dr. geol. Valdis Segliņš*  
2017. gada 2. decembrī

# 1. IEVADS

Kvarca smiltis, baltās smiltis, stikla un veidņu smiltis – šie dažādie nosaukumi katrs no sava skatpunkta raksturo vienu un to pašu izezi – baltas smiltis ar augstu kvarca saturu, kas līdz šim pētītas un izmantotas stikla ražošanā un metāllietuvju veidņu izgatavošanā. Nav gan vienprātības par to, cik augstam jābūt kvarca saturam, lai smiltis varētu saukt par kvarca smiltīm; literatūras avotos tas visbiežāk variē starp 90 (dažās klasifikācijās tikai 80) un 100 procentiem. Ir pat viedoklis, ka šāds nosaukums attiecināms tikai uz mākslīgu materiālu – līdz smilšu izmēram sadrupinātu kvarcu.

Folklorā minētās smiltis bieži ir baltas – gan tās straujajā upē, kas tek gar brālīša namdurvīm, gan tās mūža mājā smilšu kalniņā. Tomēr šķiet, ka baltais šeit vairāk ir tīrā, labā sinonīms, mazāk patiešām balta krāsa. Parasti smiltis ir nedaudz dzeltenīgas, pelēcīgas, iesārtas, bet baltas daudz retāk un ne visur. Šim patiešām baltajām smiltīm, to izcelsmei, izplatībai, sastāvam, īpašībām un praktiskajai nozīmei ir veltīta šī grāmata.

Baltās smiltis kā teicama stikla izejviela Latvijā novērtētas un lietotas jau sen, vismaz kopš hercoga Jēkaba laikiem, bet nopietna speciālistu uzmanība tām pievērsta tikai pagājušā gadsimta trīsdesmitajos gados, kad stikla fabrikas sāka izjust akūtu izejvielu trūkumu, jo strauji izsika podzola smilšu krājumi Rīgas apkārtnē. 1936. gadā pēc toreizējā Latvijas Universitātes docenta, vēlāk profesora, Jūlija Eiduka ierosinājuma Zemes bagātību pētīšanas institūts vērsās pie tautas, aicinot iesūtīt pārbaudēm baltu smilšu paraugus līdz ar aprakstiem par atrašanās vietu, slāņu biežumu, izplatību, pieejamību u. c. Lai veicinātu šo iniciatīvu, Jūlijs Eiduks 1940. gadā radiofonā par Latvijas baltajām smiltīm, to īpašībām un praktisko nozīmi pat nolasīja lekciju.

No dažādiem Latvijas novadiem tika iesūtīti vairāk nekā simt paraugi. Lai apzinātu precīzākas perspektīvas, uz labāko paraugu noņemšanas vietām izbrauca Zemes bagātību pētīšanas institūta speciālisti. Tieši vietējo iedzīvotāju iesūtītie paraugi pievērsa īpašu uzmanību baltajām smiltīm Liepas (Lodes)-Bāles apkārtnē, kur vēlāk tika detalizēti izpētīta plaši pazīstamā stikla un veidņu smilšu atradne Bāle-Bērziņi.

Cienot iedzīvotāju aktivitāti, detalizēta informācija par katru iesūtīto paraugu, pat tādiem, ko jau pēc izskata vien varēja izbrāķēt kā pilnīgi nepiemērotus stikla ražošanai, tika apkopota apjomīgā J. Eiduka un F. Rikarda publikācijā Zemes bagātību pētīšanas institūta Rakstu II sējumā (1941). Tas arī ir līdz šim plašākais baltajām smiltīm veltītais darbs.

Ir pagājuši gandrīz 80 gadi, ir detalizēti izpētītas vairākas kvarca smilšu atradnes, apzinātas gandrīz neierobežotas krājumu palielināšanas iespējas, bet cita pēc



citas ir pārtraukušas darboties gandrīz visas kādreiz tik sekmīgās stikla fabrikas, un atlikušais, jāatzīst – plaukstošais, uzņēmums smiltis ved no Lietuvas. Neskaidra ir arī lielā kvarca smilšu patērētāja *Liepājas metalurģa* nākotne. Starp citu, arī šis uzņēmums deva priekšroku ievestām smiltīm. Kāpēc? Tāpēc, ka daudzo gadu laikā tā arī nav izdevies nopietni ķerties pie vietējo smilšu bagātināšanas, lai tās atbrīvotu no dažiem nevēlamiem komponentiem. Reti kur pasaulē ir tā, ka kvarca smiltis ir tik ideālas, ka tās var lietot dabīgā veidā, bez bagātināšanas. Mūsu ziemeļu un dienvidu kaimiņi savas smiltis bagātina, izmanto un pārdod Latvijai – gan pašas bagātinātās smiltis, gan gatavo produkciju. Pētījumi tepat Latvijā, kā arī Vācijā, Somijā un Krievijā ir apstiprinājuši, ka arī no mūsu smiltīm ar parastajām bagātināšanas metodēm iespējams iegūt visaugstākās kvalitātes materiālu.

Šī grāmata tapusi, lai atgādinātu, ka mums ir šāda dabas bagātība, un rosinātu vēl aktīvāk domāt par tās racionālu izmantošanu.

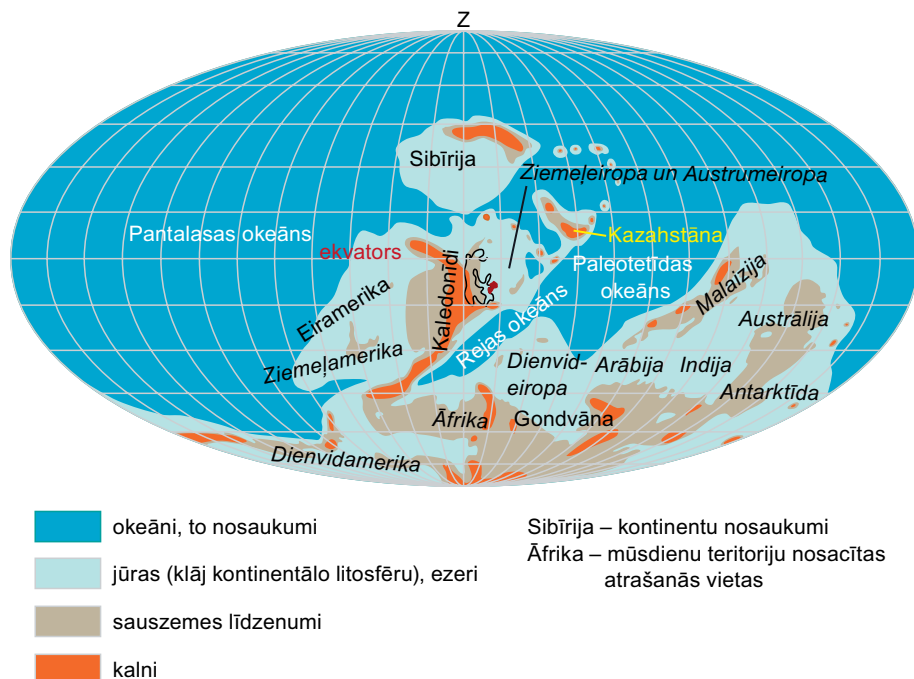
## 2. KVARCA SMILŠU IZPLATĪBA LATVIJĀ UN VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI

Par kvarca smiltīm sauc smilšu iežus, kuros kvarca saturs nav zemāks par 90–95 procentiem, tomēr dažkārt nedaudz nosacīti pie kvarca smiltīm pieskaita arī iežus ar zemāku kvarca saturu, kurus lieto stikla ražošanā un metāllietuvju veidņu izgatavošanā. Galvenā šo smilšu pazīme ir gaiša (balta, dzeltenīga) krāsa. Dažkārt smiltis, kurās kvarca saturs ir lielāks par 95 %, sauc par kvarca arenītiem (spāņu *arena* – *smiltis*).

Latvijā praktiska nozīme ir devona, juras un nedaudz arī kvartāra kvarca smiltīm, kuras sedz samērā plāna citu iežu segkārtā. Reizēm devona smiltis pie mums sauc par smilšakmeņiem, jo to laukšpata reģenerācijas, māla un dzelzs savienojumu cements nodrošina samērā labu noturību atsegumos, kur devona smilšakmeņi veido līdz 20–30 metriem augstas klinšainas kraujas. Arī kvarca smiltis jeb vāji cementētie smilšakmeņi veido dažus Gaujas krastu atsegumus – Sietiņiezi un Liepas iezi (1. attēls). Pēc minerālā sastāva kvarca smiltīm pilnībā atbilst tikai juras smiltsieži, kamēr devona un kvartāra baltās smiltis vairākumā gadījumu ir oligomiktas (grieķu *oligos* – *mazliet* + *mix* – *maisīt*).



1. attēls. Liepas ieža (Baltās klints) posms, kur gaišo devona Sietiņu svītas kvarca smilšu atsegumu iespaidojusi Gaujas krasta erozija, sevišķi ledus iešana pavasara palos.



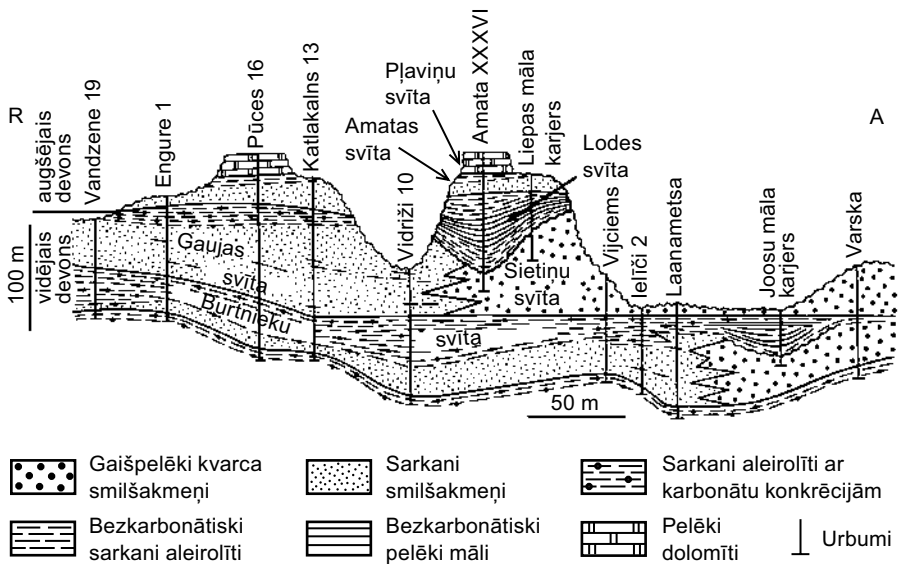
2. attēls. Devona paleoģeogrāfiskā karte (Scotese, 2014). Attēla vidū ar sarkanu krāsu attēlota nosacītā Latvijas teritorijas atrašanās vieta Eiramerikas kontinenta austrumu malā.

**Devona kvarca smiltis** iegūļ līdz 600 metriem biežā smilšaini mālainā slāņkopā, kas no dienvidiem un dienvidaustrumiem apliec Fenoskandijas teritoriju – galveno smilšu avotu devona periodā. Cilmieži un dēdēšanas apstākļi dažādās Fenoskandijas daļās bija atšķirīgi, tāpēc devona jūrās nonāca un nogulsņējās dažāda sastāva drupu materiāls. Vēl pirms devona – silūra perioda vidū – notika divu lielu kontinentu Baltijas – Austrumeiropas platforma – un Laurentijas – Ziemeļamerika – sadursme. Sadursmes šuvē, kas stiepās no Apalaču kalniem cauri Lielbritānijas kalnu masīviem līdz Skandināvijas ziemeļu daļai, pacēlās augsti kalni – Kaledonīdi. Uzkata, ka tie pēc augstuma un platības īpaši neatpalika no mūsdienu Alpu–Himalaju joslas, iespējams, sasniedza 5–10 kilometru augstumu. Tagadējā Baltijas valstu teritorijā tolaik bija plaša ieplaka, no kuras aptuveni 1000 kilometru attālumā uz ziemeļiem (tolaik uz ziemeļrietumiem) atradās jaunizveidoto Kaledonīdu kalnu posms tagadējās Zviedrijas un Norvēģijas rietumos un centrālajā daļā. Tur bija karsts un sauss klimats, aktīvas Zemes garozas tektoniskās kustības, tāpēc magmatiskie un metamorfie ieži ātri noārdījās, un devona baseinos nonāca samērā sveigs drupu materiāls, kas saturēja daudz nenoturīgu, ar dzelzi bagātīgu minerālu.

Fenoskandijas vairogā (tagad Somija un Kolas pussala) tektoniskie apstākļi bija mierīgāki, un klimats tuvā ekvatora dēļ bija mitrāks. Šie apstākļi veicināja iežu dziļu ķīmisko dēdēšanu, un Baltijas devona baseina ziemeļaustrumu (tolaik ziemeļu) daļā tika ieskalotas baltās smiltis, kas sastāv galvenokārt no izturīgiem minerāliem – kvarca, cirkona, turmalīna, rutila – un satur maz komplicēta sastāva alumosilikātu (laukšpatu, vizlu, granātu, amfibolu), kuros bieži ietilpst divvērtīgā un trīsvērtīgā dzelzs. Baltajās smiltīs uz kvarca un laukšpata graudiem tikpat kā nav arī dzelzs oksīdu un hidroksīdu plēvišu, kuru ļoti daudz ir Latvijas rietumu daļas sarkanajos un rūsganajos smilšakmeņos. Baltijas devona baseins atradās senā Eiramerikas kontinenta austrumu malā, 5–10° dienvidu platumā (2. attēls). Jāņem vērā, ka tolaik Austrumeiropas platformas teritorija bija pagriezta par 45 grādiem pretēji pulksteņa rādītāja virzienam salīdzinājumā ar mūsdienu situāciju. Tā laika ziemeļi atbilst mūsdienu ziemeļaustrumiem, dienvidi – dienvidrietumiem.

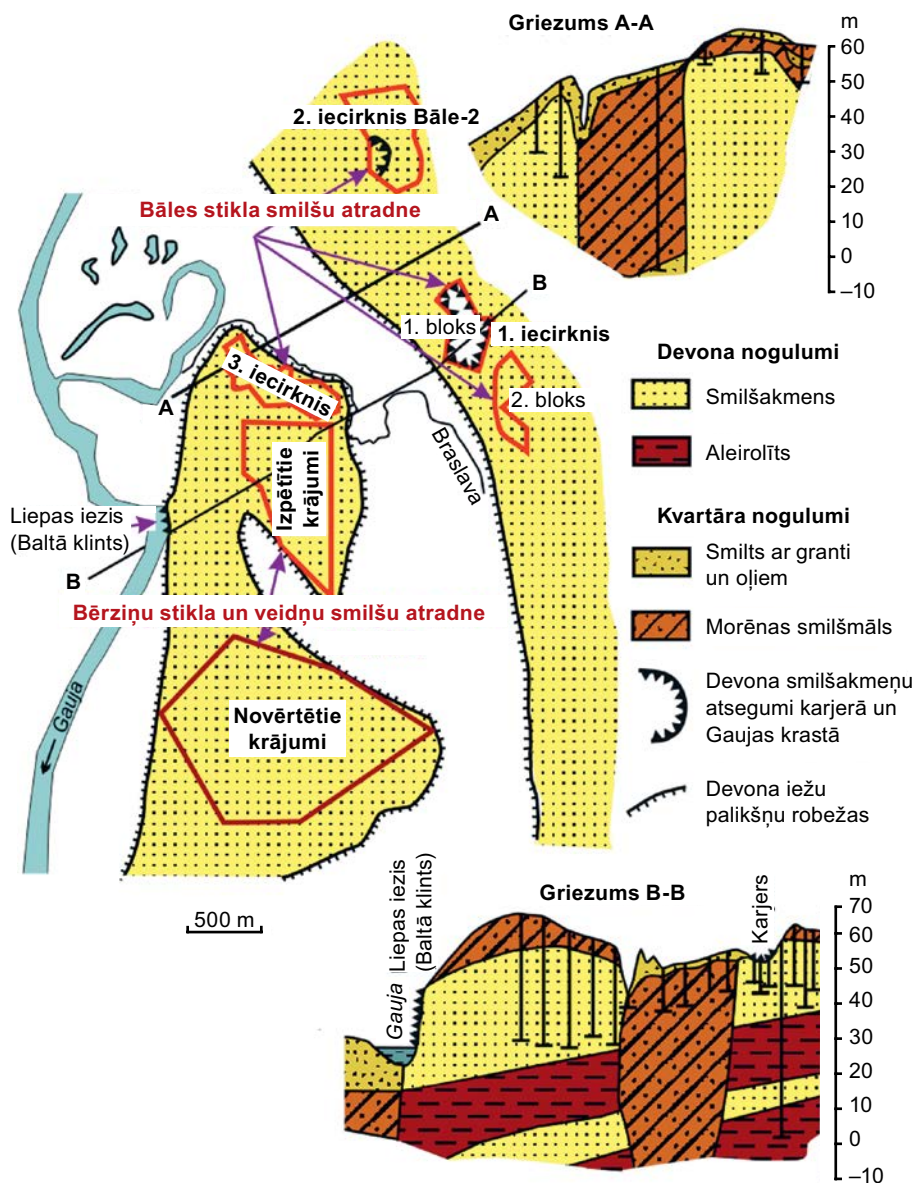
Praktiski nozīmīgas kvarca smiltis devona nogulumos sastopamas noteiktā stratigrāfiskā griezuma intervālā (3. attēls) – Sietiņu svītā (vidējais devons, Gaujas reģionālais stāvs), agrāk izmantotas arī Amatas svītā (augšējais devons, Amatas reģionālais stāvs) iegulošās smiltis (sk. 3. attēlu).

Amatas svītas smilšu praktiskā nozīme pašlaik nav liela. 17. un 18. gadsimtā un periodiski arī vēlāk tās ir iegūtas stikla ražošanai Riežupes stāvkrasta alās pie Kuldīgas. Tomēr pēc kvalitātes tās neatbilst mūsdienu prasībām, un tās iegūt būtu sarežģīti. Tagad Riežupes alas ir aizsargājams ģeoloģiskais un ģeomorfoloģiskais dabas piemineklis, turklāt tas ir privāts tūrisma objekts.



3. attēls. Vidējā un augšējā devona robežslāņkopas ģeoloģiskais griezumā rietumu–austrumu virzienā Latvijā un Igaunijas dienvidos. Pēc Visvalža Kurša datiem.

Amatas svītas smilšainie nogulumu Latvijā ir plaši izplatīti, to sastāvs un uzbūve ir maz mainīgi. Amatas svītas smilšainie nogulumu ir veidojušies plašu upju grīvā laikā, kad jūras ūdens līmenis ir pakāpeniski cēlies un notikusi šo grīvu applūšana; tās kļuvušas par estuāriem (Pontén, Plink-Björklund, 2009). Amatas svītas slīpslāņotajos smilšainajos nogulumos ir plaši sastopamas vizlas un māla



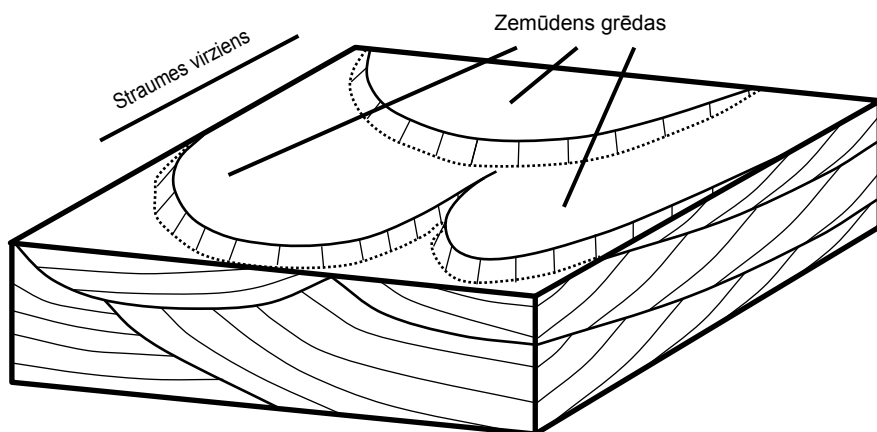
4. attēls. Bāles-Bērziņu kvarca smilšu atradnes izvietojuma shēma un ģeoloģiskie griezumumi (sastādījis Visvaldis Kuršs pēc ģeoloģiskās izpētes datiem).

kārtnas uz slīpajiem slāņiem, to veidotās kopas ar mainīgu māla/vizlas un smilšu proporciju un citas pazīmes liecina par paisuma un bēguma procesu ietekmi uz nogulu uzkrāšanās procesiem (Stinkulis, Upeniece, 2011).

Vidējā devona Gaujas reģionālā stāva Sietiņu svītas smiltis vairākus desmitus metru (parasti vairāk nekā 50 metru) biežā slāņkopa vidusdevona griezumā augšdaļā izplatīta Latvijas ziemeļaustrumu daļā. Šajā rajonā, sākot no Gaujas krastiem ar Liepas ieža un Sietiņieža atsegumiem un turpinoties ziemeļaustrumu virzienā līdz pat Vijciemam, ir veikti plaši stikla un veidņu smilšu meklēšanas darbi. Pie Bāles stacijas zem plānas kvartāra segas izpētītas lielās Bāles-Bērziņu stikla un veidņu smilšu atradnes. To ģeoloģisko uzbūvi sarežģī vairākus desmitus metru dziļas senas upju ielejas, kuras šķērso smilšu iegulas un sadala tās atsevišķos palikšņos ar stāvām, gandrīz vertikālām sienām (4. attēls). Seno ieleju tīkls gar Sietiņu svītas balto kvarca smilšu izplatības ziemeļu robežu sastopams vēl citur, arī Cīruļu kvarca smilšu atradne robežojas ar kādu no šādām ielejām.

Bāles kvarca smilšu karjeras (atradnes 1. un 2. iecirkņi) redzams, ka derīgā slāņkopa ģeoloģiskā uzbūve ir samērā vienkārša, ko apstiprina arī jauno atradņu meklēšanas un izpētes darbu urbumi un skatrakumi. Baltās smiltis veido izturētus, biežus slāņus. Krājumu aprēķina kontūrā ir ieslēgta 8–25 metrus bieza derīgā slāņkopa, bet arī zem tās bieži turpinās līdzīgas kvalitātes smiltis. Eksploatācijas dziļumu šeit nosaka ne tik daudz atradnes uzbūve, cik ieguves tehniskie apstākļi, galvenokārt iespējas pazemināt pazemes ūdens līmeni.

Bāles-Bērziņu atradne sastāv no vairākiem izolētiem iecirkņiem, kas pētīti dažādiem nolūkiem: Bāles atradnes trīs iecirkņi – stikla ražošanai, Bērziņu atradne – veidņu smiltīm, tāpēc nedaudz atšķiras to kvalitātes vērtējuma kritēriji. Pašlaik ieguve notiek tikai Bāles atradnes 2. iecirknī (Bāle-2). Agrāk izmantotajā 1. iecirknī krājumi vēl ir palikuši, bet ieguve, visticamāk, netiks atjaunota. Arī Bērziņu iecirkņa izmantošana ir problemātiska, jo tas atrodas Gaujas Nacionālā parka teritorijā. Apguvei nākotnē visperspektīvākā ir uz ziemeļaustrumiem no



5. attēls. Zemūdens grēdu un muldveida slīpslāņojumu veidošanās shēma.



6. attēls. Nelielas zemūdens grēdas Ogrē pie gājēju tilta. Zemūdens grēdas veidojas samērā ātrā straumē upes gultnē.

šim atradnēm esošā Cīruļu atradne, kurā ir lieli krājumi un kas atrodas ārpus nacionālā parka teritorijas.

Sietiņu svītas kvarca smilšu derīgā slāņkopa sastāv pārsvarā no dažādgraudainām (smalkrupjgraudainām) smiltīm. Kvarca smiltīm ir raksturīgs muldveida slīpslāņojums (5. attēls), kas liecina par to veidošanos ātrās ūdens straumēs migrējošās zemūdens grēdās, līdzīgās, kādas mūsdienās vērojamas Gaujas, Ogres, Salacas un citu Latvijas upju gultnēs (6. attēls).

Kvarca smilšu derīgā slāņkopa arī satur plānas (5–20 cm) smalkgraudainu, vizlainu smilšu starpkārtas, kas izgulsnējušās lēnākās ūdens straumēs. Šiem iezīem raksturīgs straumju ripsnojuma slāņojums, ko īpaši akcentē orientētu vizlas plāksnīšu josliņas. Reizēm sastopamas arī līdz 1,2 metriem biezas sarkanu mālu un aleirolītu lēcas, kas bieži ir daļēji izskalotas un pārgulsnētas slīpslāņotajos smilšakmeņos kā mālaini aleirītiski saveltņi (7. attēls) un pat līdz 0,5 metriem lieli blāķi. Kopā ar mālaini aleirītiskajiem oļiem nereti ir arī nelieli (1–2 cm) kvarca oļīši un pārkrāmotas fosilijas, pēc pašreizējā viedokļa, senās sēnes *Prototaxites*. Gan smalkgraudainās, vizlainās smiltis, gan rupjgraudainie iekļāvumi satur praktiskai izmantošanai nevēlamus komponentus.

Par kvarca smilšu uzkrāšanās procesiem un to izmaiņām laika gaitā ļauj spriest šo smilšu graudu izmēru un slāņojuma veidu pētījumi, kas veikti vairākos Sietiņu svītas izplatības objektos.

Liepas iezī (Baltajā klintī) ir sastopamas smalkrupjgraudainas smiltis. Nogulumu tekstūras (slāņojuma veidi) un graudu izmēri vairākkārt mainās ģeoloģiskajā griezumā. Atsegtās slāņkopas apakšējā daļā līdz divu metru augstumam ir sastopamas smiltis ar mainīga biezuma (0,15–0,80 m) slīpslāņojuma sērijām. Biezākajā ir labi izteiktas slāņojuma deformācijas, kas, visticamāk, veidojušās zemūdens noslīdeņu dēļ. Graudu izmēri nedaudz samazinās no šīs slāņkopas apakšas līdz augšai. Šīs slāņkopas nogulumi, domājams, veidojušies gan migrējošās zemūdens



7. attēls. Māla saveltņi (dzeltenīgie), kvarca grants graudi un oļi (pelēkie) Sietiņu svītas smiltīs Bāles 2. iecirkņa karjerā.

grēdās, gan nelielās sērēs. Seko 1,5 metrus biezi smalkrupjgraudainu smilšu nogulumu, kam raksturīgs “dubultais slīpslāņojums” – gan slīpie slāņi, gan sēriju šuves (slāņojuma virsmas) krīt aptuveni vienā virzienā, uz dienvidiem (8. attēls). Šīs slāņkopas uzbūve un slīpo slāņu krituma virziena sakritība ar slāņojuma virsmu kritumu norāda, ka tā ir smilšu sēre, kas migrējusi straumes tecējuma virzienā. Tā ir līdzīga 4. slāņkopai Bāles 2. iecirkņa karjerā. Atsegto griezuma daļu noslēdz divus metrus bieza slāņkopa, kurā arī dominē smalkrupjgraudainas smiltis, taču tā satur arī grants graudus un kvarca oļus. Šo slāņkopu veido maza biezuma (5–15 cm) slīpslāņojuma sērijas, kas norāda uz smilšu uzkrāšanos migrējošās zemūdens grēdās aptuveni 1–3 metrus dziļā ūdenī.

Pamestajā Straupnieku karjerā esošajos atsegumos arī ir sastopamas smalkrupjgraudainas smiltis. Ģeoloģiskā griezumā dominē 5–25 centimetrus biezas muldveida un paralēlā slīpslāņojuma sērijas. Muldveida slīpslāņojums liecina, ka smiltis ir pārvietotas un uzkrājušās ūdens straumēs migrējošās vairākus metrus garās un platās mēlesveida zemūdens grēdās. Paralēlais slīpslāņojums norāda uz līdzīgām grēdām, kam bijušas raksturīgas savstarpēji paralēlas, straumes virzienam perpendikulāras kores. Retāk ir sastopamas līdz 0,5 metriem biezas regulāras uzbūves sērijas. Vienā karjera sienā var novērot, ka aptuveni 20 % nogulumu ir deformēti, bet citur šādu pazīmju nav. Reti ir sastopamas vizlas kārtiņas uz slīpajiem slāņiem, kas norāda uz nelielu plūdmaiņu procesu ietekmi.

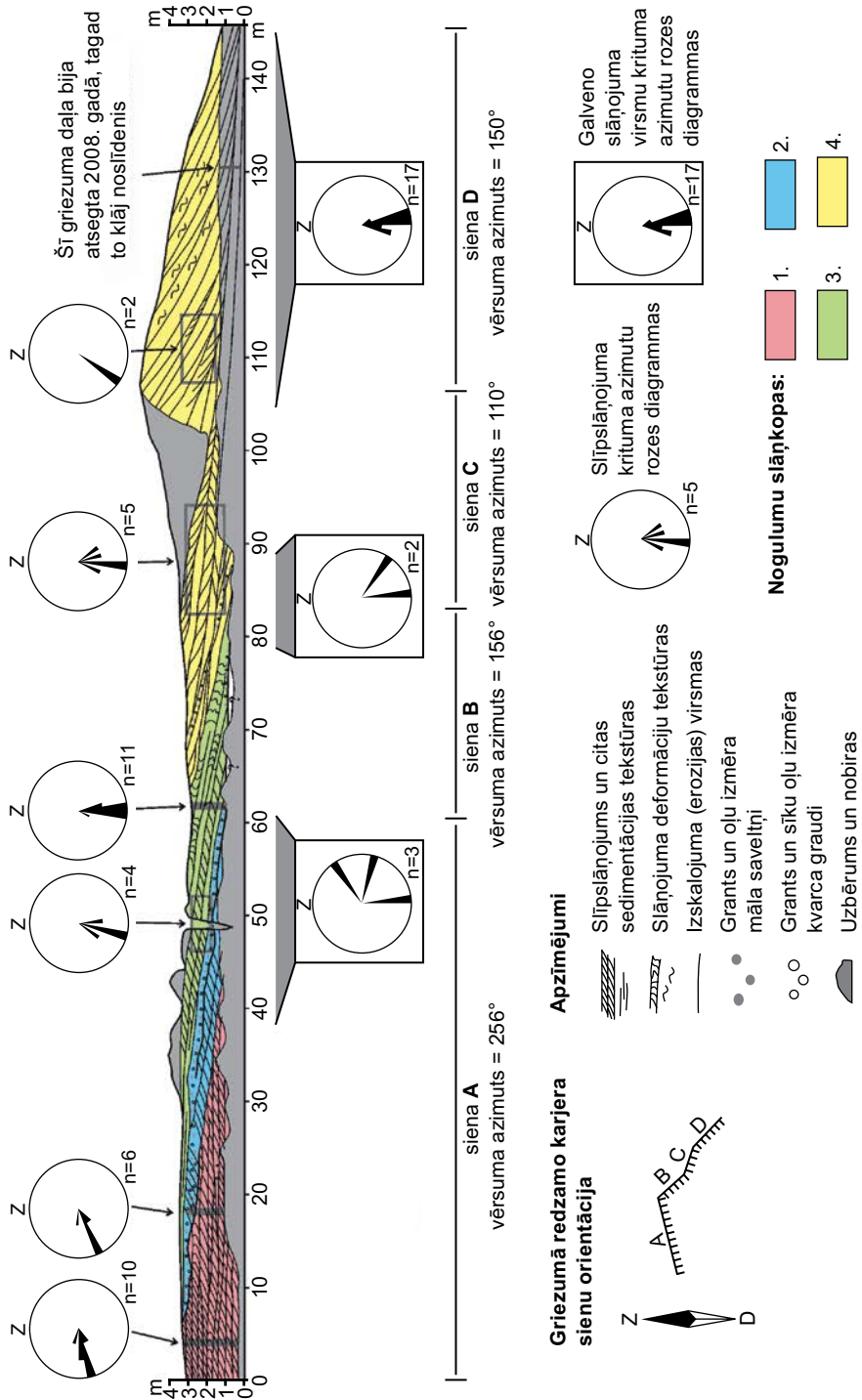




8. attēls. Smiltis ar “dubulto slīpslāņojumu”, kas veidojušās straumes tecējuma virzienā migrējošā sērē. Sietiņu svīta, Liepas iezis.

Bāles 1. iecirkņa karjerā atsegtās slāņkopas apakšējo daļu veido smalkrupjgraudainas smiltis, vietām ar grants graudiem un oļiem (diametrs līdz diviem centimetriem). Griezuma apakšējā daļā materiāls ir samērā vāji šķirots (ir daudzveidīgi graudu izmēri). Smiltīm pārsvarā ir paralēla slīpslāņojuma tekstūra, kas bieži ir deformēta. Slīpslāņojuma sēriju biezums ir 0,2–0,6 metri. Retāk sastopamas līdz vienam metram biezas sērijas. Augstāk arī iegul smalkrupjgraudainas smiltis. Arī tām raksturīga pārsvarā paralēli slīpslāņota tekstūra, vietām var novērot arī muldveida slīpslāņojumu. Individuālo sēriju biezums mainās no dažiem centimetriem līdz aptuveni 0,7–0,8 metriem. Šo slāņkopu pārsedz vāji šķirotas, pārsvarā vidējrupjgraudainas smiltis ar māla kārtiņām uz slīpajiem slānišiem un māla saveltņiem. Slīpslāņojuma sēriju biezums ir 0,2–0,3 metri, retāk – līdz 0,8 metriem. Smiltīm pārsvarā raksturīgs muldveida slīpslāņojums, kas vietām ir nedaudz deformēts. Karjerā atsegto ģeoloģiskā griezumā daļu noslēdz smalkvidējgraudainas smiltis ar individuālo slīpslāņojuma sēriju biezumu 0,1–0,2 metri. Šajā ģeoloģiskā griezumā daļā bieži sastopami kvarca oļi un māla saveltņu konglomerāti.

Pamatojoties uz šiem datiem, secināts, ka Bāles 1. iecirkņa karjerā atsegtās kvarca smiltis ir uzkrājušās, paralēlām un mēlesveida zemūdens grēdām migrējot kanālos. Domājams, ka šie kanāli ir bijuši deltas atteka. Rupju smilšu, grants un oļu klātbūtne norāda uz lielu straumes ātrumu. 2002. gadā, plaši attīrot sienas Bāles atradnes 1. iecirknī ierīkotajā karjerā, Kristīne Tovmasjana secinājusi, ka aptuveni 20 % nogulumu ir deformēti. Vērojams krokots slīpslāņojums, kā arī liela izmēra krokas un cita veida deformācijas. Tik plašas deformācijas var



9. attēls. Sietiņu svītas nogulumu uzbūve un sastāvs Bāles atradnes 2. iecirknī. Pēc: Tovmasjana et al., 2011

izskaidrot ar lielo nogulu uzkrāšanās ātrumu un biežiem noslīdeņiem upes deltas teritorijā. Reti sastopamās māla kārtiņas uz slīpajiem slānīšiem liecina, ka paisuma un bēguma procesi nogulu uzkrāšanos ietekmējuši maz.

Labu priekšstatu par Sietiņu svītas nogulumu uzbūvi un sastāvu sniedz to pētījumi Bāles atradnes 2. iecirknī ierīkotajā karjerā (Tovmasjana et al., 2011). Tur Sietiņu svītas nogulumus var iedalīt četrās atšķirīgās slāņkopās, tās iegul ieslīpi ar kritumu dienvidu–dienvidaustrumu virzienā (9. attēls). 1. un 2. slāņkopa pilnībā sastāv no smiltīm ar muldveida slīpslāņojumu, 3. un 4. slāņkopā ir smiltis ar biežām slīpslāņojuma sērijām un to kompleksiem.

1. slāņkopa ir karjera sienas A (sk. 9. attēlu) rietumu daļā, un to veido smiltis ar neliela biezuma (15–20 cm) muldveida slīpslāņojuma sērijām. Slīpslāņojuma sērijas iegul paralēli, smiltis ir smalkrupjgraudainas, vāji šķīrotas, bieži ar grants piejaukumu. Sēriju pamatnē vietām ir arī māla saveltņi. Dominējošās neliela biezuma muldveida slīpslāņojuma sērijas, kā arī nogulumu lielle graudu izmēri norāda uz to veidošanos ātrās ūdens straumēs migrējošās mēlesveida zemūdens grēdās.

2. slāņkopa ir atsegta sienā A un daļā sienas B (sk. 9. attēlu). Tā sastāv no biežākām smalkrupjgraudainu smilšu slīpslāņojuma sērijām, kurās bieži novērojami māla saveltņi, kā arī kvarca grants graudi un oļi. Šīs slāņkopas pamatnē ir erozijas virsma, kas liecina par 1. slāņkopas augšējās daļas izskalošanu 2. slāņkopas veidošanās laikā. Līdzīgi 1. slāņkopai, arī 2. slāņkopa ir veidojusies gultnē ūdens straumes ietekmē. Erozijas virsma un pagulošo smilšu izskalošana liecina par gultņu (kanālu) strauju migrāciju.

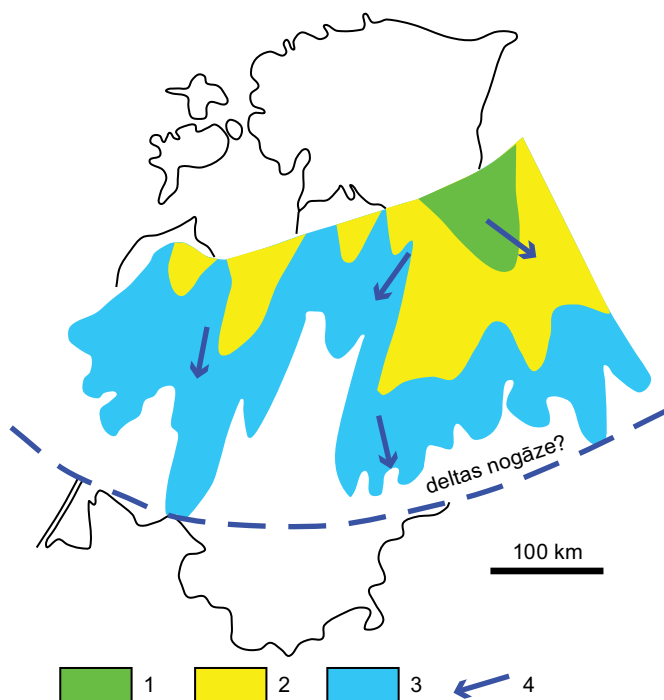
3. slāņkopa atsedzas sienās A un B. Tās slāņu virsmas un slīpslāņojuma sērijas lēzeni krit līdzīgā virzienā. Smilšainā materiāla sastāvs ir līdzīgs 1. un 2. slāņkopai, taču slīpslāņojuma sērijas ir biežākas. Nogulumos ir daudz slāņojuma deformāciju tekstūru. Slīpi gulošās slīpslāņojuma sērijas norāda, ka šie nogulumu ir veidojušies sērēs – par zemūdens grēdām lielākās gultnes reljefa formās.

4. slāņkopa atsedzas sienās C un D (sk. 9. attēlu). Tie ir vismaz 75 metrus gari, ieslīpi guloši (ar kritumu uz dienvidiem) smilšu veidojumi, kuru uzbūve mainās no apakšas uz augšu. Slāņkopas apakšējā daļā iegul 3. slāņkopai līdzīgas slīpslāņojuma sērijas, augstāk iegulošo, pēc biezuma dominējošo slāņkopas daļu veido smiltis ar lielā leņķī (praktiski dabīgajā nogāzes leņķī) krītošām virsmām. Vietām ir slīpslāņojums, kura krituma virziens ir līdzīgs virsmām. Šajā slāņkopā ir bagātīgas deformāciju tekstūras. Šī slāņkopa, kuras biezums sasniedz piecus metrus, spriežot pēc slīpi iegulošajām slāņu virsmām un līdzīgā virzienā krītošā slīpslāņojuma, pārstāv lielu sēri, kas plūstošās ūdens straumes ietekmē pakāpeniski migrējusi straumes tecējuma virzienā. 4. slāņkopu veido pārsvarā vidējgraudainas smiltis.

Bāles atradnes 2. iecirknī sastopamo Sietiņu svītas nogulumu uzbūve, saguluma apstākļi un sastāvs liecina, ka tie veidojušies gan ūdens plūsmās gultnēs, gan sēres vai vairāku sēru apstākļos. Viena sēre (4. slāņkopa), kas pakāpeniski virzījusies straumes tecējuma virzienā, ir bijusi vismaz piecus metrus augsta un 75 metrus gara. Daļai slāņkopu raksturīgais slīpais sagulums un tas, ka

nogulumos ir daudz izskalojuma virsmu, norāda uz biežu gultņu migrāciju. Bāles 2. iecirknī karjerā atsegtajos Sietiņu svītas nogulumos nav plūdmaiņu procesus raksturojošu tipisku tekstūru – māla vai vizlu kārtiņu, plūdmaiņu kopu, reaktivācijas virsmu, divu pretēju virzienu slīpslāņojumu u. c. (Tovmasjana et al., 2011).

Līdz šim ir bijuši atšķirīgi viedokļi par devona Gaujas reģionālā stāva smilšaino nogulumu veidošanās apstākļiem. Visvaldis Kuršs pēc plašu sedimentoloģisko pētījumu un paleoģeogrāfisko rekonstrukciju datiem secinājis, ka apakšējā un vidējā devona smilšainie mālainie nogulumi, ieskaitot Sietiņu svītas kvarca smiltis, ir uzkrājušies seklā iekšzemes jūrā, kuras ziemeļu daļā atradās upju deltas (Курш, 1992). Jaunākā darbā, gan pamatojoties uz mazāku pētīto atsegumu un urbumu skaitu, ir pieļauta lielāka upju straumju ietekme vidējā devona augšējās daļas nogulumu veidošanās laikā (Pontén, Plink-Björklund, 2007). Šajā pētījumā secināts, ka Gaujas reģionālā stāva, tostarp Sietiņu svītas, nogulumu ir veidojušies upes vai vairāku upju deltas līdzenumā, kur smiltis tika pārvietotas un uzkrātas deltu kanālos plūstošās straumēs (10. attēls).



10. attēls. Vidējā devona Gaujas reģionālā stāva nogulumu veidošanās sākuma posma (aptuveni atbilst Sietiņu svītas veidošanās laikam) deltas rekonstrukcija (vienkāršots pēc Pontén, Plink-Björklund, 2007): 1 – deltas kanāli ar upju straumju ietekmi; 2 – deltas kanāli ar vāju plūdmaiņu straumju ietekmi; 3 – deltas kanāli un sēres ar plūdmaiņu straumju ietekmi; 4 – dominējošie straumju virzieni.



11. attēls. Liela, pārkrāmota *Prototaxites* fosilija (diametrs 55 cm) Oredežas svītas kvarca smiltīs Tolmačovos atsegumā Krievijā.

Jaunākie Sietiņu svītas nogulumu pētījumi Latvijas teritorijā (Tovmasjana et al., 2011; Blāķe et al., 2013) apstiprina datus par kvarca smilšu uzkrāšanos deltas līdzenumā, pārsvarā no sauszemes plūstošā upju ūdens ietekmē. Plūdmaiņu pazīmju šajos nogulumos ir maz. Detalizēti ģeoloģisko griezumņu apraksti un mērījumi liecina, ka, veidojoties Sietiņu svītas nogulumiem, smilšu uzkrāšanos pavadījusi senāku smilšu izskalošana. Jaunākas gultnes reljefa formas šķēļ senākas un strauji migrē baseina virzienā. Tas liecina, ka Sietiņu svītas nogulumu veidošanās laikā pazeminājies baseina ūdens līmenis. Turpmākos pētījumos ir nepieciešams precizēt, kā mainās kvarca smilšu kvalitāte senā deltas līdzenuma teritorijā no ziemeļiem uz dienvidiem, jo, domājams, šajā virzienā pakāpeniski samazinās šo nogulumu ģeoloģiskais vecums.

Kvarca smiltis – Sietiņu svītas vecuma analogi – ir sastopami arī ārpus Latvijas – Igaunijas dienvidaustrumos (Piusa, Tabina) un Krievijā, Ļeņingradas apgabala dienvidrietumos (Zeļonoje ozero, Tolmačova, Bora u. c.). Igaunijā šos nogulumus pieskaita pie Gaujas svītas, Krievijā – pie Oredežas svītas. Tolmačova un Bora atrodas 300–350 kilometru uz ziemeļaustrumiem-austrumiem no Bāles atradnes teritorijas, tātad Sietiņu svītas vecuma analogu izplatības joslas garums ir iespaidīgs.

Vidējā devona augšējās daļas kvarca smilšu pētījumi pamestajā Piusas karjerā, Tolmačovos atsegumā un Zeļonoje ozero karjerā liecina, ka pēc uzbūves un sastāva tās ir līdzīgas Latvijā sastopamajām. Tās arī satur daudz rupjgraudaina materiāla (kvarca grants graudus un oļus), vietām pārkrāmotus *Prototaxites*



12. attēls. Oredežas svītas kvarca smiltis (Sietiņu svītas vecuma analogi) Krievijā, Zeļonoje ozero karjerā. Neregulārās līnijas karjera sienā ir erozijas virsmas un gultnes.

ieslēgumus (11. attēls). Smilšu slāņkopās dominē muldveida slīpslāņojums, kas raksturo smilšu uzkrāšanos zemūdens grēdās. Daudz ir arī regulāru, izturētu slīpslāņojuma sēriju un to kompleksu, kas atbilst ūdens straumēs veidotām sērēm. Virs nelieliem padziļinājumiem gultnēs ir veidojušās mikrodeltas. Smilšu uzkrāšanos pavādījusi iepriekš uzkrātā materiāla izskalošana, ko apstiprina erozijas virsmas un erozijas kanāli (12. attēls). Šīs pazīmes liecina, ka Igaunijas dienvidaustrumos un Krievijas teritorijā sastopamās kvarca smiltis ir veidojušās līdzīgos apstākļos kā Latvijas ziemeļaustrumos izplatītie Sietiņu svītas veidojumi – deltas līdzenumā, krītoša baseina ūdens līmeņa apstākļos.

**Juras kvarca smiltis** Latvijas ģeoloģiskās uzbūves īpatnību dēļ izplatītas ir tikai Dienvidkurzemē. Līdz 25 metriem biežās smilšu iegulas pēc ģeoloģiskā vecuma atbilst vidējās juras Kelovejas stāva Papīles svītai. Juras baltās smiltis vairākās vietās Dzeldas, Šķērveļa un Lētižas krastos redzamas atsegumos zemes virspusē, tālāk no šo upju krastiem strauji pieaug segkārtas biežums. Vislielākie un uzskatāmākie atsegumi (kopskaitā trīs) ir 200 metru garā Dzeldas upes kreisā krasta posmā tieši augšpus šīs upes sateces ar Šķērveļa upi (13. attēls). Perspektīvākais un vislabāk izpētītais kvarca smilšu izplatības laukums ir starp Koju, Dzeldu, Šķērveli un Ventu, kā arī Dzeldas ciemu. Šajā laukumā pie autoceļa Skrunda–Embūte ir izpētītas atradnes *Skudras* un *Pīlādži*, kā arī dažas mazākas iegulas.

Inga Sevastjanova un Kristīne Tovmasjana, pamatojoties uz detalizētiem nogulumu sastāva un uzbūves pētījumiem atsegumos Dzeldas un Šķērveļa krastos,

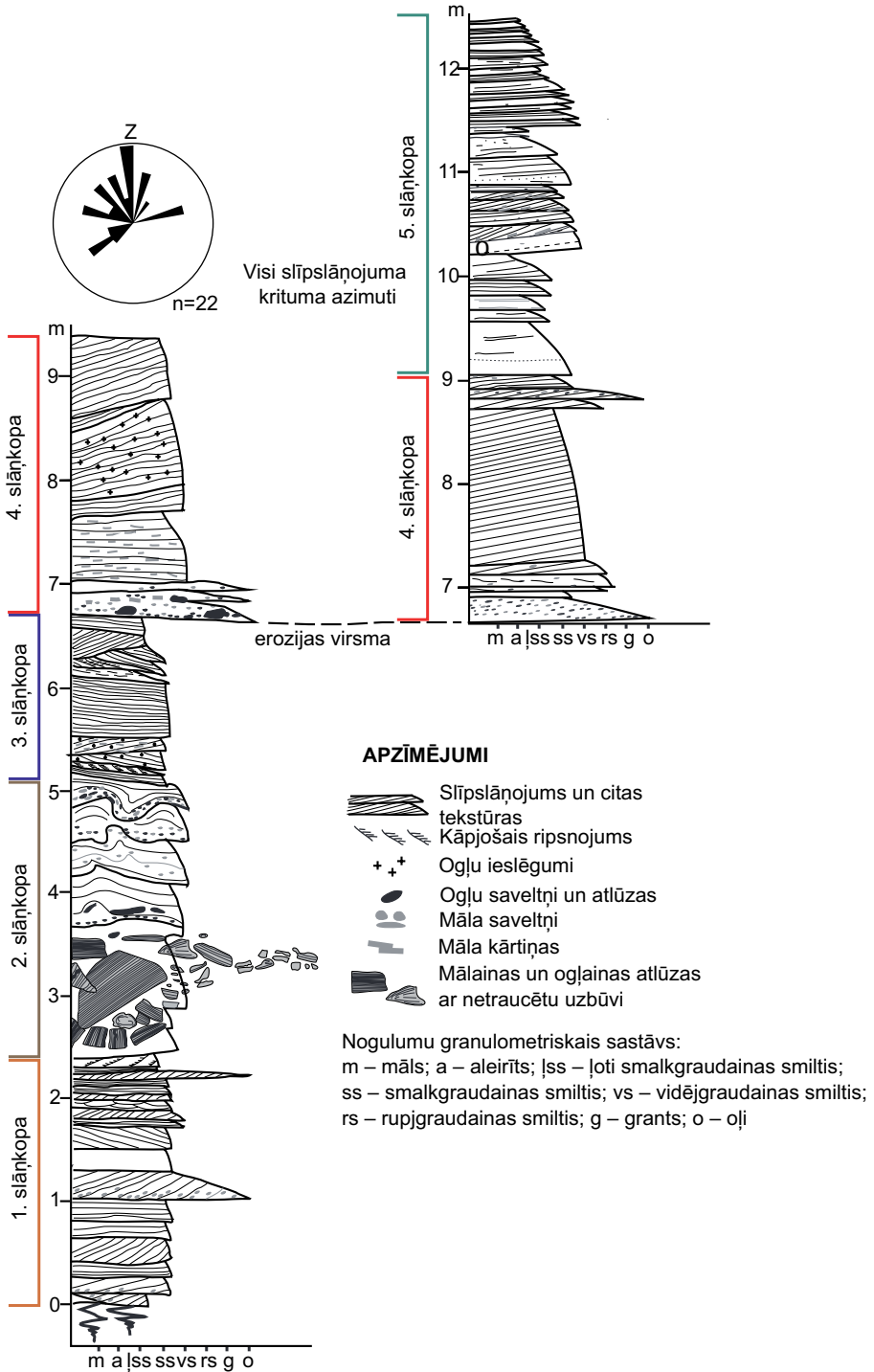


13. attēls. Juras kvarca smilšu atsegums "Zoslēnu rags" Dzeldas kreisajā krastā. Jura Vībāna foto.

secinājušas, ka pētītajā teritorijā Papiles svītas nogulumu ir veidojušies meandējošu upju apstākļos (Sevastjanova, Tovmasjana, 2006).

Vairāku autoru (Vībāns u. c., 2013) pētījumi Zoslēnu ragā Dzeldas kreisajā krastā apstiprina to, ka juras smiltis Latvijā ir veidojušās upju apstākļos. Pēc ģeoloģiskā griezumā (14. attēls) apraksta, nogulumu graudu izmēru un tekstūru pētījuma nodalīti vairāki upju nogulumu veidi: 1. un 3. slāņkopa griezumā (sk. 14. attēlu) ir upes gultnes veidojumi (smalkvidējgraudainas smiltis ar muldveida slīpslāņojumu); 4. slāņkopa ir uzskatāma par sērēm (smalkvidējgraudainas smiltis 0,7–1,4 metrus biezās sērijās ar lēzenu, paralēlu slīpslāņojumu); 5. slāņkoku (sk. 14. attēlu) var interpretēt kā palieņu veidojumus (vidēji smalkgraudainas līdz ļoti smalkgraudainas smiltis ar viendabīgu vai vāji izteiktu horizontāli slāņotu tekstūru). 2. slāņkopas nogulumu izcelsmi ir grūti noskaidrot, jo tos ir būtiski ietekmējušas deformācijas, domājams, pleistocēna ledāja bīdes darbība. Šajā slāņkopā smiltis ir iekļauti lieli, šķautņaini palieņu vai vecupju nogulumu bloki – sīkslāņotas smiltis mijas ar māliem un oglēm. Iespējams, ledāja darbības ietekmē tie ir pārvietoti no sākotnējās atrašanās vietas un sagāzti atšķirīgā leņķī.

Zoslēnu ragā atsegtajos smilšsainajos nogulumos vērojama plaša slīpslāņojuma krituma azimutu izkliede – pārsvarā uz ziemeļiem, rietumiem un rietumiem–dienvidrietumiem, mazāk – uz ziemeļiem–ziemeļaustrumiem (sk. 14. attēlu). Atšķirīgos slīpslāņojuma virzienus var izskaidrot gan ar upes meandrējošo darbību, gan zemūdens grēdu un sēru dažādo orientāciju un migrācijas virzieniem



14. attēls. Juras smilšu slāņkopa ģeoloģiskais griezumā Zoslēnu ragā Dzeldas kreisajā krastā (pēc Jura Vībāna u. c. datiem, 2013).



(Vībāns u. c., 2013). Īpatnēji ir tas, ka dominējošais plūsmas virziens ir gandrīz pretējs kopējam virzienam no juras perioda noneses apgabala (ziemeļi–ziemeļaustrumi) uz baseina centrālo daļu (dienvidrietumi). Citos atsegumos Dzeldas krastos iezīmējas arī straumju virziens uz rietumiem, kā arī dienvidiem. Šie dati liecina par sarežģītu upju tīklu vidējās juras Kelovejas laikposmā Latvijas dienvidrietumu daļas teritorijā.

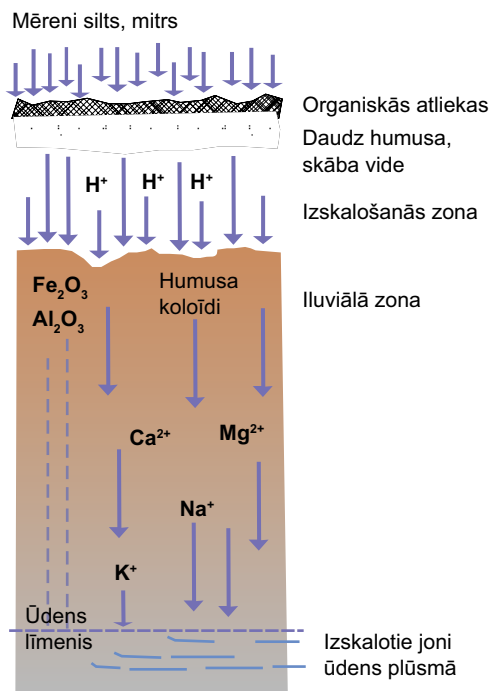
Visi līdzšinējie pētījumi norāda uz juras nogulumu veidošanos upju apstākļos. 21. gadsimta sākumā iegūti precīzāki priekšstati par meandrējošu upju attīstību. Tomēr pēdējie rezultāti attiecas tikai uz Dzeldas un Šķerveļa krastu atsegumiem, tāpēc turpmāk būtu svarīgi iegūt datus par nogulumu uzkrāšanās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

Smiltis ir ļoti plaši izplatītas *kvartāra nogulumos*, sevišķi eolo un glaciolimnisko veidojumu sastāvā, un to krājumi ir neierobežoti. Šīs viegli pieejamās smiltis Latvijas stikla rūpniecības pirmsākumos izmantoja lielākā daļa stikla manufaktūru. Tomēr parastajām kvartāra smiltīm piemīt būtisks trūkums – tās satur samērā daudz krāsojošo dzelzs un titāna savienojumu, kas atstāj nevēlamu iespaidu uz stikla kvalitāti. Tomēr ir viens kvartāra smilšu paveids, kas bija galvenā stikla izejviela pavisam nesenā pagātnē, līdz pat pagājušā gadsimta vidum. Tās ir augsnes procesos pārveidotās baltās podzola smiltis, no kurām ar organiskajām vielām bagātīgi augsnes šķīdumi vai purvu ūdeņi dzelzs savienojumus pārnesuši un pārgulsņējuši dziļākos horizontos. Nosaukums *podzols* nāk no krievu valodas (*нод + зола*) ar nozīmi *kā pelni* – pēc baltās krāsas, kāda ir tīriem pelniem.

Podzolēšanās raksturīga plašām Eirāzijas un Ziemeļamerikas mērenā klimata teritorijām ar bagātīgiem nokrišņiem un labi attīstītu augu valsti, galvenokārt skujkokiem, kas patērē maz bāzisku komponentu un līdz ar to neakumulē tos augsnes virskārtā. Augu atlieku sadalīšanās gaitā veidojas daudz skābo skuju sadalīšanās organisko produktu – humusskābju, kas ar augsnes šķīdumiem un nokrišņu ūdeņiem iesūcas dziļākos augsnes horizontos, izskalo no tiem ne vien bāziskos jonus  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , bet arī dzelzs un alumīnija savienojumus, kuri daļēji kā rūsakmens (ortšteins) akumulējas augsnes iluviālajā horizontā un iesaistās turpmākajos migrācijas ceļos gruntsūdeņu plūsmā (15. attēls).

Podzola smiltis Latvijā ir sastopamas bieži, parasti gan dažu desmitu centimetru biezumā vai pat mazāk. Maksimālais zināmais biezums nedaudz pārsniedz vienu metru. Plašus šādu smilšu rekognoscijas darbus pagājušā gadsimta četrdesmito gadu sākumā Rīgas stikla rūpnicu vajadzībām ir veikuši Zemes bagātību pētīšanas institūta darbinieki H. Grauss un A. Jansons toreizējā privātdocenta Jūlija Eiduka vadībā. Darbi noritēja lielajos Pierīgas mežu masīvos Ādažu, Inčukalna, Mangaļu, Pabažu, Ropažu un Siguldas pagastā, kur jau iepriekš bija raktas smiltis Ilģuciema, *Emolip* (vēlāk *Sarkandaugava*) stikla un Kuzņecova porcelāna fabrikai (Eiduks, Jansons, 1947). Viņi konstatējuši, ka biežāki podzolētie slāņi ir veidojušies pie purviem skābo purvu ūdeņu ietekmē.

Pavisam apsektotas 58 iegulas. Secināts, ka labākās no tām ar balto smilšu biezumu 0,6–1 metrs ir pilnīgi izsmeltas vai tuvu tam, īpaši Lilastes apkārtnē, Ropažos, Mangaļos un Inčukalnā. Vēl atlikušie pieejamie krājumi veido 14,4 tūkstošus



15. attēls. Podzolēšanās procesa shēma (Strahler, Strahler, 1973)

kubikmetru, tikai septiņās iegulās tie pārsniedz 500 kubikmetru, daudzās apjoms nepārsniedz dažus desmitus kubikmetru.

Lielākajā daļā iegulu noteikts smilšu granulometriskais sastāvs un  $Fe_2O_3$  saturs, kas variē no 0,09 līdz 0,2 procentiem. Tikai 11 no 47 vēl neizstrādātajām iegulām dzelzs oksīdu saturs ir zemāks par 0,1 procentu. Visu pārbaudīto smilšu granulometriskais sastāvs ir līdzīgs un atbilst stikla rūpniecības prasībām. Kā pozitīvs atzīmēts salīdzinoši augstais  $Al_2O_3$  saturs, ko, domājams, nosaka laukšpatu klātbūtne. Neliels daudzums alumīnija oksīda ir pastāvīga stikla šihlu komponente, ko parasti ievada laukšpatu (pegmatīta) vai nefelīna veidā.

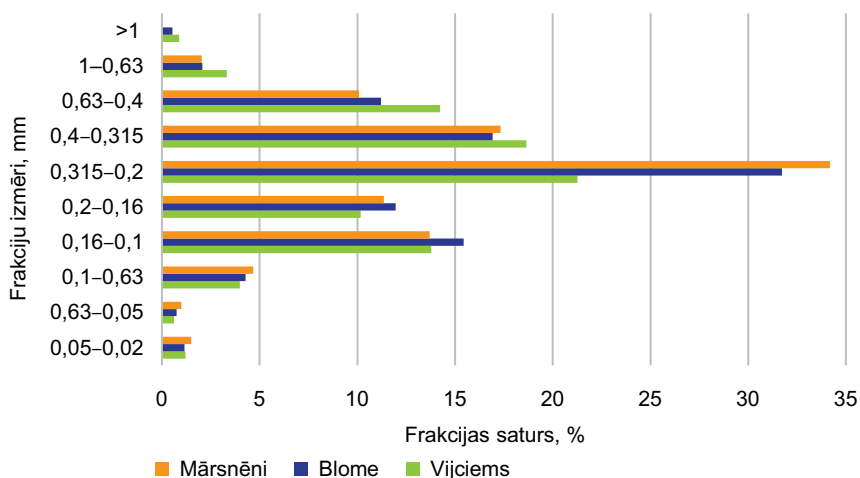
Mūsdienu vērtējumā nelielo, stipri izkliedēto un ne pārāk kvalitatīvo balto podzola smilšu iegulu praktiskā vērtība ir minimāla. Tomēr šis smiltis ir interesants, vēl nepietiekami izziņāts dabas objekts. Nav datu par smilšu minerālo sastāvu, par to, cik dziļi un kādus minerālos komponentus ir skāruši podzolēšanās procesi.

### 3. LATVIJAS KVARCA SMILŠU SASTĀVS

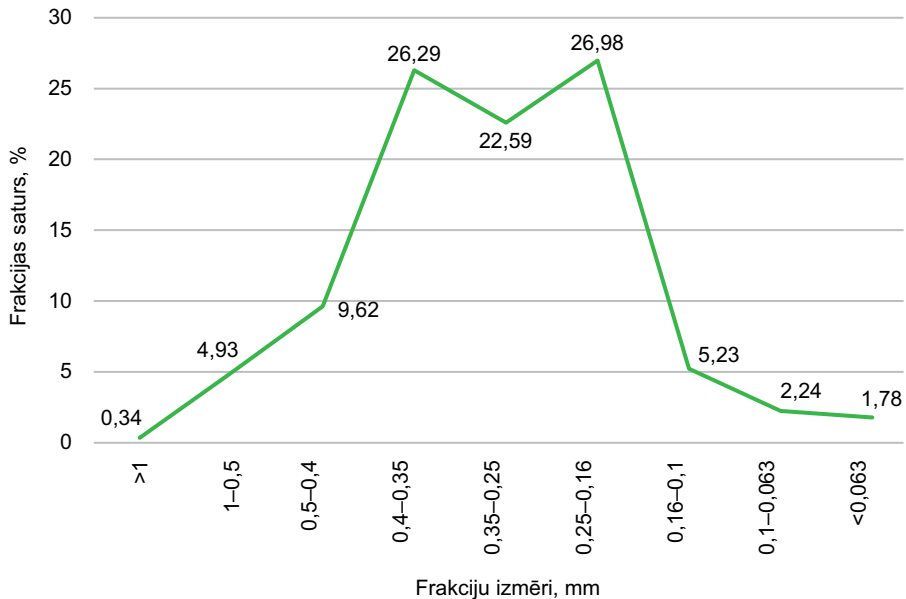
Jebkura derīgā izrakteņa sastāvu var aplūkot gan izmantošanas nozaru, gan paleoģeogrāfiskā un ģenētiskā aspektā. Latvijas kvarca smiltis ir pētītas abējādi, ar dažādu pieeju un detalitāti. Devona kvarca smiltis dabiskā sagulumā nav pilnīgi irdenas kā mūsdienu upju, ezeru vai jūras smiltis. Tās ir vāji cementētas ar mālu vai laukšpatu, mazāk kvarcu, un ieguves procesā viegli sairst. Devona smilšainos nogulumus ģeologi parasti sauc par vāji cementētiem smilšakmeņiem. Juras smiltis ir irdenākas, vājāk cementētas, tāpēc attiecībā uz tām smilšakmens nosaukumu nelieto.

#### Granulometriskais sastāvs

Graudu izmēri jeb granulometriskais sastāvs ir ļoti būtisks smilšu kvalitātes rādītājs, dažās izmantošanas nozarēs (metalurģijā, ūdens attīrīšanā) pat galvenais. Lietpratējam tas sniedz arī būtisku informāciju par smilšu uzkrāšanās apstākļiem. Balto kvarca smilšu granulometriskais sastāvs ir izziņāts kartēšanas darbos, dažādos tematiskos pētījumos, īpaši detalizēti – atradņu meklēšanas un izpētes darbos, kur kopējais analīžu skaits sasniedz vairākus tūkstošus. Tomēr šo bagātīgo datu apkopošanu un analīzi apgrūtinā dažādā laikā un dažādos darbos



16. attēls. Sietiņu svītas smilšu granulometriskais sastāvs perspektīvajos laukumos, V. Semjonova un R. Mausles dati, 1980.



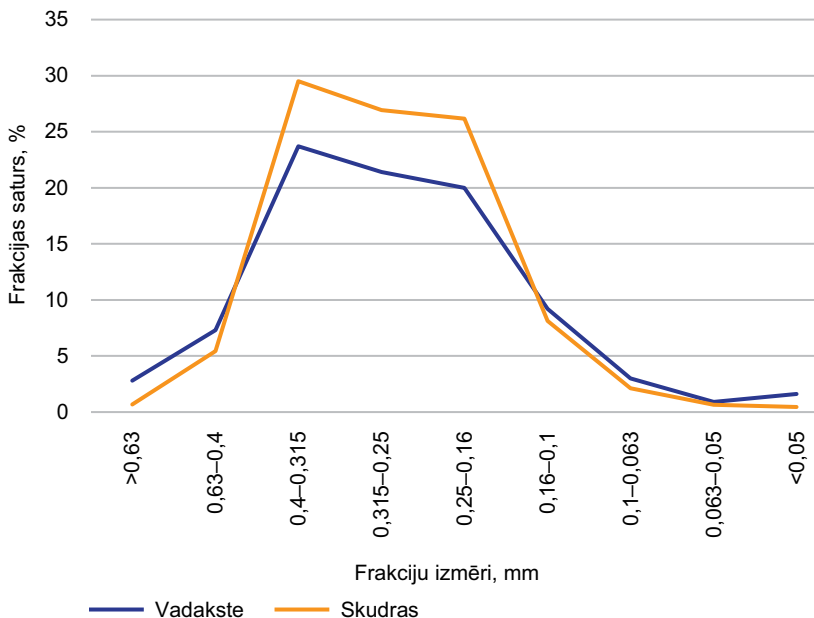
17. attēls. Bāles-Bērziņu atradnes 2. iecirkņa (Bāle-2) vidējais svērtais granulometriskais sastāvs. Ģeoloģiskās izpētes dati (H. Sleine, 1965).

lietotie dažādas detalitātes sietu komplekti, pārsvarā ar blakus sietu diametru attiecību 2:1, kas ir pietiekami, lai orientējoši novērtētu smilšu praktisko nozīmi un iegūtu informāciju par smilšu graudu dominējošajiem izmēriem, šķirojumu, rupjgraudainajiem un mālu-putekļu piemaisījumiem. Daudz pilnvērtīgāku informāciju var iegūt no detalizētākām analizēm ar blakus sietu izmēru attiecību  $\sqrt{2}$ :1, kas līdzās praktisku jautājumu risināšanai ļauj izdarīt arī secinājumus par smilšu pārnesei un uzkrāšanās apstākļiem.

Devona terīgēnās slāņkopas, tostarp Sietiņu svītas, smilšu un smilšakmeņu tekstūru un granulometriskā sastāva pētījis Visvaldis Kuršs (Куршс, 1975, 1992). Apstrādājot analīžu datus, viņš daudzu paraugu granulometriskajā spektrā atzīmējis divus maksimumus intervālā 0,42–0,149 mm un 0,105–0,075 mm un izteiktu materiāla deficītu 0,149–0,105 mm intervālā, ko skaidro ar atšķirīgu dažādu izmēru daļiņu pārnesei mehānismu: rupjākās daļiņas veļot un ripinot, smalkākās uzduļķotā veidā. Bimodālais sadalījums īpaši raksturīgs ir slīpslāņojuma sēriju atsevišķiem elementiem. Lietojot 2:1 sietu komplektu, bimodālā aina neparādās.

Ģeoloģisko meklēšanas un izpētes darbu dati liecina, ka Latvijas atradņu kvarca smilšu granulometriskais sastāvs ir diezgan radniecīgs, pārsvarā tās ir smalkgraudainas un vidēji graudainas.

**Sietiņu svītā**, ko 16. attēlā pārstāv diezgan tālu cits no cita izvietoti laukumi, smiltīs vairāk nekā 80–85 % ir 0,1–0,5 mm lielas daļiņas ar izteiktu maksimumu 0,2–0,315 mm intervālā. Otrs, vāji izteikts, maksimums iezīmējas frakcijā



18. attēls. Juras smilšu vidējais granulometriskais sastāvs. Skudru atradne, ģeoloģiskās izpētes dati (E. Dreijers, 1959).

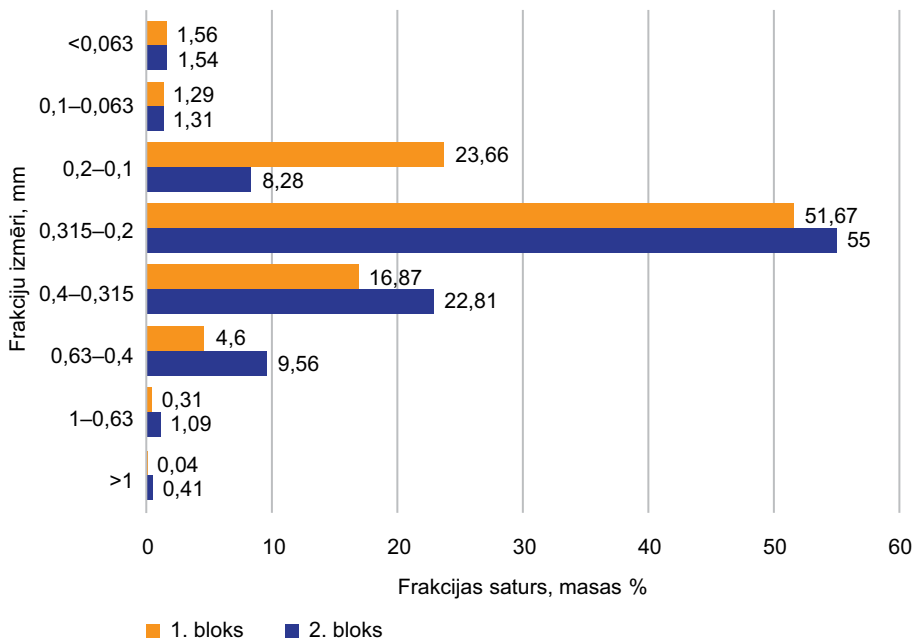
0,1–0,16 mm, kas nesakrīt ar Visvalža Kurša novērojumiem. Līdzīgi dati iegūti arī par detalizēti pētīto Bāles-Bērziņu atradni, kurā tāpat dominē vidēji un smalkgraudaini paveidi (17. attēls).

**Juras** smiltis, pēc Skudru atradnes sākotnējās izpētes datiem (18. attēls), nav izteikta vienas frakcijas pārākuma, bet ap 80 % materiāla iekļaujas 0,4–0,16 mm intervālā, kas ir labs to noderības rādītājs metāllietuvju veidņiem.

2015. gadā Skudru atradnes dienvidaustrumu daļā SIA *Terra projekti* ir veikusi papildizpēti, kuras rezultāti parāda atšķirīgu graudu izmēru ainu ar izteiktu maksimumu frakcijā 0,315–0,2 mm (19. attēls).

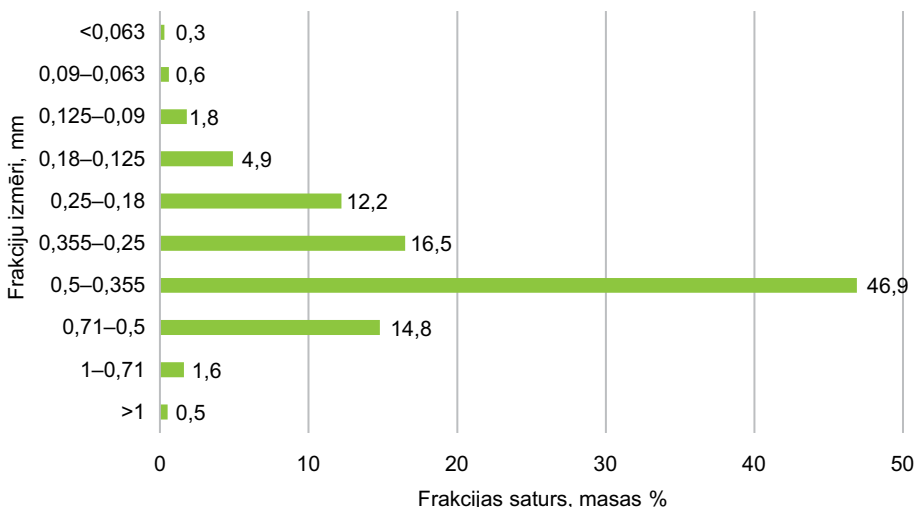
Vēl kādā paraugā, kas pieņemts par tipisku Skudru atradnei (Sētiņa, Akiškins, 2011), parādās maksimums ar nobīdi uz rupjgraudaināku frakciju 0,355–0,5 mm (20. attēls). Šis atšķirības netieši norāda uz atradnes smilšu granulometrisku nevienādību, kas lielāka paraugu skaita gadījumā dod summāru, nevis kāda atsevišķa parauga efektu.

**Podzola** smiltis līdz pat pagājušā gadsimta vidum bez jebkādas ģeoloģiskas izpētes izmantojušas visas Rīgas stikla un porcelāna fabrikas. Vispilnīgāko informāciju par to sastāvu satur apjomīgā J. Eiduka un F. Rikarda publikācija (1941). Galvenās podzola smilšu ieguves vietas bijušas Lilastes un Inčukalna apkaimē. Šajā publikācijā Inčukalna smiltis raksturo astoņi, Lilastes smiltis – 16 paraugi, kas uzrāda ļoti līdzīgu granulometrisku sastāvu ar dominējošiem graudu izmēriem 0,1–0,3 mm (21. attēls). Līdzīgs granulometriskais sastāvs ir diezgan tipisks Rīgas apkaimes kāpu smiltīm.

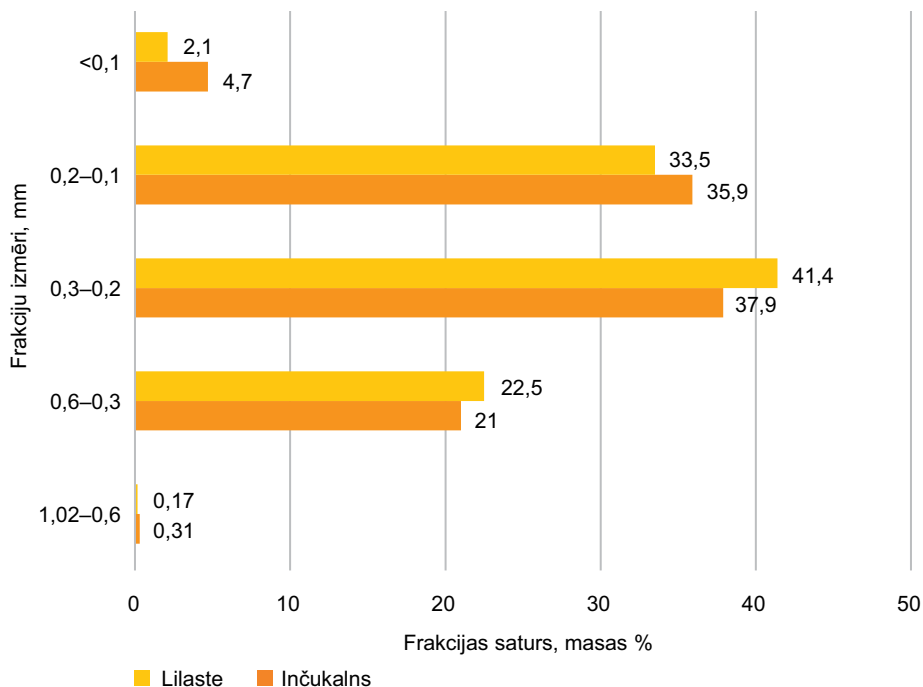


19. attēls. Skudru atradnes papildizpētes laukuma smilšu vidējais svērtais granulometriskais sastāvs (SIA “Terra projekti”).

Par Amatas svītas balto smilšu graudu izmēriem Riežupes apkaimē datu ir maz, vienīgi Jūlija Eiduka un Feliksa Rikarda publikācijā ir informācija par 15 paraugiem no Riežupes alām un to apkārtnes, tostarp daži paraugi ir iegūti Ilģuciema stikla un Jesena porcelāna fabrikā, kas netieši liecina par šo smilšu izmantošanu vēl pagājušā gadsimta trīsdesmitajos gados. Gandrīz visos paraugos



20. attēls. Skudru atradnes smilšu granulometriskais sastāvs (Sētiņa, Akiškins, 2011).



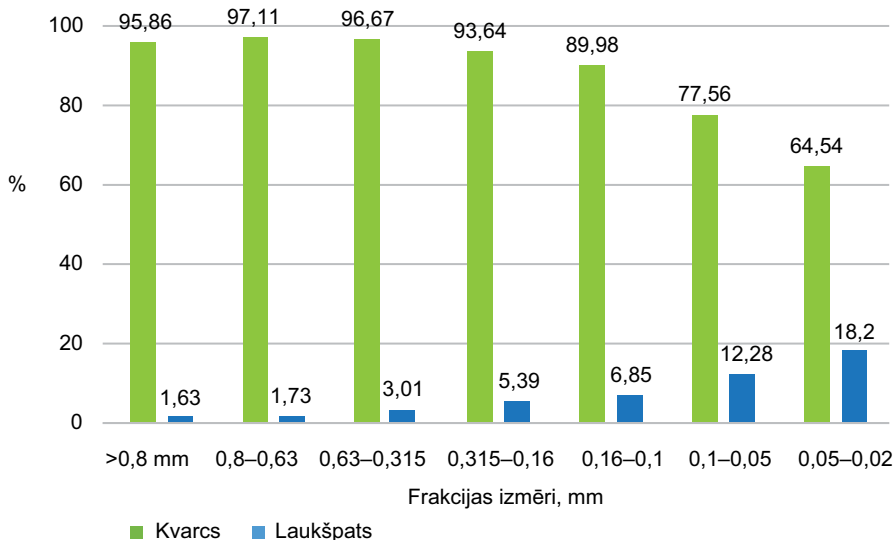
21. attēls. Podzola smilšu granulometriskais sastāvs (Eiduks, Rikards, 1941).

dominē ( $\geq 90$  %) graudu izmēri 0,1–0,2 milimetri. Izņēmums ir Jesena fabrikā ņemtais paraugs, kurā šī frakcija ir tikai nepilni 30 %, bet pārsvarā ir nedaudz rupjāks materiāls – 0,2–0,3 milimetri.

## Minerālais sastāvs

Latvijas baltās smiltis par kvarca smiltīm nereti var saukt visai nosacīti, būtībā daudzos gadījumos tās ir poliminerālas (sastāv no dažādiem minerāliem) vai oligomiktas (izteikti dominē viens minerāls, taču ir arī citi) ar izteiktu kvarca pārākumu, parasti 90–99 procenti. Pārējo veido laukšpati, vizlas un tā sauktie smagie ( $> 2,8\text{--}2,9$  g/cm<sup>3</sup>) jeb aksesorie (latīniski *accedo* – *papildu*) minerāli. Lai gan to saturs nepārsniedz dažas procenta desmitdaļas, tie lielā mērā ir būtisks nevēlamo piemaisījumu – dzelzs un titāna savienojumu – avots. Smilšu minerālais sastāvs ir plaši pētīts dažādos reģionālos darbos, lai risinātu ģenētiskas, paleoģeogrāfiskas un stratigrāfiskas problēmas, īpaši detalizēti – derīgo izrakteņu meklēšanas un izpētes darbos.

Reģionālie pētījumi parasti neaptver visu iezi kopumā, bet aprobežojas ar atsevišķu, tipisku granulometrisku frakciju minerālā sastāva izzināšanu (Вийдинг, 1968; Куршс, 1975). Vieglo minerālu jomā pētāmā frakcija ir samērā plaša, visbiežāk 0,25–0,1 (0,05) mm, līdz ar to iespējams komponentu,



22. attēls. Kvarca un laukšpatu saturs dažādu izmēru frakcijās, Cīruļu atradne (ģeoloģiskās izpētes materiāli).

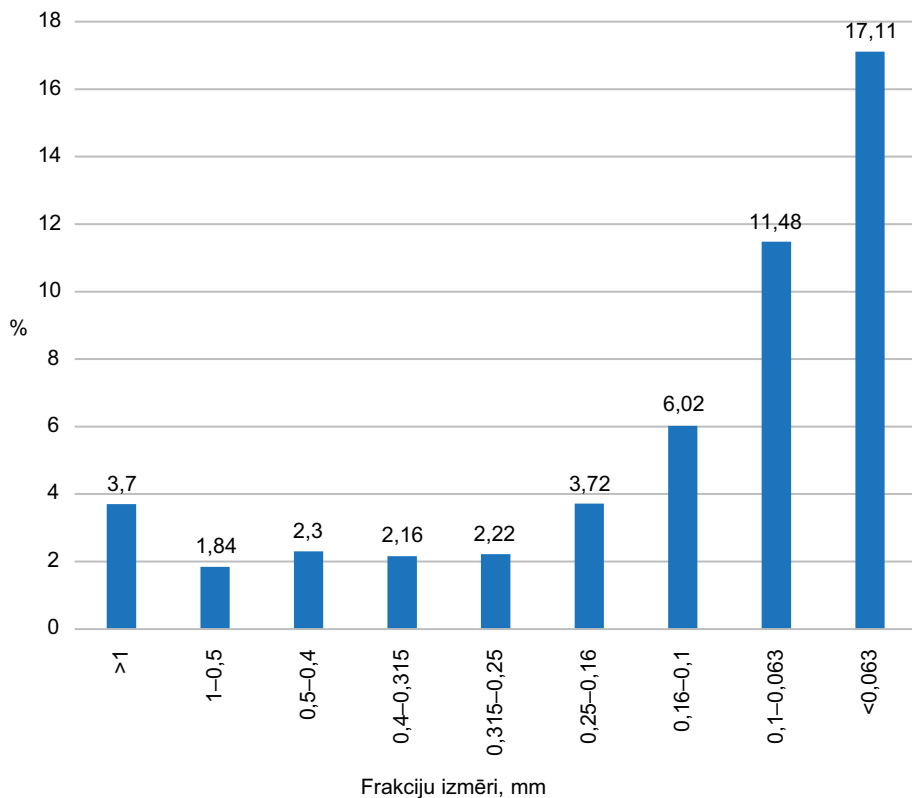
piemēram, kvarca un laukšpatu, asimetrisks sadalījums. Tā kā minerālu attiecības tiek noteiktas pēc attiecīgo graudu skaita, tad pat šķietami nelielas izmēru atšķirības sniedz maldīgu priekšstatu par faktisko atsevišķo minerālu masu iezī, kas ir svarīgi praktiskiem nolūkiem. Visvaldis Kuršs atzinis, ka saistībā ar biežo laukšpatu reģenerāciju vieglo minerālu pētījumos paleoģeogrāfiski un ģenētiski informatīvāka ir nevis līdz šim lietotā, bet gan rupjgraudaināka frakcija 0,2–0,315 milimetri.

Gan devona, gan juras kvarca smiltis vieglo frakciju veido trīs minerāli – izteikti dominējošais kvarcs, laukšpati (līdz 10 %) un vizlas (daži procenti), galvenokārt muskovīts. Nelielā daudzumā ir arī biotīts, kas gan lielāka blīvuma ( $2,8\text{--}3,0\text{ g/cm}^3$ ) dēļ tas nereti atrodams nevis vieglajā, bet smagajā frakcijā. Viegļās frakcijas sastāva piemērs redzams 22. attēlā, zemā satura dēļ tajā nav parādītas vizlas.

No praktiskā viedokļa laukšpatu klātbūtne smiltīs vērtējama divējādi. Tie, darbojoties kā kušņi, noteikti nav vēlamī smiltīs, ko lieto metāllietuvju veidņiem, savukārt stiklā alumīnijs, kālijs un nātrijs ir normāli un pat nepieciešami komponenti. Profesors Jūlijs Eiduks paaugstināto laukšpatu saturu podzola smiltīs pat uzskatīja par pozitīvu rādītāju. Tomēr laukšpati grūtāk asimilējas stikla kausējumā, tāpēc tagad stikla ražošanā kā alumīnija avotu lieto pārsvarā tīru alumīnija oksīdu.

Laukšpatu sadalījums visās pētītajās atradnēs ir līdzīgs ar izteiktu pieauguma tendenci smalkajās frakcijās un diezgan izlīdzinātu saturu 1–0,16 mm intervālā (23. un 24. attēls).

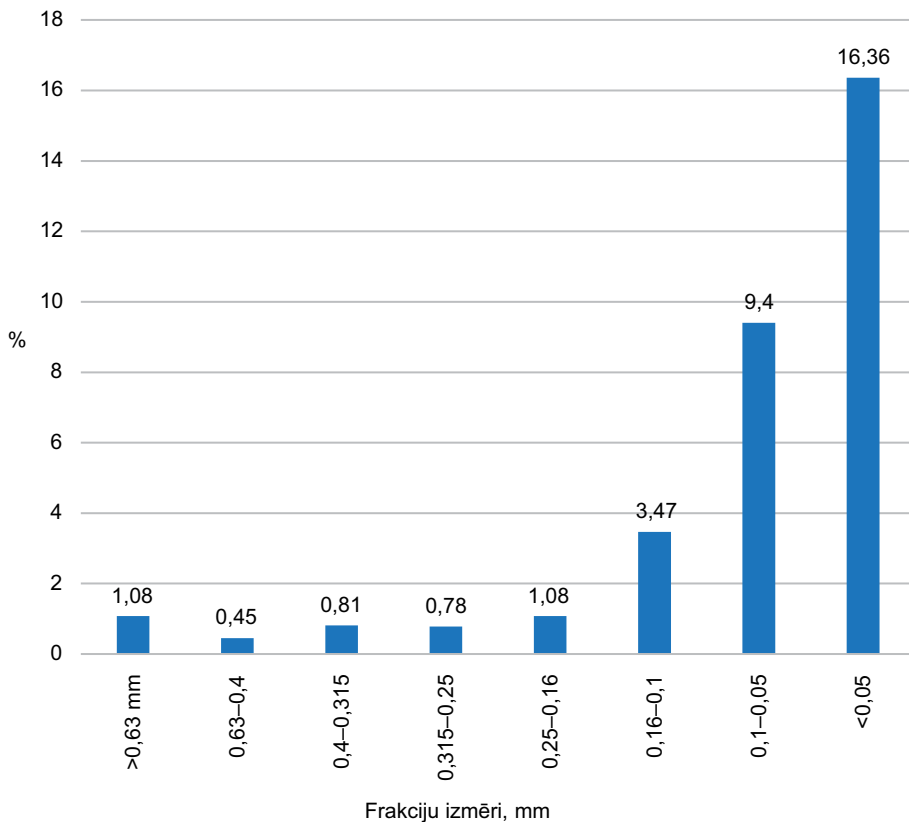




23. attēls. Laukšpatu saturs dažādu izmēru frakcijās, Bāles atradne (Sleine, 1965).

Laukšpatu sakarā pārsteidz Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātē veiktās Bāles un Skudru atradnes smilšu rentgenfāžu analīzes dati, kā vienīgo kristālisko fāzi konstatējot kvarcu (Sētiņa et. al., 2011, 2013, 2014). Vismaz Bāles smiltīs, kur visās frakcijās laukšpatu saturs pārsniedz vai ir tuvu 2 % (sk. 23. attēlu), rentgendifraktogrammām tos vajadzētu uzrādīt.

Pēc Elzas Lauenkrāpčas (Liieldienas) datiem (Лауенкrapч, 1963), laukšpatu pārstāv ortoklazs, mikroklīns un skābie plagioklazi (albīts, oligoklazs). Kālija laukšpati parasti ir noapaļoti, nedaudz duļķaini, kaolinizēti, bet plagioklaziem reģenerācijas dēļ bieži novērojamas pareizas jeb idiomorfās (grieķiski – *idiots* – *paša*) formas. Laukšpatu reģenerāciju pēcsedimentācijas posmā detalizēti aprakstījis arī Visvaldis Kuršs (Куршс, 1975). Viņš secinājis, ka reģenerācija skar galvenokārt nedaudz apdēdējušus laukšpatu graudus ar vājinātām virsmas saitēm, kas varēja atvieglot svaigu jonu piesaisti, to ticamākais avots ir smilšu sīkdispersie piemaisījumi. Raksturīgi, ka reģenerācija ir norisinājusies tikai starpgraudu poru telpā, bet nav konstatēta graudu saskares punktos. Reģenerācijas plēvīšu biezums sasniedz 0,1 milimetru. Ar reģenerāciju Visvaldis Kuršs saista arī paaugstināto laukšpatu saturu Bāles atradnes smilšu rupjākajā frakcijā.



24. attēls. Laukšpatu saturs dažādu izmēru frakcijās, Skudru atradne (Dreijers, 1959).

Arī nesenā pētījumā (Piese u. c., 2012) noskaidrots, ka laukšpata reģenerācijas apmalītes ir izplatītākais devona Sietiņu svītas smilšakmeņu cementa veids. Otrs izplatītākais cementa veids šīs svītas smilšakmeņos ir māla cements, kas sastāv no illīta un kaolinīta. Šādi dati iegūti par Bāles atradnes 1. iecirkni. Sarkanajos un dzeltenajos Gaujas svītas smilšakmeņos (Raiskuma sarkanās klintis) visvairāk ir dzelzs oksīdu un hidroksīdu cementa, kas piešķir arī tiem košo krāsu. Pārejas zonā starp abām svītām (Liču-Laņu klintis un Grīviņu iezis) smilšakmeņos arī dominē laukšpata reģenerācijas cements, taču ir daudz arī māla un dzelzs savienojumu cementa (Piese u. c., 2012).

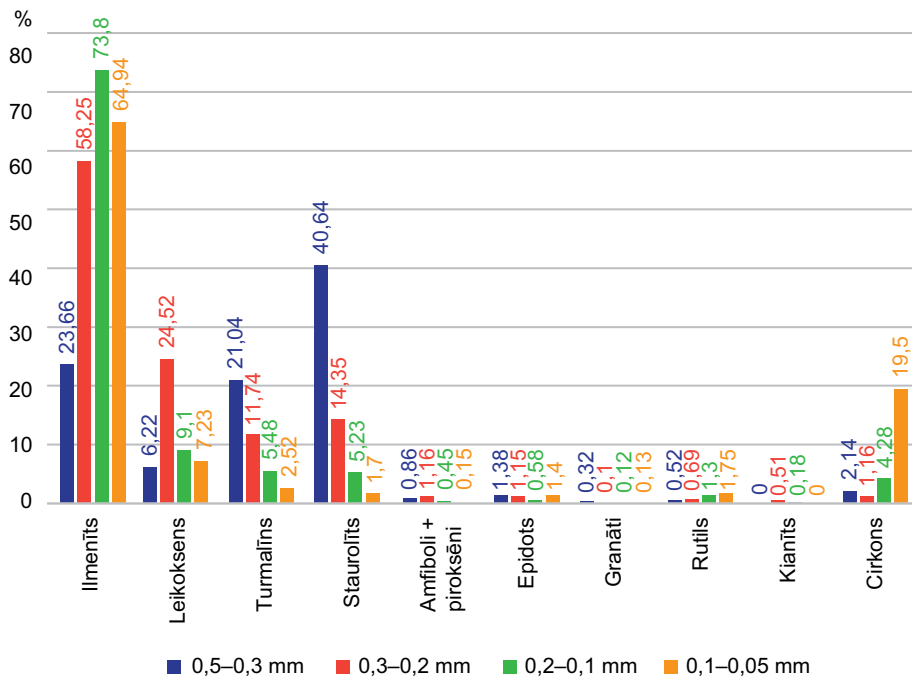
Viszemākais laukšpatu saturs visās frakcijās ir Skudru atradne (jura), tās smiltis ar pilnām tiesībām pat pēc stingrākajiem kritērijiem var saukt par kvarca smiltīm. Savukārt visvairāk laukšpatu ir Cīruļu atradnē (devons). Laukšpatu paaugstināto koncentrāciju saistība ar smalkajām frakcijām nozīmē, ka to daudzumu smiltis var būtiski samazināt, šīs frakcijas atsijājot. Kvarca un laukšpatu attiecība ir arī iežu mineraloģiskā brieduma rādītājs – kvarcs ir viens no stabilākajiem minerāliem, kamēr laukšpati diezgan viegli pakļaujas dažādu dēdēšanas aģentu iedarbībai.

Vēl vieglā frakcija nedaudz – līdz dažiem procentiem – satur vizlu (muskovītu). Paretam orientētu vizlas plāksnišu josliņas redzamas arī atsegumos smalkgraudainu smilšu starpkārtās un nobirās atsegumu pakājē.

Smago minerālu pētījumos par piemērotāko uzskata frakciju 0,1–0,05 mm, kurā šo minerālu ir visvairāk un to daudzveidība vislielākā. Tomēr smagie minerāli ir arī rupjākās frakcijās, un viena šaura frakcija kopainu par to daudzumu un sastāvu iezī nesniedz. Šajā ziņā pilnīgāki ir atradņu ģeoloģiskās izpētes materiāli, ar mineraloģiskām analizēm aptverot visu granulometrisku spektru.

Smilšu smagajā frakcijā, kuras saturs parasti ir dažas procenta desmitdaļas, gan reģionālajos, gan izpētes darbos konstatēti šādi minerāli:

- amfiboli (ragmānis) –  $(Ca,Na)_2(Mg,Fe,Al)_6[(Si,Al)_8O_{22}](OH,F)_2$ ;
- cirkons –  $ZrSiO_4$ ;
- epidots –  $Ca_2(Al,Fe)_3[SiO_4]_3(OH)$ ;
- granāti (almandīns, grosulārs) –  $Fe^{2+}_3Al_2[SiO_4]_3$ ;
- hematīts –  $Fe_2O_3$ ;
- hlorīti –  $Mg_4(Mg,Al,Fe)_2[(SiAl)_2Si_2O_{10}](OH)_8$ ;
- ilmenīts –  $FeTiO_3$ ;
- kianīts (distēns) –  $Al_2[SiO_5]$ ;
- leukoksens – ilmenīta dēdēšanas produkts ar aptuvenu formulu  $CaTiO[SiO_4]$ ;
- magnetīts –  $Fe_3O_4$ ;



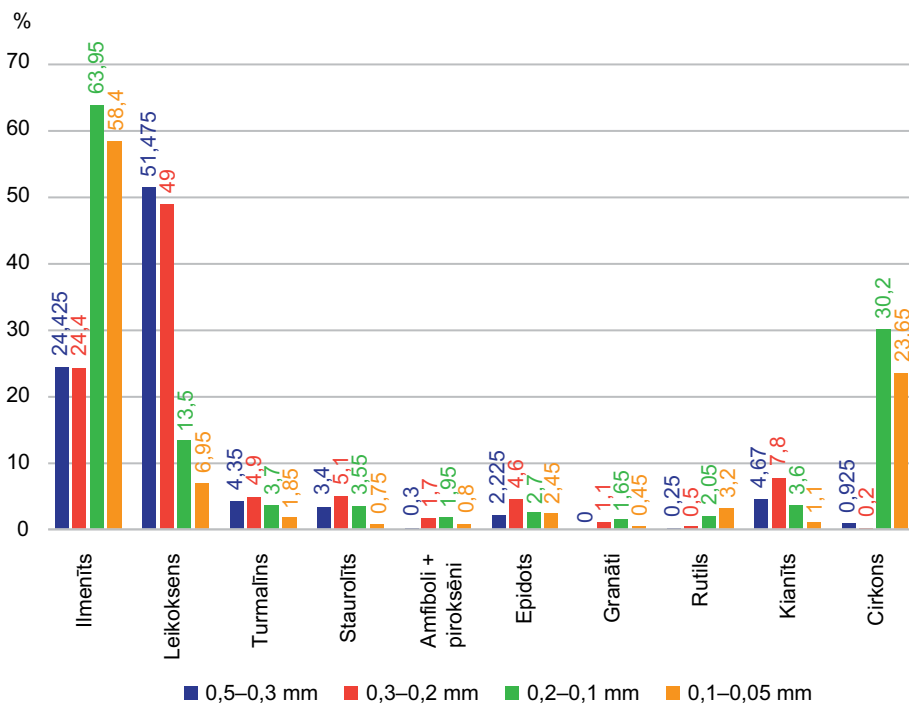
25. attēls. Smago minerālu sadalījums Bāles atradnes smiltīs (Vītiņš, Martinsone, 1965).

- monacīts –  $(\text{Ce,La,Y,Th})\text{PO}_4$ ;
- piroksēni (egirīns, retāk diopsīds un hiperstēns) –  $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ;
- rutilis –  $\text{TiO}_2$ ;
- sfēns (titanīts) –  $\text{Ca,Ti}[\text{SiO}_4](\text{O,OH,F})$ ;
- staurolīts –  $\text{Fe}_2\text{Al}_9[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ ;
- turmalīns (dravīts, šerls) -  $\text{Na}(\text{Mg,Fe})_3\text{Al}_6[(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH,F})_4]$ ;

Sporādiski atzīmēti arī silimanīts  $\text{Al}_2[\text{SiO}_5]$ , pirotīns  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}_x$ , anatāzs  $\text{TiO}_2$ , sīkāk nedignosticēti apatīta  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3$  grupas minerāli, juras smiltis Pilādžu atradnē kompānijā *SP Minerals OY AB* veiktajās analizēs pat hromīta  $\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$  grauds.

Vairākums smagās frakcijas minerālu ir stikla ražošanai nevēlamo komponentu dzelzs un titāna nesēji, tāpēc svarīgi zināt to saistību ar graudu izmēriem, lai izvērtētu atdalīšanas iespējas.

Sietiņu svītas smilšu (Bāle) smagajā frakcijā izteikti dominē pieci minerāli – ilmenīts, leukoksens, turmalīns, staurolīts un cirkons (25. attēls). Ilmenīts un leukoksens nozīmīgā daudzumā sastopami visās četrās pētītajās frakcijās ar nelielu ilmenīta koncentrēšanās tendenci smalkākajā materiālā, turpretī turmalīns un staurolīts – tieši pretēji – maksimālo daudzumu sasniedz rupjākajās frakcijās, īpaši frakcijā 0,5–0,3 milimetri. Cirkona saturs rupjākajās frakcijās nepārsniedz dažus procentus, koncentrējoties līdz 20 % pašā smalkākajā frakcijā 0,1–0,05 milimetri. Amfibolu/piroksēnu, epidota, granātu, rutila un kianīta saturs visās

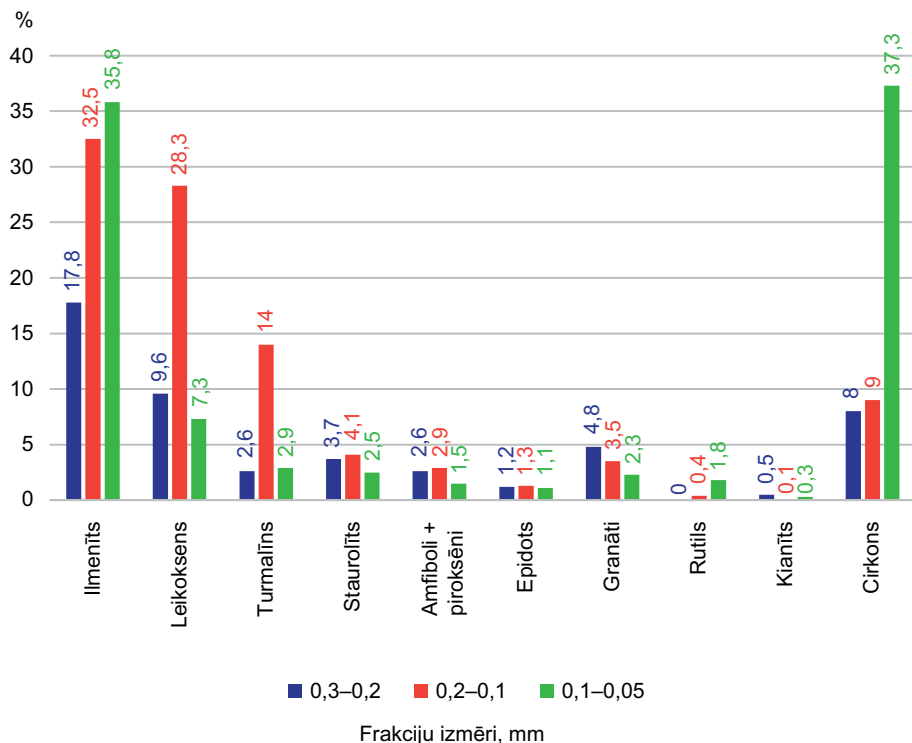


26. attēls. Smago minerālu sadalījums Skudru atradnes smiltīs (Vītiņš, Martinsone, 1965).

frakcijās ir mazāks par vienu procentu, izņemot rutilu, kas smalkākajā frakcijā tuvojas diviem procentiem.

Juras smiltis (26. attēls) lielākā daudzumā (>10 %) sastopami ilmenīts, leikoksens un cirkons. Ilmenīta un cirkona maksimālais daudzums saistīts ar smalkākajām frakcijām, turpretī leikoksena vairāk ir rupjākajā materiālā. Atšķirībā no Sietiņu svītas par dažiem procentiem vairāk ir epidota (saturs pa frakcijām izlīdzināts), kianīta (vairāk rupjākajās frakcijās) un rutila (koncentrējas smalkākajās frakcijās). Turmalīna un staurolīta saturs nepārsniedz piecus procentus ar nelielu koncentrēšanās tendenci rupjākā materiālā.

Pieredzējušais ģeologs Krišs Bērziņš pagājušā gadsimta četrdesmitajos gados juras ugunsizturīgo mālu meklēšanas darbu laikā Auces apkārtnē konstatēja samērā plašu balto kvarca smilšu izplatības laukumu (Bērziņš, 1947). Pēc viņa ierosmes Ilģuciema stikla fabrika pat sāka to iegūvi, kas gan neturpinājās ilgi. Detalizētāk šo smilšu sastāvu saistībā ar vietējo smilšu kvalitātes uzlabošanas iespēju pētījumiem izzinājuši bijušās Ģeoloģijas un zemes dziļu aizsardzības pārvaldes Centrālās laboratorijas darbinieki Eduarda Vītiņa vadībā. Kā jau bija gaidāms, minerālais sastāvs ir ļoti līdzīgs Skudru atradnes smiltīm, bet ir arī dažas atšķirības, pirmām kārtām vēl zemāks laukšpatu saturs, pat smalkākajā frakcijā nepārsniedzot vienu procentu. Smagajā frakcijā atšķirībā no Skudru atradnes ir vairāk turmalīna un staurolīta, līdz pat 30 % frakcijās 0,5–0,3 un 0,3–0,2 milimetri.



27. attēls. Smago minerālu sadalījums Amatas svītas smiltīs (Vītiņš, Martinsone, 1965).

Jau no hercoga Jēkaba laikiem līdz pat pagājušā gadsimta vidum periodiski stikla un porcelāna ražošanā izmantotas Riežupes krastos atsegtās baltās augšdevona Amatas svītas smiltis, par kurām gan profesors Eiduks rakstījis, ka “viņas nav tik tīras, cik baltas”. Divus Riežupes smilšu paraugus pārbaudījuši arī Ģeoloģijas un zemes dzīļu aizsardzības pārvaldes Centrālās laboratorijas darbinieki. Kvarca saturs mainās no 86 līdz 96 %, pa frakcijām tas ir diezgan izlīdzināts, laukšpati variē no viena līdz 13 %, vairāk smalkajās frakcijās.

Smago minerālu sadalījums parādīts 27. attēlā. Salīdzinot ar juras un Sietiņu svītas smiltīm, Riežupē ir nedaudz vairāk amfibolu/piroksēnu un granātu. Turmalīna un staurolīta satura ziņā tās ir tuvākas juras smiltīm. Īpatnēji, ka abu šo minerālu maksimālais daudzums ir nevis rupjākajā frakcijā, bet gan frakcijā 0,2–0,1 milimetri.

Viens no galvenajiem dzelzs un titāna nesējiem paramagnētiskais ilmenīts nozīmīgā daudzumā ir visās atradnēs visās frakcijās, tāpēc, lai to atdalītu, smilšu bagātināšanas shēmās obligāti nepieciešams iekļaut elektromagnētisko separāciju. Savukārt atdalītos smagos minerālus, gan magnētiskos, gan nemagnētiskos, pašus var izmantot kā vērtīgas rūdas (Kuršs, Stinkule, 1961).

Pagājušā gadsimta sešdesmitajos gados devona terīgēno nogulumu izplatības teritorijā Latvijas ziemeļaustrumos pat notika specializēti smago minerālu koncentrātu (28. attēls) meklēšanas darbi, kuru rezultāti daļēji apkopoti 1. tabulā. Īpaši detalizēti apsekota Bāles atradne, dažādās tās daļās ņemot vairāk nekā 100 vadziņas paraugu. Vidējais smago minerālu saturs Bāles smiltīs, pēc šiem datiem, ir 1,66 kilogrami kubikmetrā. Tas nav daudz, bet, ņemot vērā toreizējo ieguves apjomu, izrakto smago minerālu daudzums mērāms tonnās.

1. tabula

Praktiski nozīmīgāko smago minerālu saturs devona smiltīs, kg/t  
(Коган, Чурилова, 1961)

Ģeoloģiskais vecums	Kopīgais derīgo minerālu saturs	Ilmenīts	Rutīls	Cirkons	Monacīts	Paraugu skaits
Burtnieku svīta	1,18	0,17–5,63, vidēji 0,94	0,002–0,17, vidēji 0,03	0,02–0,093, vidēji 0,20	0,002–0,02, vidēji 0,01	55
Sietiņu svītas apakšdaļa	1,75	0,2–11,39, vidēji 1,42	0,0006–0,84, vidēji 0,03	0,006–3,13, vidēji 0,25	0,01–0,14, vidēji 0,05	49
Sietiņu svītas augšdaļa	1,54	0,11–3,94, vidēji 1,15	0,002–0,15, vidēji 0,03	0,01–2,38, vidēji 0,32	0,004–0,05, vidēji 0,03	60
Amatas svīta	1,38	0,52–1,74, vidēji 0,92	0,002–0,26, vidēji 0,06	0,17–0,71, vidēji 0,37	Nav	16



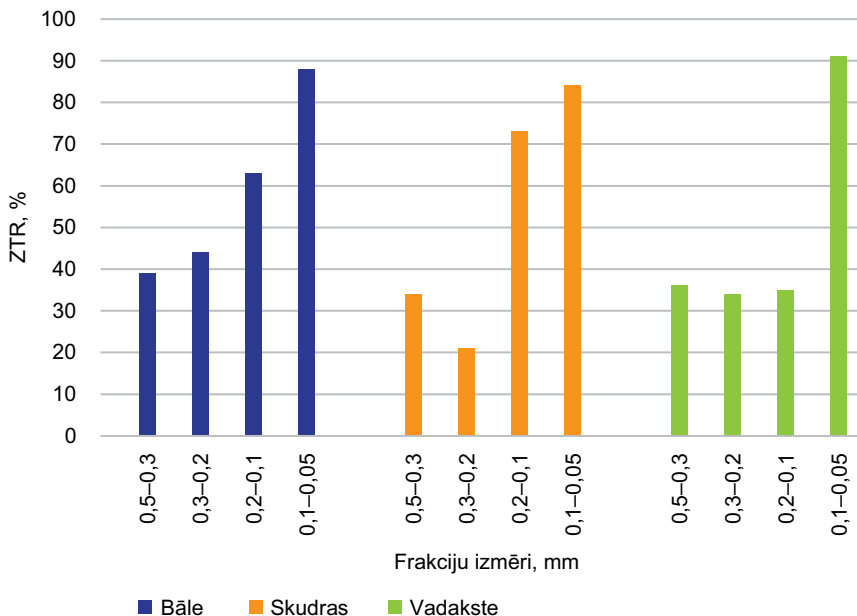
28. attēls Tumšās smago minerālu josliņas un mālu saveltņi Bāles atradnes smiltīs. Visvalža Kurša foto.

“Ziedu laikos”, pagājušā gadsimta astoņdesmitajos gados, smilšu ieguve Bāles karjerā (atradnes 1. iecirknis) sasniedza 40 tūkstošus tonnu gadā ar aptuveni 5,5 tonnām ilmenīta + magnetīta, 1,2 tonnām cirkona, pa 0,12 tonnām rutila un monacīta. Pašlaik ieguve notiek atradnes 2. iecirknī, un tā ir ļoti sarukusi, līdz 20–30 tūkstošiem tonnu gadā.

Gan devona, gan juras kvarca smiltīm raksturīgs *augsts mineraloģiskais briedums*, tās gandrīz pilnīgi sastāv no noturīgākajiem minerāliem – kvarca vieglajā frakcijā un cirkona-rutila-turmalīna smagajā frakcijā. Šo trīs minerālu attiecību pret caurspīdīgo alotigēno (no citurienes atnesto) minerālu summu jeb ZTR (*angliski Zircon + Tourmaline + Rutile*) plaši lieto kā iežu mineraloģiskā brieduma indikatoru (Hubert, 1962), augsta brieduma smiltīm tas ir lielāks par 70 procentiem.

Izmantojot E. Vītiņa un B. Martinsones datus, aprēķinātas ZTR vērtības dažām Latvijas kvarca smilšu iegulām (29. attēls). Smalkākajai frakcijai 0,1–0,05 mm tās ir ļoti augstas kā devona, tā juras smiltīs, ko lielā mērā nosaka augstā cirkona koncentrācija. Bāles smiltīs ZTR vērtības rupjākajās frakcijās saistībā ar lielāku turmalīna saturu ir augstākas nekā juras smiltīs, kuru it kā zemāko briedumu būtiski iespaido devonam netipiski minerāli epidots un kianīts un mazāks turmalīna saturs.

Smago minerālu pētījumi sniedz arī ļoti vērtīgu paleoģeogrāfisku informāciju par smilšu cilmavotu iespējamo izvietojumu un petrogrāfisko sastāvu (2. tabula),



29. attēls. Latvijas kvarca smilšu mineralogiskais briedums (ZTR).

tektoniskajiem un klimatiskajiem apstākļiem, dēdēšanas intensitāti, pārneses un nogulsnešanās mehānismu, pēcsedimentācijas izmaiņām. Šādā aspektā kvarca smiltis saturošie ģeoloģiskā griezuma intervāli ir pētīti ar dažādu detalitāti.

Vismazāk mineralogiskās informācijas ir par juras smiltīm. Tie ir dažu desmitu analīžu dati ģeoloģiskās izpētes, kartēšanas un dažu ģeoloģijas studentu darbu materiālos. Ierobežotā izplatība un nelielais analizēto paraugu skaits apgrūtina datu paleoģeogrāfisku interpretāciju. Nedaudz paaugstinātā kianīta, epidota un rutila koncentrācija varētu liecināt par lielāku metamorfo iežu dēdējumgarozas lomu šo nogulumu veidošanā, salīdzinot ar devona smilšu cilmavotiem.

Daudz bagātīgāka un labāk apkopota ir informācija par devona terīgēno slāņkopu, kuras sastāvā ietilpst arī Gaujas reģionālais stāvs ar Sietiņu svītu (Лауенкрапч, 1963; Куршс, 1975, 1992; Вийдинг, 1964). Salīdzinot datus par drupu materiāla noneses virzieniem pēc tekstūru (slīpslāņojuma) orientācijas pētījumiem ar informāciju par minerālo sastāvu, skaidri saskatāms izteikts minerālā brieduma pieaugums virzienā no rietumiem uz austrumiem, perpendikulāri sanesu plūsmām. Kurzemē šajā devona griezuma daļā vieglo minerālu frakcijā līdzās dominējošajam kvarcam ir ap 20 % laukšpatu un vizlas, smago minerālu frakcijā ir daudz granāta. Latvijas ziemeļaustrumos laukšpatu un vizlas saturs sarūk zem 10 %, krasi samazinās pret dēdēšanu vidēji noturīgā granāta saturs (30. attēls). Pret dēdēšanu noturīgo minerālu izteiktā dominance Gaujas reģionālajā stāvā Latvijas ziemeļaustrumos, kā arī kvarca smilšu gaišā krāsa ir pamats Sietiņu svītas kā atsevišķas litostratigrāfiskās vienības nodalīšanai šajā teritorijā.

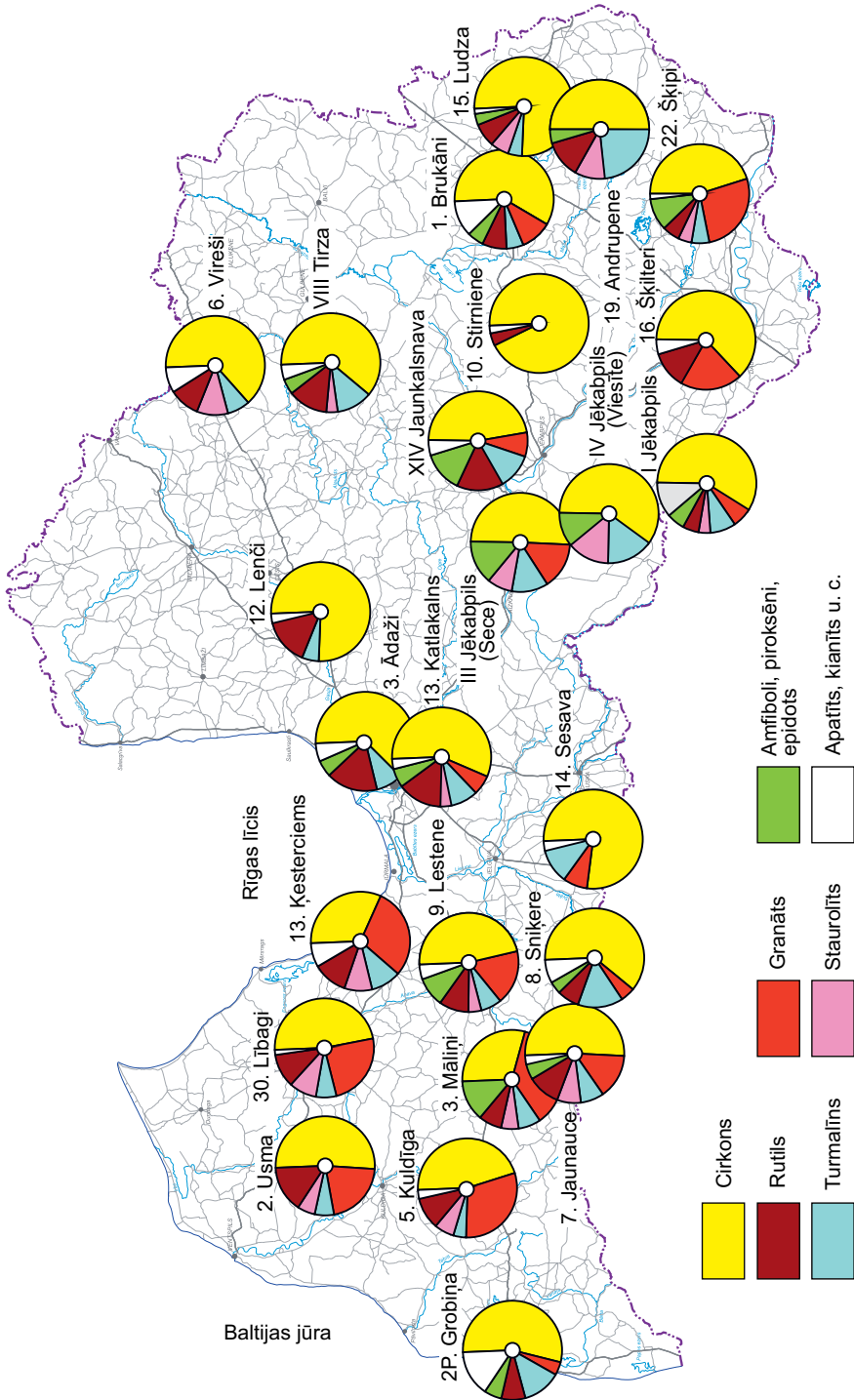


2. tabula

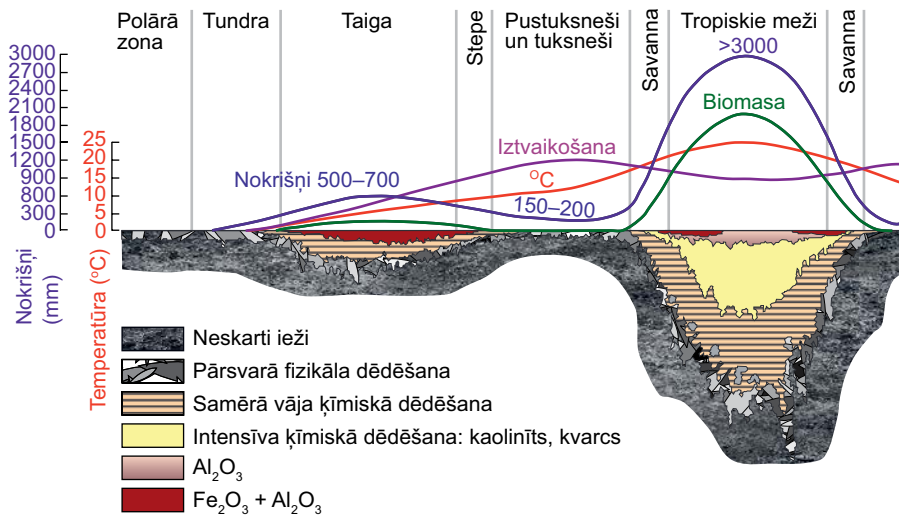
Latvijas kvarca smiltīs esošo smago minerālu noturība dēdēšanas procesos, pēc literatūras datiem ([www.sandatlas.org/heavy-minerals/](http://www.sandatlas.org/heavy-minerals/))

Minerāls	Blīvums	Noturība dēdēšanas procesos	Noturība diaģenēzē	Izcelsme
Anatāzs	3,87–3,92	Augsta	Augsta	Skābie un vidēji skābie magmatiskie ieži, hidrotermālās dzīslas, ilmenīta izmaiņu produkts
Andaluzīts	3,13–3,16	Augsta	Zema	Metamorfe ieži
Amfiboli	3,02–3,50	Zema	Zema	Magmatiskie un metamorfe ieži
Apatīts	3,10–3,35	Zema	Augsta	Magmatiskie un metamorfe ieži
Hromīts	4,43–5,09	Augsta	Augsta	Bāziskie un ultrabāziskie magmatiskie ieži
Piroksēni	2,96–3,52	Zema	Zema	Magmatiskie un metamorfe ieži
Epidots	3,12–3,52	Zema	Zema	Galvenokārt metamorfe, retāk magmatiskie ieži
Granāts	3,59–4,32	Vidēja	Vidēja	Galvenokārt metamorfe, arī magmatiskie ieži
Ilmenīts	4,70–4,79	?	?	Magmatiskie un metamorfe ieži
Kianīts	3,53–3,65	Augsta	Vidēja	Metamorfe ieži, reti magmatiskie ieži
Magnetīts	5,17–5,20	?	Augsta	Magmatiskie un metamorfe ieži
Monacīts	5,0–5,30	Augsta	Augsta	Magmatiskie un metamorfe ieži
Rutils	4,23–5,50	Augsta	Augsta	Magmatiskie un metamorfe ieži
Silimanīts	3,23–3,27	Augsta	Zema	Metamorfe ieži, reti granīti
Staurolīts	3,74–3,83	Augsta	Vidēja	Metamorfe ieži
Sfēns	3,45–3,55	Vidēja	Vidēja	Magmatiskie un metamorfe ieži
Turmalīns	3,03–3,10	Augsta	Augsta	Granītpegmatīti, daži metamorfe ieži
Cirkons	4,60–4,70	Augsta	Augsta	Magmatiskie un metamorfe ieži

Visvaldis Kuršs šo izmaiņu cēloni saskatīja ķīmiskās dēdēšanas apstākļu atšķirībā Fenoskandijas – galvenā noneses apgabala – rietumu un austrumu daļā, saistot tās ar dažādu tektonisko aktivitāti. Pēc jaunākām paleoģeogrāfiskām rekonstrukcijām, lielāka nozīme tiek piešķirta klimatiskajiem faktoriem. Tagadējās Somijas teritoriju devona periodā šķērsoja ekvators ar iežu dēdēšanai labvēlīgu karstu, humīdu klimatu, uz dienvidiem, tagad dienvidrietumiem, klimats bija sausāks un dēdēšanas intensitāte zemāka.



30. attēls. Gaujas reģionālā stāva smilšu/smilšakmeņu mineraloģiskā zonalitāte. Pēc ģeoloģiskās kartēšanas materiāliem sastādījuši V. Kuršs un M. Pupils, 1997.



31. attēls. Dēdēšanas intensitāte dažādās klimatiskās zonās (Cmpaxoe, 1963).

Dēdēšanas intensitātes saistību ar klimatiskajiem faktoriem (temperatūru, nokrišņiem, biomasu) 31. attēlā labi ilustrē plaši pazīstamais sedimentologs Nikolajs Strahovs.

Tropu un subtropu joslā ir visi dziļai ķīmiskai dēdēšanai labvēlīgie priekšnoteikumi – siltums, pat karstums, bagātīgi nokrišņi un dzīvo organismu producētā biomasa. Šādos apstākļos sabrūk vairākums minerālu, saglabājas tikai visnoturīgākie – kvarcs, cirkons, rutils, monacīts, arī turmalīns un hromīts. Šie minerāli saglabā labu noturību arī ilgstošas pārneses apstākļos.

## Ķīmiskais sastāvs un tā optimizēšanas iespējas

Ģeoloģisko un tehnoloģisko pētījumu dati liecina, ka Latvijas kvarca smilšu ķīmiskais sastāvs pētītajās atradnēs ir diezgan līdzīgs (3. tabula).

Galvenā komponenta  $\text{SiO}_2$  saturs vairākumā gadījumu pārsniedz 98 %, nedaudz zemāks tas ir lielajā Cīruļu atradnē, kur notikusi tikai iepriekšējā izpēte, bet arī šeit iezīmējas iecirkņi ar augstāku  $\text{SiO}_2$  saturu, kuru izvietojums un apjoms precizējams detalizētākos pētījumos.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , kā arī sārmu un sārmzemju oksīdu klātbūtne saistāma ar nelielu laukšpatu un mālu piemaisījumu.

Samērā augsts ir stikla ražošanai nevēlamo, krāsojošo dzelzs un titāna savienojumu saturs, kas atradnēs atkarībā no piemaisījumu rakstura un sadalījuma ir diezgan mainīgs (32. attēls).

Cīruļu atradnē ir samērā daudz smilšu piciņu ar mālu vai dzelzs oksīdu cementu, nosakot histogrammā izstieptu labo (paaugstināto koncentrāciju) spārnu (33. attēls).

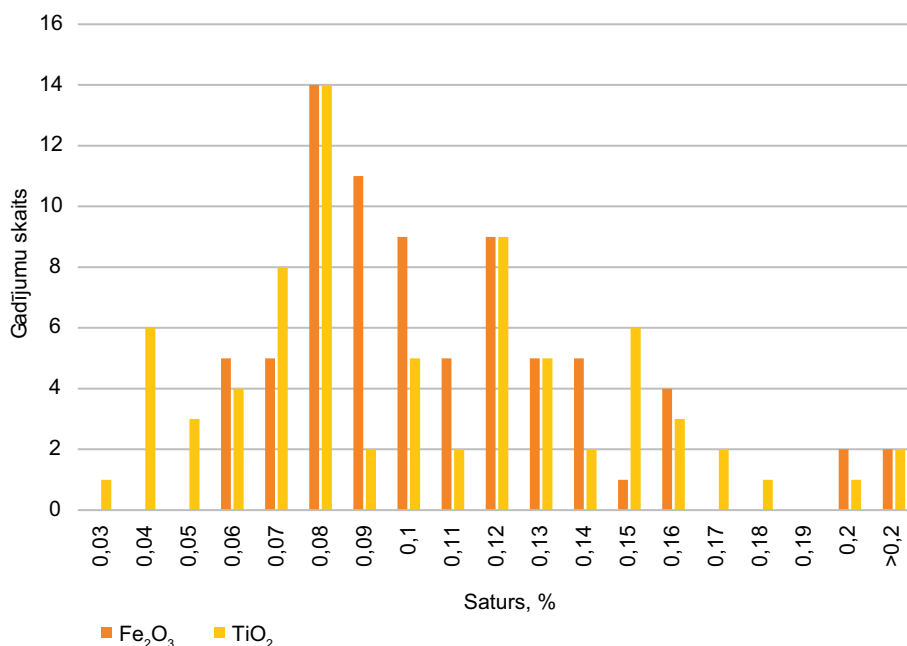
3. tabula

Latvijas kvarca smilšu vidējais ķīmiskais sastāvs

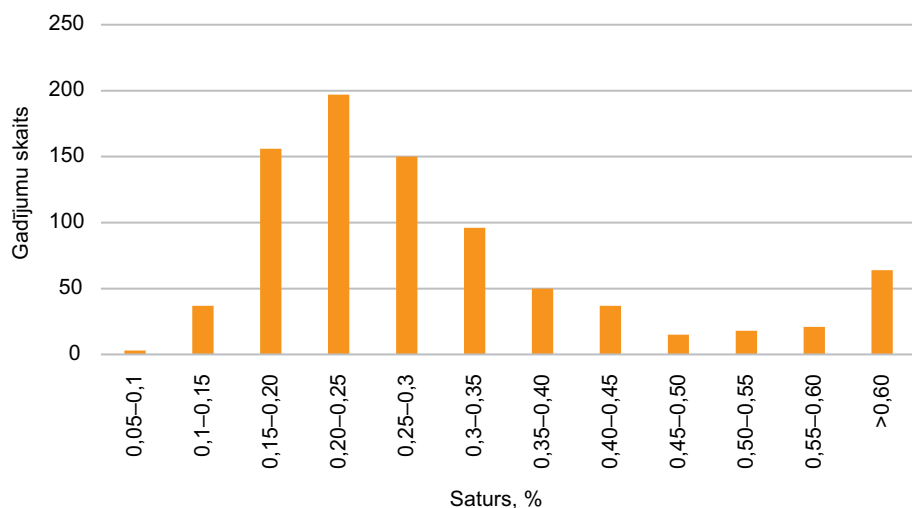
Atradne	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Bāle, 1. iecirknis*	98,04	1,16	0,10	0,08	0,53	0,07	Nav noteikts	
Bāle, 2. iecirknis*	98,66	0,73	0,19	0,14	Nav noteikts			
Bāle, RTU**	98,2	0,64	0,15	0,07	0,08	0,05	0,09	0,15
Cīruļi*	97,24	1,07	0,31	0,20	0,25	0,47	0,06	0,67
Cīruļi, Maskava	95,66	1,9	0,25	0,14	0,04	0,07	0,09	0,5
Skudras*	98,44	0,28	0,11	0,11	0,27	0,41	Nav noteikts	
Skudras, RTU**	98,60	0,52	0,15	0,11	0,05	0,05	0,07	0,1
Vadakste*	97,83	0,23	0,29	0,09	0,13	0,33	Nav noteikts	
Pilādži, RTU**	98,7	0,73	0,18	0,18	0,09	0,1	0,06	0,11
Pilādži, Somija	98,4	0,81	0,22					

\*Paraugi analizēti Ģeoloģijas un zemes dziļu aizsardzības pārvaldes Centrālajā laboratorijā

\*\*Paraugi analizēti RTU Materiālzinātņu un lietišķās ķīmijas fakultātē



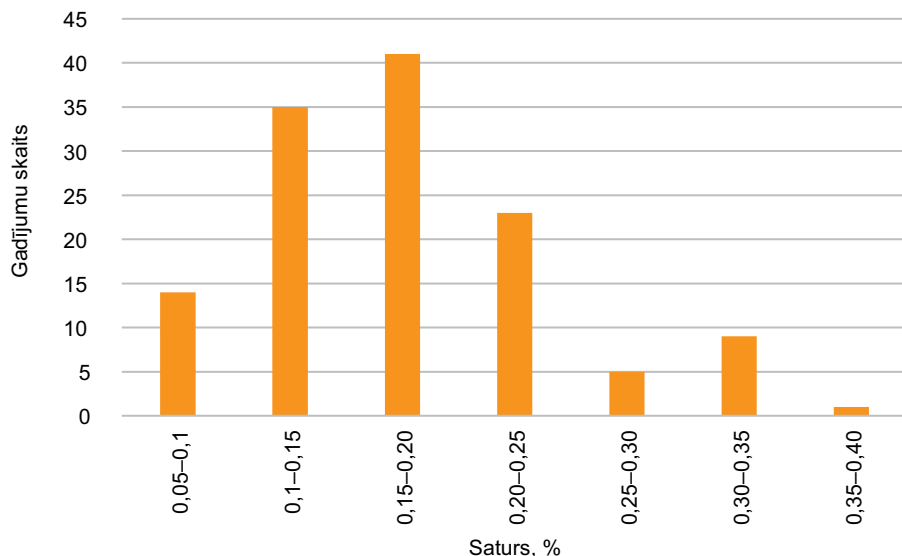
32. attēls. Dzelzs un titāna oksīdu histogramma Bāles atradnes 1. iecirknī, 77 paraugi.



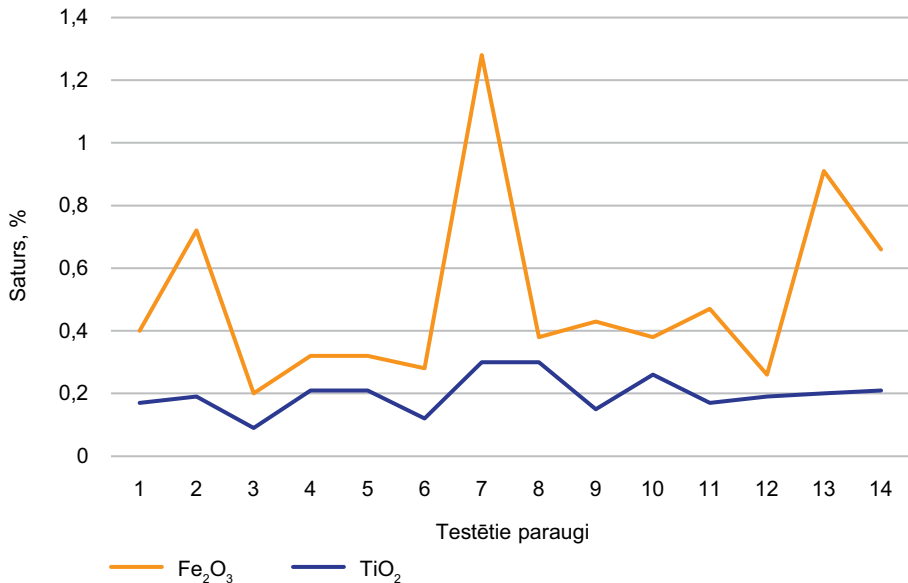
33. attēls.  $Fe_2O_3$  saturs histrogramma devona smiltīs Cīruļu atradnē, 844 paraugi.

Mazāk kontrastains ir dzelzs oksīdu sadalījums juras smiltīs, ko ilustrē Pīlādžu atradnes paraugi (34. attēls).

Otra krāsojošā komponenta  $TiO_2$  saturs ir vairāk izlīdzināts, augstāks devona, zemāks juras smiltīs (35. un 36. attēls). Pēc samērā pastāvīgā  $TiO_2$  saturs var spriest, ka šis komponents gandrīz pilnīgi ir saistīts ar vienu avotu – smagās frakcijas minerāliem, kamēr dzelzs avoti ir daudzveidīgāki. Ciešas korelācijas starp dzelzi un titānu nav.



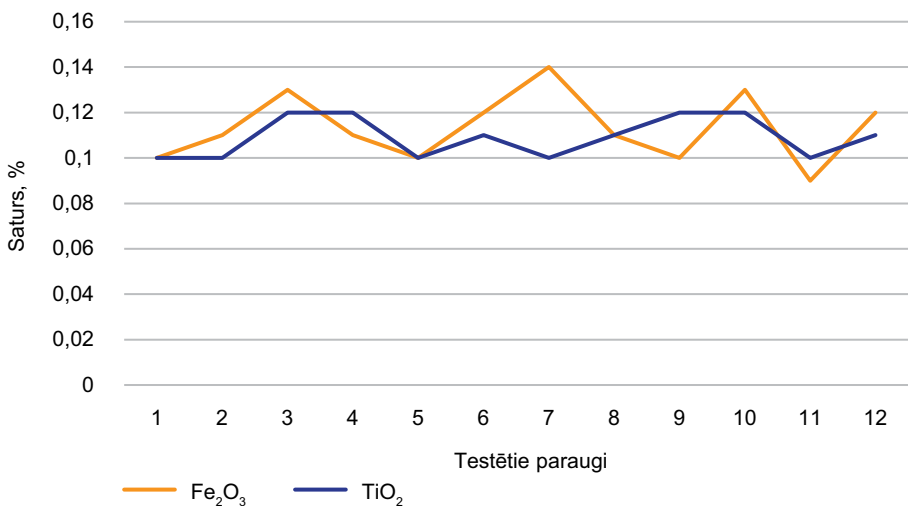
34. attēls.  $Fe_2O_3$  saturs histrogramma juras smiltīs Pīlādžu atradnē, 128 paraugi.



35. attēls. Dzelzs un titāna oksīdu saturs Cīruļu atradnes devona smiltīs.

Nevēlamie dzelzs un titāna savienojumi smiltīs sastopami:

- mālu-putekļu frakcijās dispersu daļiņu vai plēvīšu veidā;
- smago minerālu sastāvā;
- kā dzelzs oksīdu un oksihidrātu plēvītes uz kvarca un laukšpatu graudiem;
- kā sīki smago minerālu ieslēgumi kvarca un laukšpatu graudos;
- kā cieti šķīdumi vai izomorfi aizvietojumi kvarcā.



36. attēls. Dzelzs un titāna oksīdu saturs Skudru atradnes juras smiltīs.

Tā kā dabīgā veidā ne devona, ne juras baltās smiltis nespēj nodrošināt stabili augstas kvalitātes stikla ražošanu liela dzelzs un titāna savienojumu satura dēļ, jau kopš pētījumu pirmsākumiem ir veikti eksperimenti, lai ar dažādām metodēm kaitīgos piemaisījumus atdalītu vai vismaz būtiski samazinātu to saturu, t. i., smiltis bagātinātu. Bagātināšana pamatojas uz atdalāmo komponentu fizikālo un fizikālķīmisko īpašību atšķirībām no derīgās pamatmasas.

Pirmie plašākie pētījumi, kā uzlabot balto smilšu kvalitāti, veikti pagājušā gadsimta trīsdesmitajos un četrdesmitajos gados Zemes bagātību pētīšanas institūta un Latvijas Universitātes speciālistu sadarbībā Jūlija Eiduka vadībā (Eiduks, 1939, 1952), aptverot plašu paraugu klāstu: Bāles un Krāslavas devona, Dzeldas-Šķērveļa juras, Lilastes un Inčukalna podzola un Lielupes kāpu smiltis. Tika aprobētas vairākas metodes:

- sijāšana, atdalot rupjās frakcijas un nejaušus piemaisījumus;
- separēšana, ar elektromagnētu atdalot magnētiskos minerālus;
- elektrostatiskā separēšana, izmantojot minerālu atšķirīgu elektrovadītspēju;
- smilšu mazgāšana, atdalot mālainos un organiskos piemaisījumus;
- gravitācijas separēšana ar vibrācijas galdiem;
- flotācija ar un bez ķīmiskiem reaģentiem;
- ķīmiskā attīrīšana, ar skābeņskābi šķīdinot dzelzs oksīdu plēvītes.

Tika secināts, ka vislabākos rezultātus dod vairāku metožu kombinācija un ideāla būtu iekārta, kas smilšu graudus nomazgātu, atdalītu rupjās un mālu-putekļu frakcijas un smagos minerālus. Pēc ilgstošiem eksperimentiem un rūpīgas aparātūras noregulēšanas par daudzsološu tika atzīta separēšana ar vibrācijas (kratāmo) galdu, ar kuru  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs juras smiltīs samazinājās vidēji par 60–85 %, Bāles atradnes devona smiltīs – par 50–67 procentiem. Pamatojoties uz labajiem rezultātiem, tika izgatavota rūpnieciska vibrācijas iekārta, ko izmēģināja Sarkandaugavas stikla fabrikā, tomēr ražošanā tehnisku nepilnību dēļ tā netika ieviesta.

1947. gadā Zinātņu akadēmijas Ģeoloģijas un ģeogrāfijas institūta speciālisti F. Piņņa vadībā pabeidza Bāles atradnes stikla rūpniecības smilšu pirmo detalizēto izpēti, iekļaujot arī bagātināmības pārbaudes ar vairākām metodēm, tostarp ar vibrācijas galdu, kas tomēr cerības neattaisnoja: sīkie, bet smagie ilmenīta graudi slikti atdalījās no lielākajiem un vieglākajiem kvarca graudiem. Labākus rezultātus deva frakcijas <0,2 mm atsijāšana un magnētiskā separācija, katra samazinot dzelzs oksīda saturu uz pusi, t. i., līdz 0,035–0,053 procentiem. Rūpīga bagātinātā materiāla apskate mikroskopā parādīja, ka tajā ir palikuši atsevišķi kvarca graudi ar melniem ilmenīta ieslēgumiem.

Atkārtotas Bāles atradnes smilšu bagātināšanas pārbaudes sadarbībā ar Sarkandaugavas stikla fabriku, kā galveno metodi lietojot atduļķotu smilšu beršanu un flotāciju ar sulfātziepju piedevu, veiktas 1965. gadā, aptverot daudz plašāku teritoriju nekā iepriekš. Rezultāti bija apmierinoši, labāki – laboratorijas, sliktāki – fabrikas apstākļos, kur tika uzstādīta flotācijas vanna, ko drīz gan demontēja ūdens apgādes problēmu dēļ.

Sietiņu svītas smilšu bagātināmība tika pārbaudīta arī Cīruļu atradnes iepriekšējās izpētes laikā Maskavā, bijušajā PSRS Valsts stikla institūtā (ГИС). Uz

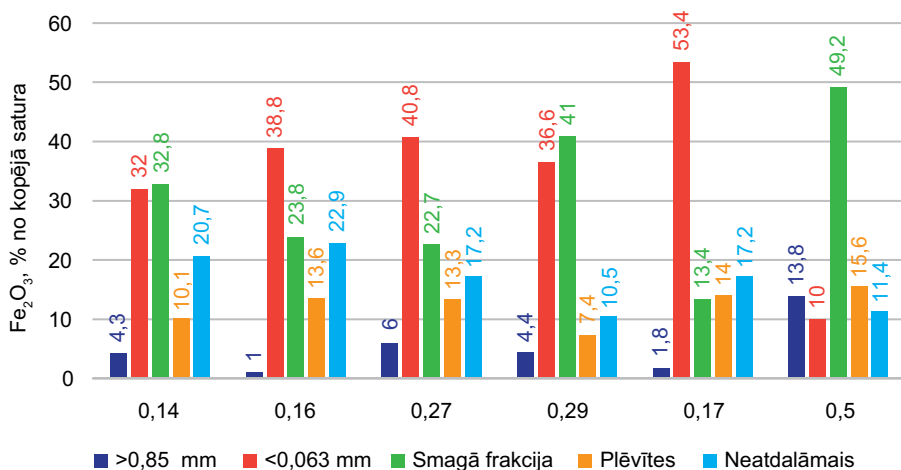
pārbaudēm tika nosūtīti seši paraugi, katrs no tiem aptvēra aptuveni 10 metru intervālu.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs paraugos bija 0,14–0,5 %,  $\text{TiO}_2$  – 0,089–0,198 procenti.

Vispirms sausā veidā tika atsijāta frakcija >0,85 mm, un turpmākās pārbaudes tika veiktas ar šo “darba frakciju” <0,85 mm, kas sastāvēja galvenokārt no caurspīdīgiem vai puscaurspīdīgiem, pārsvarā labi noapaļotiem kvarca graudiem, apmēram desmitā daļa no tiem bija klāti ar dzelzs hidroksīdu plēvīti. Laukšpatu saturs nepārsniedza sešus procentus.

Smagajā frakcijā, kuras saturs svārstījās 0,1–0,4 % robežās, dominēja ilmenīts, hematīts, staurolīts un turmalīns, kopā 70–80 %, pārējo veidoja cirkons, siderīts, leukoksens, granāts, biotīts, hlorīts, piroksēni, rutils un anatāzs. Pārbaudot smagās frakcijas minerālu magnētiskās īpašības, konstatēts, ka lielākā daļa (60–90 %) ir elektromagnētiski (ilmenīts, hematīts, staurolīts, turmalīns, biotīts, granāts, hlorīts un piroksēni), pārējos, nemagnētiskos, minerālus pārstāvēja cirkons, leukoksēns, rutils, anatāzs un apatīts. Vēl aptuveni 1–5 % bija stipri magnētiskie minerāli magnetīts un pirotīns. Latvijā veiktajos Sietiņu svītas smilšu un smilšakmeņu minerālā sastāva pētījumos pirotīns gan nav uzrādīts.

Sekoja paraugu slapjā sijāšana uz 0,063 mm sieta, žāvēšana, smago minerālu izdalīšana smagajā šķīdumā un vieglās frakcijas apstrāde ar skābeņskābi, lai izšķīdinātu dzelzs hidroksīdu plēvītes. Atlikusī dzelzs tika uzskatīta par neatdalāmu, tā parāda, līdz kādai pakāpei var panākt krāsojošo oksīdu samazinājumu ar rūpnieciskos apstākļos pieejamiem līdzekļiem (37. attēls).

Visos paraugos lielākais daudzums dzelzs savienojumu ir saistīti ar smalko frakciju <0,063 mm un smagajiem minerāliem, īpaši ar ilmenītu. Šo divu dzelzs savienojumu piemaisījumu grupu nodalīšana ir nekorekta, jo liela daļa dzelzi saturošo smago minerālu koncentrējas tieši smalkajās frakcijās. Īpatnējāks dzelzs



37. attēls. Dzelzs oksīdu sadalījums pa galvenajām piemaisījumu grupām Cīruļu atradnes smilšu paraugos, pēc PSRS Valsts stikla institūta datiem (1984). Zem stabiņu grupām parādīts sākotnējais  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs, %.

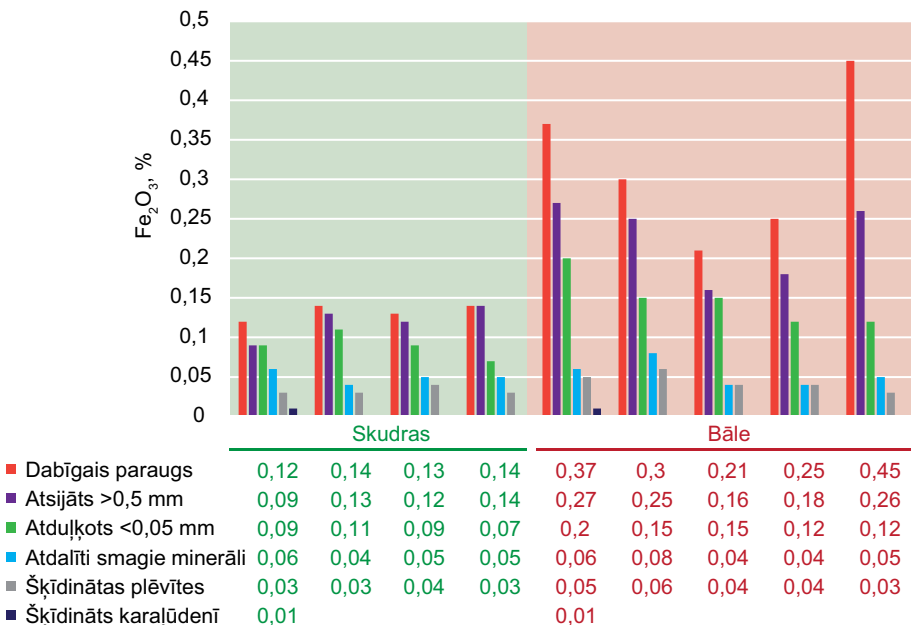


sadalījums ir paraugā ar augsto  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturu (0,5 %), kurā divi dominējošie  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  avoti ir smagā frakcija un rupjgraudainie piemaisījumi. Rupjgraudainos piemaisījumus pārstāv ar dzelzs oksīdiem cementētas smilts piciņas, smagajā frakcijā ir daudz autigēna hlorīta un limonīta.

Ar šīm metodēm iespējams atdalīt 75–90 % dzelzs savienojumu jeb samazināt  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturu līdz 0,03–0,065 %, pat no parauga ar 0,5 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  iegūts koncentrāts, kurā ir tikai 0,04 % dzelzs oksīdu, materiāla zudums bagātināšanas gaitā šim paraugam nedaudz pārsniedz 5 %, pārējiem tas ir mazāks. Par efektīvāko atzīta beršanas un flotācijas kombinācija ar magnētisko separāciju.

Plaši pētījumi par kvarca smilšu attīrīšanu no dažādiem piemaisījumiem veikti Ģeoloģijas un zemes dziļu aizsardzības pārvaldes Centrālajā laboratorijā Eduarda Vītiņa vadībā. Galvenie pētījumu objekti bija devona smiltis no Bāles atradnes un juras smiltis no 5,5 metrus dziļa šurfa netālu no Skudru atradnes, kā arī no diviem līdz četrus metrus dziļiem šurfiem Vadakstes apkārtnē, paralēli pētītas arī hercoga Jēkaba laikā izmantotās Riežupes alu Amatas svītas smiltis un agrāk Ilģuciema fabrikā lietotās Inčukalna smiltis. Paraugus pētījumiem sagādāja ģeologi Krišs Bērziņš (jura, Riežupe) un Helēna Sleine (Bāle). Inčukalna paraugi no bijušā karjera noņemti pašu spēkiem.

Vispirms smiltis tika skalotas caur sietiem, attiecīgi atdalot par 0,5 mm rupjāko un par 0,05 mm smalkāko materiālu, tad sadalītas frakcijās 0,5–0,3, 0,3–0,2, 0,2–0,1 un 0,1–0,05 mm, katra frakcija sadalīta smagajā šķidrumā, pēc tam iegūtā vieglā frakcija apstrādāta ar skābeņskābi, lai izšķīdinātu dzelzs oksīdu plēvītes. Paralēli pēc rupjo piemaisījumu un mālu-putekļu atdalīšanas paraugiem veikta

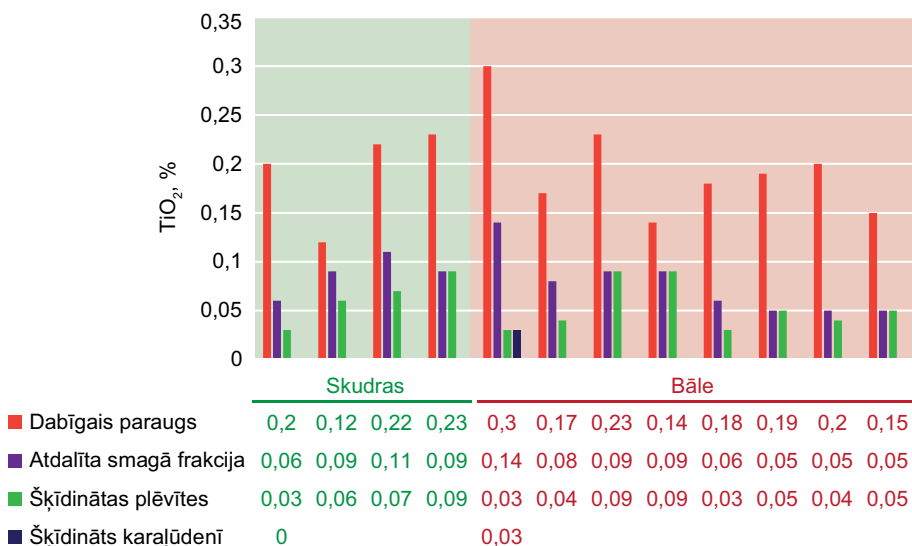


38. attēls. Dzelzs oksīdu satura maiņa bagātināšanas gaitā (Vītiņš, Martinsone, 1965).

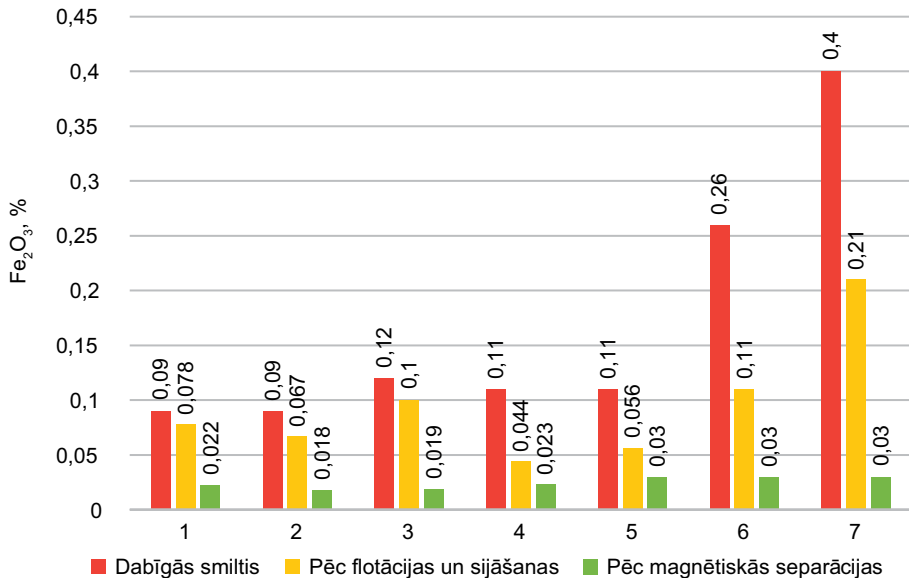
flotācija un elektromagnētiskā separācija. Pēc šīm operācijām, ar kurām būtībā rūpnieciski pieejamās smilšu uzlabošanas iespējas ir izmantotas,  $Fe_2O_3$  saturs juras smiltīs bija samazinājies līdz 0,02–0,04 %, devona smiltīs (Bāle, Riežupe) līdz 0,02–0,06, vidēji ap 0,04 %,  $TiO_2$  saturs gan juras, gan devona smiltīs – līdz 0,03–0,09 % (38. un 39. attēls). Noslēdzošā bija piestā saberzta ahāta parauga vārišana karaļūdenī, lai izšķīdinātu kvarca graudos esošos citu minerālu iekļāvumus. Gan juras, gan devona smiltīs palika 0,01 %  $Fe_2O_3$ , kas, domājams, ietilpst kvarcā cieta šķīduma veidā vai daļēji arī kā izomorfs Si aizvietotājs. Šāda, gan ļoti niecīga, silīcija aizvietošana kvarca struktūrā ar alumīniju, titānu, dzelzi un magniju ir novērota.  $TiO_2$  juras smiltīs vairs netika konstatēts, devona smiltīs tā atlikums bija 0,03 procenti.

Visi detalizētie Latvijas kvarca smilšu kvalitātes uzlabošanas pētījumi liecina, ka lielākie dzelzs un titāna oksīdu daudzumi nodalāmi, atsijājot rupjās frakcijas, ar beršanu-flotāciju atduļķojot smalkās frakcijas un no kvarca graudiem nobertās plēvītes un veicot elektromagnētisko separāciju. Tādējādi pat no smiltīm ar augstu dzelzs oksīdu saturu (0,3 % un vairāk) var iegūt materiālu, kurā šā nevēlamā komponenta saturs nepārsniedz 0,05–0,06 %, sākotnēji tīrākās smiltīs  $Fe_2O_3$  saturu iespējams samazināt pat līdz 0,02–0,03 procentiem.

Juras smiltīs no dzelzs un titāna oksīdiem attīrās nedaudz labāk, par 1–2 procenta simtdaļām, nekā devona smiltīs. Pēc inženierzinātņu doktora Andra Līduma ierosmes divtūkstošo gadu sākumā tika nodibināta SIA *LOJA KVARCS* juras smilšu turpmākai izpētei un izmantošanai līdz pat bagātināšanas fabrikas celtniecībai. Līdzās Skudru atradnei, kuras apguvi apgrūtināja valsts nozīmes atradnes statuss, tika veikta jaunas atradnes *Pilādži* izpēte ar smilšu kvalitātes un



39. attēls.  $TiO_2$  saturs maiņa bagātināšanas gaitā (Vītiņš, Martinsone, 1965).



40. attēls. Pīlādžu atradnes septiņu smilšu paraugu bagātināšanas rezultāti. Somijas uzņēmumā "SP Minerals OY AB".

bagātināmības pētījumiem gan Vācijā – AKW A+V GmbH, gan Somijā – SP Minerals OY AB. Bagātināšanas shēma aptvēra:

- sākotnējā parauga ķīmisko analīzi;
- beršanu trīs minūtes, 770 g parauga + 400 g ūdens;
- atduļķošanu;
- sijāšanu uz 0,71 mm sieta;
- sekojošu ķīmisko analīzi un sietu analīzi;
- elektromagnētisko separāciju (septiņi paraugi).

Attīrītajās smiltīs  $\text{SiO}_2$  saturs paaugstinājās no 98,4 līdz 99,1 procentam. Atbilstošās dzelzs savienojumu satura izmaiņas redzamas 40. attēlā. Pat paraugiem ar sākotnējo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturu 0,26 un 0,4 % gala produktā šā komponenta nav vairāk par 0,03 procentiem.

Latvijas kvarca smilšu kvalitātes uzlabošanas iespēju pētījumi apliecina, ka, kombinējot rupjo frakciju atsijāšanu, atlikuma beršanu-flotāciju un sekojošu magnētisko separāciju, ir iespējams iegūt teicamas kvalitātes stikla izejvielas. Protais, pilnveidojas tradicionālās, nāk klāt jaunas bagātināšanas metodes, bet šķiet, ka vismaz masveida ražošanā vēl ilgi dominēs vecie pārbaudītie paņēmieni.

## 4. KVARCA SMILŠU IZMANTOŠANA

Tradicionālās kvarca smiltis izmanto *stikla rūpniecībā* un *metalurģijā*. Abas nozares izvirza augstas prasības smilšu kvalitātei, lai gan tās vērtēšanas kritēriji nedaudz atšķiras.

*Stikla ražošanā* nepieciešamas smalkgraudainas un vidējgraudainas smiltis (0,15–0,4 mm) ar augstu SiO<sub>2</sub> saturu (≥98 %). Pēdējos gadu desmitos stikla ražošanā, lai paātrinātu kausēšanas procesu, lieto maltas smiltis, kas nozīmīgi samazina enerģijas patēriņu, līdz ar to dabisko smilšu granulometriskais sastāvs vairs nav tik būtisks faktors, vērtējot to kvalitāti. Mālainos un putekļainos piemaisījumos bieži gan ir koncentrējušies stikla ražošanai nevēlamie minerāli.

Galvenie smilšu stingri limitējamie komponenti ir krāsojošie oksīdi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (4. tabula). Šie piemaisījumi nokrāso stiklu un samazina tā gaismas un bioloģisko caurlaidību, īpaši spektra ultravioletajā daļā. Stikls pilnībā zaudē baktericīdās īpašības, ja Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturs tajā pārsniedz 0,05 procentus.

### 4. tabula

Maksimāli pieļaujamais nevēlamo komponentu daudzums stikla smiltīs, masas %  
(Sedmalis u. c., 2002)

Produkcijas veidi	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Optiskais un svina kristālstikls	0,012	0,05	0,001
Bezsvina kristālstikls, galda trauku, mākslas izstrādājumu un tehniskais stikls	0,025	0,10	0,001
Spoguļu un radiospuldžu stikls	0,05	0,10	0,002
Parastais logu stikls	0,10	0,10	Nelimitē
Aptieku, konservu taras, termiski izturīgais stikls	0,20	Nelimitē	Nelimitē
Parastās pudeles un citi saimniecības trauki	0,30	Nelimitē	Nelimitē

Viszemākās prasības pret krāsojošajiem komponentiem ir parasto, tumšo pudeļu ražotājiem, un Latvijas kvarca smiltis viņus pilnībā apmierina. Tomēr lielākā daļa stikla ražošanas nozaru pieprasa smiltis ar daudz zemāku Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturu – 0,05 % un mazāk. Lietojot smiltis un citas izejvielas ar zemu krāsojošo komponentu saturu, ne vien uzlabojas izstrādājumu kvalitāte, bet tiek ekonomēti arī energoresursi kausēšanas procesā, jo palielinās kausējuma siltuma caurspīdīgums. Latvijas detalizēti pētīto atradņu kvarca smiltīs vidējais Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saturs ir no 0,1 līdz 0,2 %, tāpēc to izmantošanas iespējas dabīgā, nebagātinātā veidā ir ļoti ierobežotas.

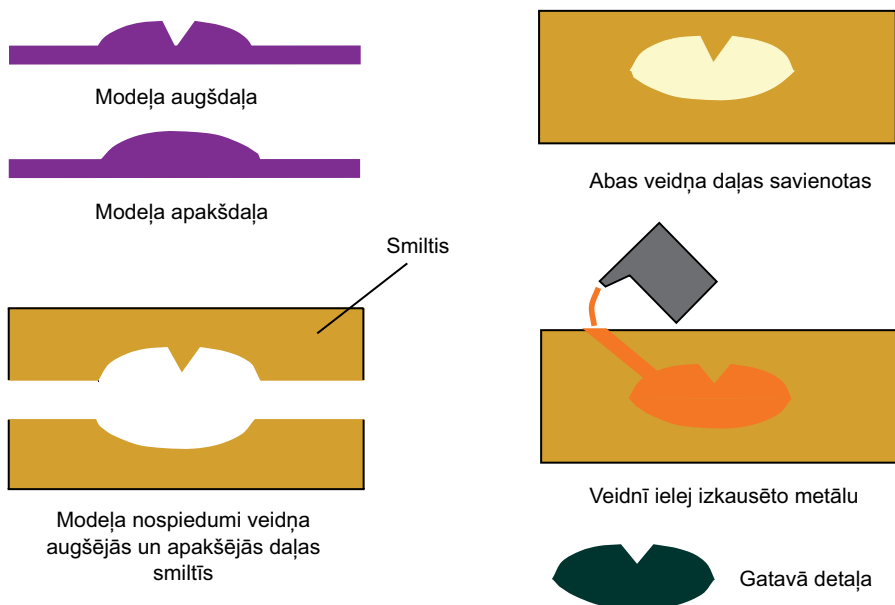
Smiltis satur arī nedaudz citus komponentus –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , kas piedalās stikla veidošanas procesā un paši par sevi nav kaitīgi. Tomēr nav vēlamas to satura svārstības, kas prasa attiecīgas šihtas sastāva korekcijas.

No kvarca smiltīm ražo arī **šķīstošo jeb šķidro stiklu** ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), apstrādājot tās autoklāvā ar nātrija hidroksīda šķīdumu vai sakausējot ar sodu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), nātrija sulfātu un potašu ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Šķīstošo stiklu izmanto par līmi, ugunsdrošu krāsu, uguns un skābju izturīgu betonu ražošanā, ar to impregnē audumus un koksni, lai palielinātu ugunsizturību, ar to matē parastā stikla virsmu.

Latvijā kvarca smiltis daudz vairāk patērēja **metalurģijā veidņu izgatavošanā**. Smilšu lietošanai veidņos ir sena vēsture, literatūrā pirmās liecības par to ir kops 16. gadsimta. Veidņu lietošana ir samērā vienkārša: divas savstarpēji savienojamas vaļējas kasetes piepilda ar smiltīm, ar noteiktiem modeļiem iespīez tajās izgatavojamās detaļas augšējās un apakšējās daļas formu, abas kasetes savieno un pa atstātu atveri dobumu piepilda ar izkausēto metālu (41. attēls).

Veidņu smiltīm jāatbilst vairākām prasībām.

1. Ugunsizturībai jābūt tādai, lai smiltis bez sakušanas spētu izturēt šķidrā metāla temperatūru. Alumīnijam pietiek ar  $650\text{ }^\circ\text{C}$ , tēraudam nepieciešami vismaz  $1500$  grādu.
2. Ķīmiskais inertums, kas īpaši svarīgi lējumos ar ļoti aktīviem metāliem Mg, Mn, Ti un citiem.
3. Gāzu caurlaidība. Metālam atdziestot veidnī, no tā izdalās gāzes ( $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , ūdens tvaiki), kas var radīt lējuma defektus. Aprēķināts, ka kubikmetrs ūdens veidnī rada  $16\ 000$  kubikmetru tvaika.



41. attēls. Metāla liešana smilts veidnī.

4. Virsmas gludums, kas ir atkarīgs no smilšu daļiņu formas un izmēriem; ar smalkākām smiltīm virsma ir gludāka, taču pasliktinās gāzu caurlaidība.
5. Saistīgums – spēja saglabāt iespaiduma formu pēc modeļa izņemšanas, to gan parasti koriģē ar dažādām piedevām.
6. Plūstamība – spēja piepildīt formu bez tukšumiem.
7. Spēja viegli atdalīties no lējuma pēc tā sacietēšanas.
8. Pieejamība. Uz katru metāla tonnu tiek patērētas 3–6 tonnas smilšu, kas gan daļēji tiek izlietotas atkārtoti, tomēr kontaktā ar karsto metālu tās pastāvīgi sasmalcinās, sairst, tāpēc periodiski nepieciešams veidni papildināt ar jaunām smiltīm. Tā kā veidnī lielākā daļa smilšu tieši ar metālu nesaškaras, nereti, īpaši lielās lietuvēs, lieto divējādas smiltis – pamatnē vienkāršākas, bet kritērijiem atbilstošas, kvalitatīvākas – tikai ar metālu kontaktējošajai kārtai 3–10 centimetru biezumā.

Tieši pieejamība ir padarījusi *kvarca smiltis* par visvairāk lietoto veidņu materiālu. Kvarca kušanas temperatūra ir pietiekami augsta – 1760 °C, ko gan būtiski samazina piemaisījumi, tāpēc tērauda lējumiem jālieto smiltis, kas satur vismaz 98 % SiO<sub>2</sub>. Kvarca smiltis nevar lietot lējumiem, kas satur bāziskus metālus, trūkumi ir arī samērā liela termiskā izplešanās un zema siltumvadītspēja.

Citu samērā populāru veidņu materiālu – *olivīnsmiltis* – var lietot arī mangāna tēraudiem, bāziskiem metāliem. Tā priekšrocība ir arī maza termiskā izplešanās un augsta siltumvadītspēja, tomēr šis materiāls ir daudz dārgāks un ne visur pieejams. Vēl izcilākas termiskās īpašības un ķīmiskais inertums piemīt *hromīnsmiltīm*, ko gan dārdzības dēļ lieto tikai speciāliem tēraudiem.

Latvijā veidņu smilšu kvalitāte līdz šim vērtēta atbilstoši bijušo PSRS valsts standartu prasībām, kad smiltis pēc SiO<sub>2</sub> un mālvielas satura iedalīja trīs klasēs – K, T un Ж (5. tabula).

5. tabula

Veidņu smilšu iedalījums pēc mālvielas satura (ГОСТ 2138-56)

Nosaukums	Klase	Māla saturs, %	SiO <sub>2</sub> saturs, %	CaO, MgO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, FeO, FeS <sub>2</sub> , %
Kvarca	K* (кварцевые)	<2	>97 (90)	<2 (3,5)
Liesas	T (тощие)	2–10	Nelimitē	Nelimitē
Treknas	Ж (жирные)	10–30	Nelimitē	Nelimitē

\*Klašu simboli atvasināti no krievisko nosaukumu pirmajiem burtiem.

K klase iedalīta vairākās apakšklasēs atkarībā no SiO<sub>2</sub> un kušņu (CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, FeO, FeS<sub>2</sub>) satura, kuru robežvērtības tabulā parādītas iekavās. Jo tīrākas ir smiltis, jo augstāka to ugunsizturība un mazāks lējumu defektu risks. Vēl viens svarīgs veidņu smilšu kvalitātes rādītājs ir granulometriskais sastāvs, kas iespaido gāzu caurlaidību un lējumu virsmas gludumu. Vislabākās ir smiltis ar vienāda vai līdzīga izmēra noapaļotiem graudiņiem, kas ietverts prasībā, ka trīs blakusfrakciju (6. tabula) summārajam saturam jābūt ne mazākam par

70 procentiem. Prasības ir arī attiecībā uz pašām blakusfrakcijām: atlikumam uz rupjākā sieta jābūt lielākam par atlikumu uz mazākā sieta, nav vēlams, ka kāda frakcija būtu ļoti izteiktā pārkumā.

## 6. tabula

Veidņu smilšu granulometriskā klasifikācija (ГОСТ 2138-56)

Nosaukums	Grupa	Trīs blakussietu numuri
Rupjgraudainas	063	1, 063, 04
	04	063, 04, 0315
	0315	04, 0,315, 02
Vidēji graudainas	02	0,315, 02, 016
Smalkgraudainas	016	0,2, 016, 01
	01	016, 01, 0063
	0063	01, 0063, 005
Putekļainas	005	0063, 005, 002

Šajā standartā parādās vēl citi smilšu grupu nosaukumi – *крупнозернистые пески* un *мелкозернистые пески*, par kuru tulkojumu un lietošanu daudz strīdu bija Latvijas Zinātņu akadēmijas Terminoloģijas komisijā. Burtiski pārtulkot, protams, ir viegli – lielgraudainas un sīkgraudainas, bet kuras smiltis sastāv no lielākām daļiņām – rupjgraudainās vai lielgraudainās? Tāpat – kur ir mazāki graudiņi – smalkgraudainās vai sīkgraudainās smiltīs? Jautājums tā arī palika neatrisināts, un Latvijas ģeologi, līdzīgi vairākiem ārzemju kolēģu, ir devuši priekšroku iedalījumam tikai trīs grupās: rupji, vidēji un smalkgraudainas smiltis. Īpatnēji *крупнозернистые пески* tulkojumu piedāvāja Pēteris Vītols – dižgraudainas smiltis (Vītols, 1949).

Nepieciešamajiem tērauda un čuguna lējumiem Latvijā līdz šim visvairāk lietotas no Krievijas vai Ukrainas ievestas K (kvarca) klases smiltis ar zemu (<2 %) mālvielas saturu. Vietējās devona smiltis, pēc izpētes datiem, mālaino frakciju saturs ir ļoti tuvs šai robežai, tomēr iespējams, ka dabiskajās smiltīs tas īstenībā ir zemāks, nekā uzrāda izpēte, jo urbšanas procesā serde var piesārņoties ar smalko materiālu no urbšanas kronīša sasmalcinātā ieža vai urbumu skalošanai lietotās māla dulķes.

Ķīmiskā sastāva ziņā devona veidņu smiltis ir pietiekami kvalitatīvas; pēc Bērziņu atradnes izpētes datiem, SiO<sub>2</sub> saturs ir augstāks par 97–98 %, bet kaitīgo piemaisījumu (galvenokārt kušņu) saturs ir neliels (7. tabula). Pēc granulometriskā sastāva smiltis iekļaujas galvenokārt vidēji graudaino grupā, bet ir arī smalkgraudaini un rupjgraudaini paveidi. No optimālajiem rādītājiem (70 %) nedaudz atpaliek trīs blakusfrakciju summa. Ugunsizturība ir tuva 1700 grādiem, gāzu caurlaidība (179–263 mD) ir uz robežas starp vidēju un augstu.

Skudru atradnes juras veidņu smiltis pēc granulometriskā sastāva ir galvenokārt vidēji graudainas, dominē frakcija 0,16–0,315 milimetri. Mālvielas saturs ir

daudz mazāks nekā devona smiltis un svārstās no 0,1 līdz 0,6 %, arī kušņu saturs ir zems vai vidējs. Gāzu caurlaidība ir augsta (vidēji 617 mD), ugunsizturība ir 1660 grādu.

## 7. tabula

Latvijas veidņu smilšu vidējais ķīmiskais sastāvs, %

Atradne	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O+ Na <sub>2</sub> O	CaO+ MgO
Bērziņi	98,07	0,002–0,011	0,17	0,62	0,45
Skudras	91,5–99,4	0–0,01	0,09 –0,14	0,06–0,31	0,5–1,25

Par smilšu veidņu izmantošanas pirmsākumiem metālu lējumiem Latvijā drošu ziņu nav. Seno metālu tehnoloģiju pētniece Dagnija Svarāne pieļauj, ka divdaļīgi smilšu veidņi bronzas lējumiem varētu būt lietoti jau 11.–13. gadsimtā, par ko liecina daudzas senlietas ar nepārprotamām lējuma šuves paliekām (Svarāne, 2013). Šādi veidņi nav saglabājušies. Melno metālu pētnieks Aleksis Anteins Vecumnieku pagastā, bijušās Riežu muižas 17.–18. gadsimta dzelzs manufaktūras vietā, uz metāla izplūdnā atradis cietu formzemes garozu; lai palielinātu saistīgumu, formzemei pievienotas organiskas piedevas, domājams, zirgu mēsli (Anteins, 1976).

Rūpnieciskās metalurģijas attīstību Latvijā parasti saista ar uzņēmumu *Liepājas metalurģis*, kura pirmsākumi meklējami 1882. gadā un kura nosaukums vairāk nekā 130 gadu pastāvēšanas laikā mainījies deviņas reizes. Tomēr sākotnēji tā nebija ne pirmā, ne lielākā vietējā metālu liešanas un apstrādes ražotne. Vēl agrāk, 1832. gadā, lielu mašīnbūves rūpnīcu ar dzelzs lietuvi Rīgā, Sarkandaugavā, izveidoja firma *Vērmanis un dēls*, 1850. gadā dzelzs lietuvi tagadējās Visvalža ielas apkaimē ierīkoja dzelzs preču tirdzniecības firma *Brāļi Popovi*, 1886. gadā Rīgā, Klīversalā pie Āgenskalna liča, nodibināja kuģu būves un mašīnfabriku *Lange un dēls*, kas uz ilgu laiku kļuva par galveno kuģu būves un remonta uzņēmumu Latvijā. 19. gadsimta otrajā pusē un 20. gadsimta sākumā Rīgā, Daugavpilī, arī Liepājā, radās vairākas čuguna, tērauda un krāsaino metālu lietuves, kas parasti ietilpa mašīnbūves rūpnīcu sastāvā. Tās pārstrādāja metāllūžņus vai ievestus metālus, bet nav ziņu par veidņu materiāliem. Visdrīzāk tika izmantotas vietējās smiltis, bet – kādas?

*Liepājas metalurģis* pēc Otrā pasaules kara specializējās tērauda armatūras izgatavošanā un kļuva pat par izmēģinājuma poligonu eksperimentālām metalurģijas tehnoloģijām, veidņiem lietojot no Krievijas un Ukrainas ievestas K klases smiltis.

Latvijā pieejamās kvarca smiltis nevar iedalīt paveidos, kas būtu noderīgi tikai stikla ražošanā vai tikai veidņu izgatavošanā, būtībā abām nozarēm der vienas un tās pašas smiltis, atšķirīgi ir tikai to kvalitātes vērtējuma kritēriji, un atbilstoši tiem abām nozarēm nepieciešama smilšu bagātināšana – stikla ražošanā jāatbrīvojas no dzelzs un titāna savienojumiem, veidņu izgatavošanā – no sīkdispersajiem (māla) piemaisījumiem. To saturs ir nozīmīgs veidņu smilšu kvalitātes rādītājs. Gan stikla ražošana, gan metalurģija ir ļoti energoietilpīgas nozares, kas Latvijā nav izturējušas laika pārbaudi.



Par jaunu kvarca smilšu izmantošanas veidu var kļūt to lietošana **pucolāna piedevu** ražošanā betonam, lai samazinātu cementa patēriņu. Pucolāni ir dabiski vai mākslīgi materiāli, kas reakcijā ar kalcija hidroksīdu un ūdeni veido kalcija silikātu vai alumīnātu hidrātus ar saistvielu īpašībām. Nosaukums cēlies no apdzīvotas vietas Pozzuoli (senāk Puteoli) Itālijā, Neapoles apkārtnē, kur jau senatnē ir iegūti un izmantoti vulkāniskie pelni. Plašāk lietotie dabiskie pucolāni ir vulkāniskie tufi un dispersu  $\text{SiO}_2$  saturoši nogulumieži (diatomīts). Kā mākslīgos pucolānus plaši izmanto maltus ķieģeļus, enerģētikas uzņēmumu pelnus, domnu sārņus.

Aktīvās pucolānu piedevas betonam pievieno lielā daudzumā, 20–60 % no cementa masas, kas ļauj būtiski samazināt cementa patēriņu, nesamazinoties betona stiprībai. Ieguvums ir gan ekonomisks, gan ekoloģisks, jo samazinās oglekļa dioksīda emisija, kas pavada cementa ražošanu. Betonu ar pucolāna piedevām plaši lieto hidrotehniskās būvēs.

Virsmas aktivitāte bāziskā vidē piemīt arī kvarcam. Jo smalkāks ir materiāls, jo lielāka tā virsma un atbilstoši lielāka aktivitāte. Latvijā betona ražošanā kā pucolāna piedevu parasti lieto tā saukto mikrosilīku, kas ir silīcija ražošanas un pārstrādes atkritumprodukts – ļoti smalki filtru putekļi ar lielu aktīvo virsmu. Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes pētījumi (Sētiņa u. c., 2013) pierādījuši, ka Latvijas devona un juras kvarca smiltis pēc attiecīgas sagatavošanas – mazgāšanas ūdenī un malšanas planetārajās dzirnavās – var sasniegt mikrosilīkai līdzīgu dispersitāti un aktīvās virsmas lielumu. Eksperimentos ar 20 % malto smilšu piedevu cementa pastā pārliecinoši pierādīta to pucolāna aktivitāte.

Kvarca smiltis lieto arī **ūdens attīrīšanai** no duļķainības, dzelzs u. c. (Sturmoviča, 2017). Filtru darbības princips balstās uz aerāciju un filtrāciju. Kad neattīrītais ūdens tiek sajaukts ar gaisu, dzelzs, mangāna savienojumi un mehāniskie piemaisījumi veido nogulsnes, un suspendētās vielas tiek filtrētas. Latvijā ūdens filtros tiek izmantots filtrējošais materiāls *Aqua-Mandix* (īpaši sagatavots mangāna dioksīds) un kvarca smiltis. *Aqua-Mandix* porainā struktūra veido lielu aktīvo virsmu un nodrošina efektīvu adsorbciju un filtrējamo vielu uzkrāšanos. Filtri regulāri pēc noteikta intervāla tiek skaloti atkarībā no piesārņojuma un ūdens patēriņa. Pēc izskalošanas filtri atkal ir gatavi ūdens attīrīšanai.

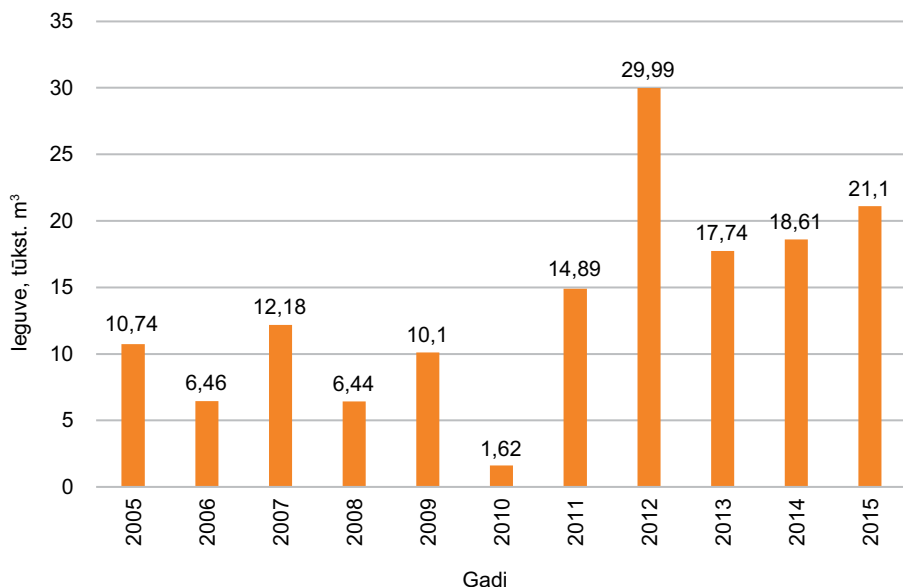
## 5. LATVIJAS KVARCA SMILŠU ATRADNES

Latvijas kvarca smiltis – baltās smiltis – ir pieminētas agrīno derīgo izrakteņu pētnieku J. Vītiņa, E. Rozenšteina, Z. Lancmaņa darbos, bet lielāka uzmanība tām pievērsta kopš Zemes bagātību pētīšanas komitejas, vēlāk institūta, izveidošanas, kurš par savu pamatuzdevumu izvirzīja apzināt visas Latvijas dziļu bagātības, vākt ziņas par to izplatību, īpašībām, izmantošanas iespējām, rūpēties par krājumu racionālu izmantošanu.

Komiteja atbalstīja Jūlija Eiduka iniciatīvu vērsties pie iedzīvotājiem ar aicinājumu iesūtīt pārbaudēm paraugus no viņiem zināmām balto smilšu iegulām, lai palīdzētu risināt samilzušo stikla fabriku izejvielu problēmu. Lielākā daļa iesūtīto paraugu gan izrādījās nepietiekami kvalitatīvi, tomēr bija arī vairāki visai cerīgi, ar zemu kaitīgo komponentu saturu. Tas rosināja Zemes bagātību pētīšanas komitejas darbiniekus pievērsties rajonam ap Bāles dzelzceļa staciju (O. Mellis, F. Rikards), senajai stikla smilšu ieguves vietai Riežupes smilšalu apkārtnē (J. Eiduks, N. Delle, J. Gailītis, K. Bērziņš) un ļoti tīro juras smilšu izplatības rajonam Nīkrāces un Rudbāržu pagastā (J. Dreimanis, K. Bērziņš, F. Rikards, J. Rade), kur tagad ir Skudru un Pilādžu atradnes. Līdz 1946. gadam, kad Zemes bagātību pētīšanas institūts tika reorganizēts, bija ievākti un izpētīti aptuveni 600 Latvijas smilšu paraugi.

Zemes bagātību pētīšanas komitejas sāktie smilšu pētījumi turpinājās jaunizveidotajā Zinātņu akadēmijas Ģeoloģijas un ģeogrāfijas institūtā. Institūta līdzstrādnieks Pēteris Vītols izvērtēja esošos datus no metalurģijas prasību aspekta un par veidņu izgatavošanai piemērotākajām atzina Rudbāržu apkaimes juras smiltis (Vītols, 1949). Šajā publikācijā nosaukums *Rudbārži* ir attiecināts uz visu plašo juras smilšu izplatības teritoriju, nevis uz kādu konkrētu atradni, kā tas dažos vēlākos darbos kļūdaini ir ticis pieņemts. Detalizētākiem pētījumiem un smilšu ieguvei Pēteris Vītols rekomendēja Ziļu māju apkārtni, kur bija visplānākā segkārtā. 1948. gadā veidņu smilšu meklēšanas darbus nelielā laukumā Rudbāržu pagastā pie Pigu mājām veikusi Ļeņingradas apvienība *Форморазведка*, noteikti krājumi 351 000 kubikmetru apjomā. Dažus gadus vēlāk apvienība izrādīja interesi arī par Bāles apkārtnes kvarca smiltīm un veica izpēti līdzās vēlākajam Bērziņu iecirknim, tomēr detalizētāki darbi nesekoja, jo smiltis neatbilda kvalitātes prasībām.

1947. gadā tika pabeigta Bāles atradnes detalizētā izpēte stikla ražošanai (F. Pinnis), smiltis sekmīgi rūpnieciski tika pārbaudītas Sarkandaugavas stikla fabrikā. Vēlreiz Bāles atradne pētīta 1965. gadā (H. Sleine), lai precizētu smilšu piemērotību ne tikai stikla, bet arī metāllietuvju veidņu izgatavošanā. Darbi aptvēra plašāku teritoriju, pievienojot jaunus iecirkņus, Bāles atradne tika pārdēvēta par Bāles-Bērziņu atradni.



42. attēls. Kvarca smilšu ieguve pēdējos desmit gados, tūkst. m<sup>3</sup>, kopš 2006. gada tikai Bāles atradnes 2. iecirknī.

Bāles-Bērziņu atradne sastāv no vairākiem izolētiem iecirkņiem (sk. 4. attēlu), kas pētīti dažādiem nolūkiem: Bāles atradnes trīs iecirkņi – stikla ražošanai, Bērziņu atradne ar A un N kategorijas krājumiem attiecīgi 5,3 un 7,7 miljoni tonnu – veidņu smiltīm, tāpēc nedaudz atšķiras to kvalitātes vērtējuma kritēriji. Pašlaik ieguve notiek tikai Bāles atradnes 2. iecirknī (42. attēls), galvenais patērētājs ir uzņēmums *Sakret*, kas ražo sausos maisījumus. Līdz 2005. gadam izmantotajā 1. iecirknī, kam 1997. gadā piešķirts valsts nozīmes atradnes statuss, vēl ir palicis vairāk nekā miljons kubikmetru izpētīto krājumu, bet ieguve, visticamāk, netiks atjaunota. Arī Bērziņu iecirkņa izmantošana ir problemātiska, jo tas atrodas Gaujas Nacionālā parka teritorijā.

1959. gadā tika pabeigti plaši kvarca smilšu meklēšanas darbi *Liepājas metalurģam*, galveno uzmanību pievēršot Dienvidkurzemes (Rudbārži, Vadakste) juras smiltīm. Atklāta Skudru atradne (E. Dreijers), gan tikai pamatojoties uz pieciem urbumiem ar 400–670 metru attālumu starp tiem. Derīgā izrakteņa augstās kvalitātes dēļ 1997. gadā atradnei C<sub>1</sub> kategorijas robežās piešķirts valsts nozīmes atradnes statuss. Sākotnēji atradnē bija noteikti C<sub>1</sub> (tagad A) un C<sub>2</sub> (tagad N) kategorijas krājumi, attiecīgi 4,3 un 8,1 miljons tonnu. 2000. gadā Derīgo izrakteņu krājumu akceptēšanas komisija nepietiekamas izpētes detalitātes dēļ C<sub>1</sub> krājumus 2,57 miljonu kubikmetru apjomā pārskaitīja N kategorijā.

2001. gadā līdzās Skudru atradnei pēc SIA Loja Kvarcs pasūtījuma izpētīta jauna kvarca smilšu atradne *Pilādži* ar bagātināšanas pārbaudēm Somijas kompānijā *SP Minerals OY AB*. Atradnē sāka eksperimentāla ieguve (43. attēls).



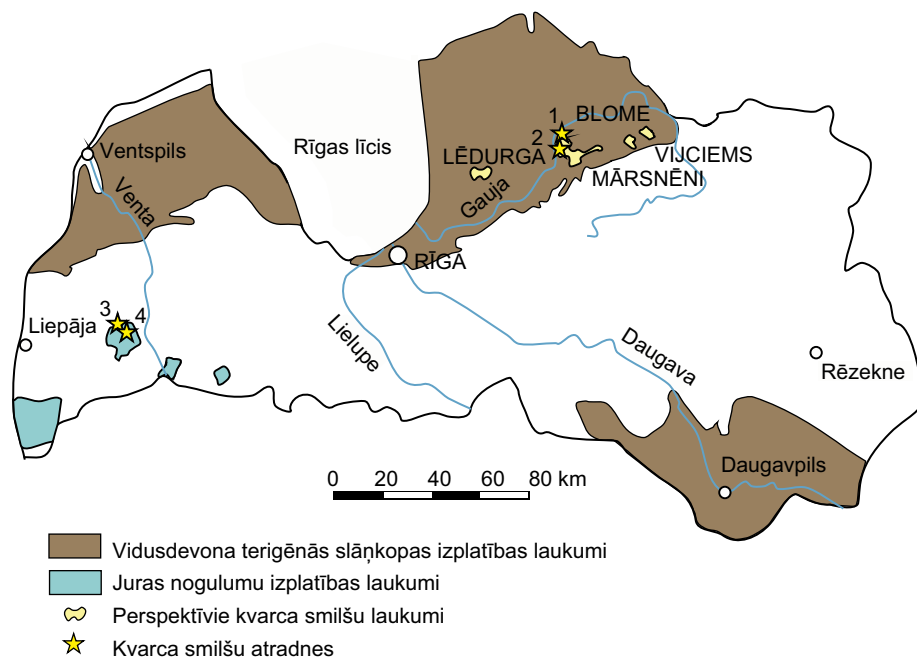
43. attēls. Juras kvarca smiltis Pilādžu atradnē.

2015. gadā pēc SIA *Kompānija Avotiņi* pasūtījuma papildizpēti Skudru atradnes dienvidaustrumu daļā uz valsts mežu un privātīpašuma Gobas zemes veikusi SIA *Terra projekti*, nedaudz izejot arī ārpus atradnes robežām. SIA *Terra projekti* veikusi izpētes darbus arī nelielā laukumā uz austrumiem no Pilādžu atradnes, nosaucot jauno objektu par Ziļu atradni. Pēc J. Sētiņas, I. Juhņevičas, I. Oses, I. Pavlovskas un T. Straubes publikācijas (2014) var spriest, ka uzbūves un smilšu kvalitātes ziņā Ziļu atradne ir līdzīga Pilādžu un Skudru atradnei. Valsts ģeoloģijas fondā informācija par šo objektu nebija atrodama.

1976. gadā toreizējā Valsts plāna komiteja izveidoja īpašu ekspertu grupu, kas izskatīja jautājumu par Latvijas uzņēmumu nodrošinātību ar stikla un veidņu smiltīm. Šo materiālu patēriņš tolaik sasniedza 150–170 tūkstošus tonnu gadā, lielākā daļa no šā daudzuma bija veidņu smiltis, ko iveda no Krievijas un Ukrainas. Ekspertu grupas gala slēdzienā bija atzīmēta nepieciešamība pabeigt Bāles atradnes smilšu bagātināmības pētījumus līdz līmenim, kas nodrošinātu sevišķi tīra materiāla ieguvi, un Būvmateriālu rūpniecības ministrijai veikt tehniski ekonomiskus aprēķinus par kompleksa stikla un veidņu smilšu karjera ierīkošanas lietderību. Nav ziņu, vai un kā šie ieteikumi ir ņemti vērā.

Pagājušā gadsimta astoņdesmito gadu sākumā notika apjomīga devona stikla un veidņu smilšu meklēšana Limbažu, Valmieras, Cēsu un Valkas rajona teritorijā (V. Semjonovs, R. Mausle), tika atklāta Cīruļu atradne un lielie Mārsnēnu, Blomes, Vijciema un Lēdurgas perspektīvie laukumi (44. attēls) ar kopējiem krājumiem vairāk nekā 4,8 miljardi tonnu (8. tabula).

Plašajos laukumos smilšu kvalitāte ir mainīga, tomēr katrā ir arī daudzsološi ierīkņi ar zemu kaitīgo komponentu saturu. Augstā dzelzs savienojumu koncentrācija parasti ir saistīta ar māla starpkārtām. Uz meklēšanas darbu pamata Mārsnēnu laukuma robežās, tā rietumu daļā, notikusi Cīruļu atradnes iepriekšējā izpēte



44. attēls. Kvarca smilšu perspektīvie laukumi un atradnes: 1 – Bāle-Bērziņi, 2 – Cīruļi, 3 – Skudras, 4 – Pīlādži.

(V. Semjonovs, H. Lisakovska, P. Šnitko, 1986). Valsts stikla institūtā Maskavā veiktas smilšu bagātināšanas pārbaudes, kas apliecināja, ka Cīruļu atradnes devona Sietiņu svītas smiltīs ar samērā vienkāršām metodēm  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturu var samazināt līdz 0,03–0,05 procentiem. Arī Cīruļu atradne kopš 1997. gada ir valsts nozīmes atradne.

Līdz pagājušā gadsimta deviņdesmito gadu sākumam visi izpētes darbi noritēja atbilstoši vienotām, PSRS Ģeoloģijas ministrijas akceptētām instrukcijām, kas reglamentēja visu darbu norisi un saturu, nodrošinot pietiekamu izpētes detalitāti un kvalitāti. Stikla smilšu kvalitātes vērtējumā noteicošie bija Valsts stikla institūta rekomendētie standarti, par obligātu izvirzot prasību veikt arī smilšu bagātināmības pārbaudes. Veidņu smilšu kvalitātes kritēriji bija ietverti atbilstošā valsts standartā (GOST).

#### 8. tabula

Prognozētie kvarca smilšu krājumi (V. Semjonovs, R. Mausle)

Perspektīvais laukums	Derīgais slānis, m	Segkārtā, m	Krājumi, milj. t	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Mārsnēni	25,9	8,2	1770	0,11–0,60
Vijciems	19,5	7,6	1100	0,11–8,72
Blome	31,4	6,4	630	0,15–6,72
Lēdurga	28,2	9,6	2060	0,23–6,89

## 6. SMILTIS UN STIKLS GADU GAITĀ

Smiltis ir stikla ražošanas galvenā pamatizejviela, kam stikla masā jānodrošina 70–75 %  $\text{SiO}_2$ . Līdz ar to stikla ražošana un smilšu ieguve vienmēr ir bijušas cieši saistītas.

Par kvarca (balto) smilšu izmantošanas sākumiem Latvijā varam tikai minēt. Zināms, ka ar gaišām, droši vien arī baltām, smiltīm ir kaisītas klona grīdas, to izplatības rajonos tās, iespējams, lietotas vaļņos un uzbērumos. Balto smilšu izmantošana lielākā apjomā saistāma ar Kurzemes un Zemgales hercoga Jēkaba laiku 16. un 17. gadsimtā, kad ar pārtraukumiem hercogistē ir darbojušās 10 stikla manufaktūras (Juškevičs, 1931; Baņķiere, 1987).

Tomēr arheoloģiskie izrakumi liecina, ka stikla izstrādājumi, gan ļoti nelielā apjomā un specifiski sastāva ziņā, Latvijā darināti jau daudz senāk (Цауне, Просвальд, 1976). Izrakumos Rīgā, Trokšņu ielā, atrasts daudz stikla krellišu, kā arī tiģeļi ar stikla oderējumu un pielipušām krellītēm, kas liecina, ka stikls kausēts atraduma vietā vai netālu no tās. Arheologi vērtē, ka tas varētu ap 13. gadsimta beigām. Līdzīgas krellītes atrastas arī Mārtiņsalā 13. un 14. gadsimta apbedījumos. Pēc ķīmiskās analīzes datiem, galvenie stikla komponenti ir  $\text{PbO}_2$  (>70 %),  $\text{SiO}_2$  (14–15 %) un  $\text{SnO}_2$  (6–8 %). Iespējamais  $\text{SiO}_2$  avots varētu būt kā vietējās, tā arī ražotājam, domājams, kādam vācu meistaram, labāk pazīstamas un pierastas iverstas smiltis, kuru patēriņš bija niecīgs.

Hercoga Jēkaba laikā stikla manufaktūras – Jelgavā, Baldonē, Biržos, Rendā, Kuldīgā, Tomē, Grenčos, Slokā un Skrundā – izveidoja un vadīja no ārzemēm, galvenokārt Vācijas, pieaicināti meistari. Galvenie produkcijas veidi bija logu stikls, aptiekas trauki, smilšu pulksteņu korpusi, dažādas pudeles hercoga vīna pagrabam, rotaslietas, “meloņu kupoli” dārzniecībai, pēc speciāla pasūtījuma galma vajadzībām izgatavoja arī kristāla kausus un glāzes.

Stikla ražošanai nepieciešamo malku un pelnus (potašu) pēc noslēgtajiem līgumiem piegādāja tuvējo hercoga muižu zemnieki, bet smilšu piegāde šajos līgumos nav ietverta (Jakovļeva, 2017). Visticamāk, tika izmantotas tuvējās smiltis. Mākslas vēsturniece un restauratore Maija Baņķiere (1987) piemin Biržu manufaktūras stikla meistara Johana Kruma lūgumu hercogam Jēkabam dot rīkojumu piegādāt smiltis no Baldones, lai varētu iegūt tīru, baltu stiklu. Iespējams, ka ar to ir domātas podzola smiltis. Kuldīgas un Rendas manufaktūras izmantojušas Riežupes smiltis – augšējā devona Amatas svītas gaišos, smalkgraudainos smiltsiežus. Dažos avotos ir norādījumi, ka šīs smiltis arī eksportētas, tomēr vēsturnieki attiecīgus dokumentus nav atraduši.

18. gadsimtā stikla ražošana apstāvēja un izstrādājumu daudzveidība samazinājās – darināja galvenokārt logu stiklu. 19. gadsimtā sāka ierīkot daudz alus

brūžu, līdz ar to uzplauka stikla pudeļu ražošana, īpaši Vidzemē. Stikla ražotnes bija Suntažos, Kļiņģenē, Odzienā, Zaubē, Vecbebras, Bērmuižā, Allažos, Plāterē, Ropažos, Aizkrauklē, Stukmaņos (Pļaviņās) un Skrīveros. Tautā tās sauca par glāžšķūņiem. Kurzemē lielāku stikla ražotni *Annahüte* 1853. gadā Puznieku muižā izveidoja barons Štrombergs. Tā izgatavoja logu stiklu un pudeles. Zaļajām vai brūnajām alus pudelēm dzelzs oksīda ( $Fe_2O_3$ ) daudzums smiltīs nebija svarīgs, turpretī bezkrāsainajām pudelēm un logu stiklam tas nedrīkstēja pārsniegt 0,2 procentus. Fabrika izmantoja gan vietējās podzola smiltis, gan Riežupes mākslīgo alu smiltis.

Vairākas fabrikas bija arī Rīgā. 1828. gadā Grīziņkalna tuvumā nodibināja stikla fabriku, tā liekot pamatu uzņēmumam *Grīziņkalns*. 1884. gadā izveidoja Jakoba Beka Ilģuciema fabriku, 1882. gadā – Sarkandaugavas fabriku (kopš 1899. gada firma *Kerkoviuss un Ko*). Tās izmantoja galvenokārt Lilastes, Ropažu un Inčukalna podzola smiltis (Eiduks, Rikards, 1941). Latgalē bija Līvānu un Daugavpils stikla fabrikas.

*Ilģuciema stikla fabrikas* īpašnieki un tās nosaukums vairākkārt mainījās: *Ciema stikla fabrika* (1940), *Ilģuciema stikla fabrika* (1945), *Rīgas stikla fabrika* (1960), *Rīgas stikla taras rūpnīca* (1961), *Rīgas stikls* (1967), ražošanas apvienība *Latvijas stikls* (1971). Pēc Otrā pasaules kara uzņēmums sākotnēji izmantoja Bāles smiltis (vidējais devons, Sietiņu svīta), vēlāk smiltis ievada no Krievijas. *Latvijas stikls* ražoja augstvērtīgus stikla traukus, parfimērijas flakonus, abažūrus un stikla taru, Ilģuciemā izgatavoja 12 % no kopējā PSRS saražoto flakonu skaita. *Latvijas stikls* savu darbību beidza 2001. gadā (E. Jākobsons, [www.laikmetazimes.lv](http://www.laikmetazimes.lv)).

Stikla fabrika *Grīziņkalns* sākotnēji saucās *Fēnikss* (vēlāk *Neo-Fēnikss*), tās pamatprodukcija bija piena un alkoholisko dzērienu pudeles. Vēlāk uzņēmums paplašināja produkcijas sortimentu un sāka ražot glāzes stiprajam alkoholam, vīnam un citiem dzērieniem. Izmantoja podzola smiltis no Lilastes atradnēm. Pēc Otrā pasaules kara uzņēmums nosaukumu mainīja un kļuva par rūpnīca *Komunārs*. 1957. gadā tika sākta apgaismes ķermeņu ražošana. 1971. gadā uzņēmums kļuva par daļu no ražošanas apvienības *Latvijas stikls*. Pēc Latvijas neatkarības atjaunošanas rūpnīca turpināja savu darbu kā akciju sabiedrība *Grīziņkalns*. Pamatprodukcija bija abažūri no trīsslāņu opāla stikla, dažādi trauki un mašīnizstrādājumi (pudeles). Pudeļu ražošanai izmantoja vietējās Bāles smiltis, abažūriem un dekoratīvajiem traukiem ievada bagātinātas smiltis no Maskavas apgabala. Lielākā daļa – 95 % – produkcijas tika eksportēta uz Rietumeiropas valstīm. 2007. gadā pieaugošo energoresursu cenu un lēto Ķīnas izstrādājumu konkurences dēļ rūpnīca bija spiesta ražošanu apturēt. Vēlāk gan viena krāsns no piecām atkal tika iedarbināta, ražojot galvenokārt ekskluzīvus stikla izstrādājumus, lustru kupolus un dizaina priekšmetus, izmantojot ievestas smiltis (E. Jākobsons, [www.laikmetazimes.lv](http://www.laikmetazimes.lv)).

Skaidrs ir *Līvānu stikla fabrikas* liktenis. Pirmoreiz ar Līvenhofas vārdu tā dokumentos minēta 1887. gadā kā Dinaburgas (Daugavpils) tirgotāja Jūliusa Fogesa īpašums. Veicot izpētes darbus, Fogess pārliecinājās, ka Līvenhofā ir labvēlīgi ekonomiskie un izejvielu ieguves apstākļi stikla ražošanai – kvarca smiltis (?)

Grīvas mežā, dolomīts Dubnas upē un Rīgas–Orlas dzelzceļa tuvums. 1904. gadā nodibināja *Livenhofas stikla un korķu ražošanas akciju sabiedrību*, kas stipri cieta Pirmajā pasaules karā. Darbs tika atjaunots 1922. gadā, kad uzcēla jaunu rūpnīcu, kas iekļāvās akciju sabiedrībā *Latvijas stikls*. Līvānos atkal sāka izgatavot stikla izstrādājumus.

Pēc Otrā pasaules kara 1944. gadā Līvānos bijušie fabrikas darbinieki atsāka darbu, nodibinot stikla pūtēju arteli. Sākumā izgatavoja pirmās nepieciešamības stikla izstrādājumus – tējas glāzes, karafes un petrolejas lampu cilindrus, vējlukturu stiklus, ar laiku ieviesa pusautomātus, uzbūvēja lielāku stikla kausējamo vannu, uzbūvēja otru krāsni brūnā stikla kausēšanai, ražoja pārtikas un tehniskām vajadzībām domātas pudeles, stikla traukus, lampu un laternu stiklus, vilcienu un tramvaju vagonu gaismas plafonus, glāzes ugunsdzēsamajiem aparātiem, krēma burciņas, sifonus, antibiotiku flakonus. Fabrikas produkciju eksportēja uz Ukrainu, Baltkrieviju un Igauniju. 1975. gadā tika uzbūvēta piecu sekciju krāsainā stikla kausējamā krāsns, kurā vienlaikus varēja kausēt piecu krāsu stiklu un ražot krāsainā stikla traukus. Fabrikas produkcija sasniedza augstu kvalitātes līmeni, sākās Līvānu stikla regulārs eksports uz Krieviju, kam kalpoja speciāli radīta vilciena līnija Līvāni–Orla. Vienkāršajiem izstrādājumiem izmantoja Bāles smiltis, krāsainajam stiklam smiltis ievada no Krievijas.

Pagājušā gadsimta septiņdesmitie un astoņdesmitie gadi Līvānu stikla fabrikai bija uzplaukuma un augšupejas laiks. Līvānu fabrika kļuva par lielāko stikla ražotni Baltijā – šeit izgatavoja vairāk nekā pusi visa Latvijas stikla. Pieprasījums pēc Līvānu stikla un kristāla izstrādājumiem bija liels. Uzņēmums savu produkciju plaši reklamēja, kas sekmēja eksportu uz Lielbritāniju, Nīderlandi, Vāciju, Franciju, Itāliju, Somiju, Zviedriju, Poliju, Dienvidslāviju, Ungāriju, Bulgāriju, ASV, Kanādu, Mongoliju, Jordāniju, Saūda Arābiju, Libānu un pat stikla dzimteni Ēģipti. Līvānu stiklu cienīja arī Kuveitā, kuras valdošajiem emīriem fabrika izgatavoja elegantas, ar īstu zeltu izrotātas tējas servīzes, ko viņi izmantoja kā vienreizējas lietošanas traukus. *Līvānu stikls* regulāri piedalījās un tika novērtēts starptautiskos gadatirgos.

Latvijai atgūstot valstisko neatkarību un sabrūkot PSRS, plašais tirgus izjuka. 1994. gadā uz fabrikas bāzes tika izveidota akciju sabiedrība *Līvānu stikls*, kas ražoja un tirgoja galda stikla traukus. Jaunajos ekonomiskajos apstākļos izejvielu piegāde bija apgrūtināta, gadiem ilgie kontakti ar pasūtītājiem izzuda. Tomēr arī šajā laikā uzņēmums tika pie unikāliem pasūtījumiem. Līvānos tika izgatavotas lustras atjaunotajam Melngalvju namam, jauni stikla bloki Brīvības pieminekļa obeliskam.

2001. gadā *Līvānu stiklu* iegādājās Vācijas kompānija *Herner Glass* un pārdēvēja to par *SIA Lettglas*. Līvānieši izpildīja galvenokārt mātes firmas pasūtījumus, pēc vācu dizaineru skicēm ražojot gaismas ķermeņus, akvārijus, vāzes, svečturus un dažādus speciālus pasūtījumus viņu zīmolam. No latviešu mākslinieku pakalpojumiem vācu īpašnieki atteicās. 2008. gadā *Herner Glass* 98,5 % *Lettglas* akciju pārdeva tikai pirms mēneša nodibinātai Lielbritānijas firmai *Waterford Northeast Limited*. Jaunie īpašnieki izzaga uzņēmumu, nezināmā virzienā aizvedot visas



vērtīgākās ražošanas iekārtas. Tikai pateicoties ilggadējai Līvānu stikla fabrikas muzeja gidei Natālijai Stivrišķei un Līvānu domei, izdevās nosargāt unikālo Līvānu stikla fabrikas muzeja kolekciju. Tā savas gaitas beidza vēl viena Latvijas zīmolu leģenda – *Līvānu stikls*.

Līvāni joprojām sevi dēvē par stikla pilsētu. Latgales mākslas un amatniecības centrā izveidota stikla pūtēju darbnīca, kas ir vienīgā Latvijā, kur interesenti var vērot stikla pūšanas un apstrādes procesus. Stikla mākslinieks Aleksandrs ir viens no diviem profesionālajiem aroda meistariem Latvijā (E. Jākobsons, *www.laikmetazimes.lv*).

Stikla fabrika *Sarkandaugava* dibināta 1888. gadā, sākotnēji tā ražoja stikla taru, glāzes un traukus medicīnas vajadzībām. Izmantoja Pierīgas atradņu podzola smiltis. 20. gadsimta divdesmito gadu nogalē uzņēmumā tika uzstādīta nepārtrauktās darbības vannas krāsns un Furko tipa mašīnas logu stikla ražošanai. Latvijas brīvvalsts laikā uzņēmums saucās akciju sabiedrība *Emolip*.

Pēc Otrā pasaules kara ražošanu atjaunoja. Tūlīt pēc kara uzņēmums ražoja mazkvalitatīvu dzeltenas nokrāsas logu stiklu, izmantojot podzola smiltis, vēlāk arī Bāles devona smiltis, taču ar laiku lielākā daļa uzņēmuma darbībai nepieciešamo izejvielu tika ievestas no Krievijas, uz kuriem tika eksportēts arī vairākums saražotās produkcijas. Rīgas stikla rūpnīca *Sarkandaugava* beidza pastāvēt 1999. gadā.

Stikla nozarē ir arī veiksmes stāsti, gan bez vietējām izejvielām.

1986. gadā Līvānu stikla fabrikā sākās **optiskās šķiedras un gaismas vadu izgatavošana**. Optiskā šķiedra ir tieva, elastīga stikla vai cita caurspīdīga materiāla šķiedra gaismas impulsu pārraidei; lāzers pārveido elektriskos signālus gaismas impulsos un nosūta tos uztvērējam, kas pārveido šos gaismas signālus atpakaļ elektriskajos signālos. Šā produkcijas veida ieviešanas galvenais iniciators un entuziasts bija Daumants Pfafrods. Tagad Līvānos optisko šķiedru un medicīnas aparātus uz tās bāzes ražo ļoti sekmīgs uzņēmums *Light Guide Optics International* (agrāk *Z-Light*), izmantojot tīru kvarcu. Izcilākais uzņēmuma ražojums ir optisko šķiedru kūlis, kas iemontēts līdz šim lielākajā spektrometrā Čīlē.

Akciju sabiedrība *Valmieras stikla šķiedra* ir vienīgā **stiklšķiedras** ražotāja Baltijas valstīs un viena no vadošajām stiklšķiedras ražotājām Eiropā. Par uzņēmuma dibināšanas datumu tiek uzskatīts 1963. gada 18. jūlijs, kad izlaista pirmā gatavā produkcija, izmantojot Bāles atradnes kvarca smiltis. 1996. gadā uzņēmums tika privatizēts. 2012. gadā tika sākta jaunas stikla kausēšanas krāsns izbūve, ļaujot iegūt augstas temperatūras izturības stiklšķiedru. Bāles smiltis jaunās ražotnes prasības vairs neapmierināja, un *Valmieras stikla šķiedra* pārgāja uz bagātinātu smilšu eksportu no Anikšču atradnes (neogēns) Lietuvā. Uzņēmums specializējās trīs dažādu stiklšķiedras veidu un to izstrādājumu ražošanā un eksportē produkciju uz daudzām pasaules valstīm, tam pieder meitas kompānija *Valmiera Glass UK Ltd*. Lielbritānijā, top otra meitas kompānija Amerikas Savienotajās Valstīs.

Latvijā sekmīgi attīstās arī **stikla dizaina** nozare. Trīs ražotņu – *AM Studio*, *An & Angel* un *Dunovglass* – izstrādājumi guvuši popularitāti starptautiskā mērogā (Audere, 2017). Tie top no ievestiem materiāliem, vietējās smiltis izmantojot tikai kā eksponēšanas vidi.

Savdabīgs stikla dizaina darbs *Dabā* – piecus metrus augsti no daudzām īpaši izgrieztām stikla plāksnītēm krāvuma tehnikā veidoti stabi – rotā Latvijas Universitātes Dabaszinātņu akadēmiskā centra vestibulu (45. attēls). Šā darba autors ir mākslinieks Ernests Vītiņš.



45. attēls. No vairāk nekā 10 000 stikla plāksnītēm pagatavotā skulpturālā kompozīcija "Dabā" Latvijas Universitātes Dabaszinātņu akadēmiskā centra vestibilā.

## 7. AIZSARGĀJAMIE ĢEOLOĢISKIE OBJEKTI, KUIROS PĀRSTĀVĒTI KVARCA SMILTSIEŽI

### Sietiņiezis, arī Sietiņš vai Sietnis

Atrodas Gaujas Nacionālajā parkā, Kocēnu novada Vaidavas pagastā, vienu kilometru uz dienvidiem no Kocēniem, Gaujas labajā krastā starp Valmieru un Jāņmuižu, aptuveni divus kilometrus leņpus Liepas ieža. GPS koordinātas X: 583250, Y: 6365911/Lat: 57.4282838, Lon: 25.3864402

Līdz 15 metriem augstais un 400 metru platais baltā smilšakmens atsegums ir Gaujas reģionālā stāva Sietiņu svītas stratotips. Tas ir viens no Latvijas krāšņākajiem iežiem, arī viens no augstākajiem smilšakmens atsegumiem Baltijā. Ieža virsma klāta ar mazām, zāglapseņu izveidotām aliņām un līdzinās sietam. No tā cēlies tuvējo māju un Sietiņieža nosaukums. Iezis ir ļoti daudzveidīgs, ar alām, stabiem, nišām un citām neparastām formām (46. attēls). Kopumā tur atsedzas Sietiņu svītas augšējā daļa 34 metru biezumā. To veido balti, smalkgraudaini smilšakmeņi, kuros var nodalīt vairākas slāņkopas ar atšķirīgām tekstūrām.

Sietiņiezis it kā sastāv no divām daļām. Ziemeļdaļā pie pašas upes atsedzas gandrīz vertikāla, 200 metru gara un ap 13 metriem augsta, lēzeni ieliekta vienkāršu krauja ar vairākiem izciļņiem un iegrobēm. Te redzams izteiksmīgs dubultais slīpslāņojums (vienā virzienā ir vērsti gan slīpie slāņi, gan slīpslāņojuma sēriju robežas), ko izceļ tumši pelēkas, reizēm rūsganas smago minerālu koncentrātu kārtiņas, noslīdeņu krokas, izskalojuma virsmas un māla olīši.

Apmēram 200 metru uz dienvidiem smilšakmens atsegumi attālinās no upes un paslēpjas mežā. Šī atseguma daļa ir saposmota, vietām klintis sasniedz 15 metru augstumu, ir daudz dažāda platuma plaisu. Atseguma sarežģītā konfigurācija rāda šīs griezumdaļas slāņojuma rakstu dažādi orientētās, nereti perpendikulārās plaknēs un ļauj iepazīt slīpslāņojuma sēriju telpisko uzbūvi.

Sietiņiezi vērojamas arī vairākas mūsdienu ģeoloģisko procesu izpausmes – liela sufozijas piltuve, vairākas grotas un nišas, te atradās Latvijas lielākā dabiskā arka, kas sabruka 1975. gadā. Arka bija izveidojusies šaurā, upei paralēlā smilšakmens sienā, kuru no ielejas nogāzes norobežoja sengrava ar piltuvveida padziļinājumu. Arkas augstums no nogāzes pamatnes bija septiņi metri, cauri tai gāja piecus metrus augsta un līdz astoņiem metriem plata eja, kuras velvī platums bija četri metri, biezums divi metri. Pāri arkai veda tūristu taka. Arka palielinājās, nogrūstot smilšakmeņiem no velvī apakšas. Tagad arkas vietā smilšakmens sienā ir liels robs.



46. attēls. Sietiņiezis, skatoties uz augšu. Vitālija Zelča foto.

Sietiņiezim ir īpatnējs, plaису ierobežots smilšakmens izcilnis – Velna (Vella) papēdis – un 10,5 metrus gara Velnala, kurai abi gali ir vaļēji. Pie ieejas ala ir plaša un augsta (5 metrus plata, 4 metrus augsta, 2,5 metrus dziļa), tālāk sašaurinās (30 cm augsta, 70 cm plata) un iziet milzīgās, 10 metru dziļās sufozijas piltuves (Velna kausa) pašā apakšdaļā. Ala ir šīs piltuves noteces turpinājums. Iespējams, ar laiku alas vietā izveidosies jauna arka. Sietiņiezi šķērso interesanta sengrava, kas beidzas ar lielu vertikālu trīsstūrveida plaису.

Par Sietiņiezi ir daudz teiktu, kas stāsta par Liepas apkārtnes ģeolģiskajiem objektiem saistībā ar dažādiem velna nedarbiem. “Netālu no Liepasmuižas ir Vella ala. Lielākai alai sānos ir mazāka ala. No lielākās alas iztek avots. Laikam ūdens tecēdams izskalojis smiltis, un tā šī ala izcēlusies. Turpat Liepasmuižas tuvumā ir vēl otra ala, kura gan ir tāda pati kā šī, bet tikai daudz mazāka. Trešā ala atrodas otrā pusē Gaujai, ko sauc par Sietiņa iezi. Pa šīm trim alām vells esot mājojis; reizām vienā, reizām otrā un tad atkal trešā ņēmis mitekli. Vells esot nācis Sietiņa dārzā par āzi un ēdis kāpostus nost, no tā nekā vairs nevarējuši glābties. Tad sanākuši septiņi baznīckungi un mēģinājuši viņu izdzīt. Mellais esot gulējis tur iezī uz mūriša jeb rieriša. Kad baznīckungi alas priekšā sākuši skaitīt pātarus, tad nabags spēries ārā kā divi deviņi, nevis pa veco caurumu, pa alas priekšu, bet ar visu varu izgrūdis jaunu caurumu un tur izsprucis.”

Par Sietiņu svītas griezuma apakšējās daļas saglabāšanu atseguma ziemeļu spārnā ir parūpējusies pati Gauja, cieši piekļaujoties stāvajai smilšakmens sienai un padarot to nepieejamu no krasta, toties viegli ievainojami ir dienvidu spārņa gleznainie veidojumi, kas jāpasargā no patvaļīgiem kāpelētājiem, šūkatājiem un skrāpētājiem. Apmeklētāju ērtībai un dabas saudzēšanas nolūkos Sietiņieža apkārtnē ir izveidotas labiekārtotas takas un atpūtas vietas.

## Liepas iezis, arī Baltā klints, Ozolu iezis

Liepas iezis atrodas Priekuļu novada Liepas pagastā, Gaujas senlejā, upes kreisajā krastā, Gaujas Nacionālā parka teritorijā. Ģeogrāfiskās koordinātas E25° 24,481' un N57° 26,238' jeb x584525, y366942 LKS92 sistēmā.

Kopš 1974. gada aizsargājamais ģeoloģiskais dabas piemineklis Liepas iezis ir viens no retajiem vidējā devona Živetas stāva Gaujas reģionālā stāva Sietiņu svītas kvarca smilšakmeņu atsegumiem Latvijā. To veido gandrīz vienlaidus atsegumu siena Gaujas kreisajā krastā, kas lielākoties paceļas tieši no ūdenslīnijas. Atsegumu joslas kopējais garums ir 390 metri, kraujas apakšējās, stāvākās daļas augstums ir 15 metri. Atseguma siena ir samērā līdzena. Ārpus galvenā atseguma teritorijas ziemeļu galā aiz gravas vēl ir neliels atsegums.

Atsegumu veido kvarca smilšakmens, pārsvarā smalkgraudains, balts, līdz gaišpelēkam. Dominē smilšakmeņi ar muldveida slīpslāņojumu, vietām var novērot biezas sērijas ar dubulto slīpslāņojumu.

Gaujas reģionālā stāva smilšainie nogulumi ir veidojušies seklā baseinā spēcīgu ūdens straumju ietekmē. Smilts uzkrājusies pa kanāliem migrējošās zemūdens grēdās, taču attīstījušās arī piegultnes sēres vai vidussēres. Sedimentācijas baseins tolaik, domājams, bijusi plūdmaiņu ietekmēta delta. Sietiņu svītas nogulumu pētījumos Bāles-Bērziņu atradnes 2. iecirknī secināts, ka smilšainais materiāls ir uzkrājies deltas progradācijas (uzvirzīšanās) gaitā.

Dabas pieminekļa teritorijā izpaužas mūsdienu ģeoloģiskie procesi – Gaujas sānu erozija un erozija ar upes ledu palu laikā, par ko liecina rievu un nišas atseguma sienas centrālajā daļā līdz pat 4,1 metra augstumam (47. attēls).



47. attēls. Liepas iezis (Baltā klints).

Atsegums ir lieliski redzams un sasniedzams no Gaujas. Tas ir pieejams gan kājāmgājējam, gan autobraucējam (tiesa, pa sliktu, grūti izbraucamu ceļu), taču bez detalizētas kartes un informācijas par precīzu atrašanās vietu to ir grūti atrast. Norāžu un informācijas stendu nav. Nav arī dabas pieminekļa robežzīmju. Teritoriju nepieciešams saglabāt gan zinātniskiem ģeoloģiskiem (sedimentoloģiskiem, paleontoloģiskiem) pētījumiem, gan kā tipisku Sietiņu svītas ģeoloģisko griezumumu (nozīme devona stratigrāfijā), gan mūsdienu augu sugu un biotopu pētījumiem un kā ainaviski vērtīgu dabas veidojumu kopumu. Būtu nepieciešams izvietot norādes uz atsegumiem no Liepas–Valmieras šosejas, kā arī stendu ar ģeoloģiska satura informāciju.

## Liepas Lielā Ellīte

Liepas pagasta populārākais dabas piemineklis ir Lielā Ellīte, sauc arī par Velna cepli, Vella alu, Velna krāsni, Liepmuižas alu, Liepas alu un Velna kambari. Valsts nozīmes arheoloģijas piemineklis (Valsts kultūras pieminekļu aizsardzības inspekcija, 848). Aizsargājams ģeoloģisks un ģeomorfoloģisks objekts. Atrodas Gaujas Nacionālā parka teritorijā, *Natura 2000* objekts.

Baltā smilšakmens atsegums ar alu un trim arkām veidojies augšējā devona Amatas svītas smilšakmeņos. Alas garums ir 23 metri, maksimālais augstums 3,5 metri, platums 4,5 metri. Klints ir ļoti savdabīga, pie alas ieejas ir izciļņi, nišas, dobumi, unikāla arkāde. Arku augstums ir no pusotra līdz četriem metriem. Lielās Ellītes ala ir nepārtraukti mainījusies, ieeja ir nobrukusi, toties ala ir kļuvusi dziļāka. Teika vēsta, ka no alas bijusi pazemes eja uz Cēsīm.



48. attēls. Liepas Lielā Ellīte.

Kad sagruva Sietiņieža arka, Lielās Ellītes arkāde ir palikusi vienīgais šādas formas dabīgais smilšakmens veidojums Latvijā (48. attēls).

No alas iztek spēcīgs strauts, kas radījis visu unikālo Lielās Ellītes sistēmu. Šeit pazemes ūdeņi koncentrējas virs ūdensmazcaurlaidīgā māla, kāds redzams netālaļajā Liepas mālu karjerā. Avota debits ir 1,5–2 litri sekundē.

Pretstatā citām alām, kas izveidojušās dziļās eroziju formās – upju ielejās, sengravās, Ellīte atrodas plašā reljefa pacēlumā. Šeit zem plānas kvartāra nogulumu segas iegūļ plaisaini augšdevona Pļaviņu svītas dolomīti, zem tiem baltie, smalkgraudainie Amatas svītas smilšakmeņi, dziļāk bieža Lodes svītas mālu slāņkopa, virs kuras koncentrējas pazemes ūdeņu plūsmas, izraisot intensīvu smilšakmeņu izskalošanu. Ellīte no viena gala brūk un tiek ārdīta, bet avots veido atkal jaunus alu labirintus. Krāšņo arku un alu veidošanos ir sekmējušas arī divas savstarpēji perpendikulāras, gandrīz vertikālas plaisu sistēmas, kas nosaka alas atzarojumu virzienus.

Lielā Ellīte ir unikāls dabas veidojumu komplekss, vienlaikus arī arheoloģijas pieminekļis – sena kulta vieta. Tiek uzskatīts, ka alai ir ap 7000 gadu. Pēc vietējo iedzīvotāju ziņām, alā rakuši smiltis saimnieciskām vajadzībām. 1924. gadā skolotājs un dabas pētnieks Zelmārs Lancmanis *Jaunākajās Ziņās* rakstījis: “Lodes stacijas tuvā smilšakmens alā *Ellītē*, kura pat tagadējā stipri izpostītā stāvoklī būs greznākā no mūsu alām, no sienām rok un vezumiem ved smilti. Tā sadiļuši daudzi krāšņi smilšakmens pilāri, kas pēc vietējo atmiņām *Ellītei* piešķirušī ērģeļu izskatu. Agrākā muižniece likusi iedzīt alas vārtos stabiņu rindu, kas traucē iebraukt alā ar zirgu, kā līdz tam piekopts. Tagad stabiņi jau papostīti.”

Par unikālo alu ir daudz teiku, kas stāsta par tās saimnieku – velnu – nedarbiem, piemēram: “Pie Liepas muižas Cēsu tuvumā ir tāda liela ala, ko sauc par Vella cepli. Un tanī alā dzīvāš velli. Velli saģērbusies par cilvēkiem un nākuši ceļavīrim pretī, un pirkuši no šiem lopus, linus un visu, ko ceļavīri uz pilsētu veduši. Velli maksājuši labas cenas. Bet, tikko cilvēks aizbraucis ar vella doto naudu mājā, tā nauda uzreiz palikusi par oglēm.” (Pierakstījis filoloģijas doktors Sandis Laime.)

Objekts ir labiekārtots un sakopts, lai to varētu apmeklēt. Līdzās stāvlaukumam alu var aplūkot no augšas – apmeklētāju drošībai ierīkots neliels koka žogs. Lejup uz alu ved bruģēts ceļš, ir iestaigātas zemes seguma taciņas. Pie alas ir tilts, kas ļauj šķērsot avotu un iegūt labāku skata perspektīvu uz smilšakmens klintīm kopumā.

Pie stāvlaukuma ir informatīvais stends ar Liepas karti, informāciju par Lielās Ellītes izcelsmi, norādi uz avota dziedniecisko spēku, kā arī teiku par velnu, kas bēdzis uz Sietiņiezi, ir informācija arī par Mazo Ellīti.

## Liepas Mazā Ellīte

Ala gravā pie Liepas kapsētas un Ellišu mājām ir veidojusies baltajos Amatas svītas smilšakmeņos kā trīsstūrveida plaīsa. Tās dziļums ir astoņi metri, pamatnes platums ir 0,5 metri, ieeja ir šaura un zema. No alas izplūst neliels avots.

Līdzīga Lielajai Ellītei, tikai daudz mazāka, un nav sarežģīto formu. Atrodas meža vidū, teritorija aizaugusi ar zāli, sikākiem kokiem un krūmiem. Domājams, ka Mazā Ellīte ir sena kulta vieta.

## Riežupes smilšakmens alas

Mākslīgu alu labirints uz ziemeļiem no Kuldīgas, Rumbas pagastā, Riežupes kreisā krasta kraujā, 600 metru no Riežupes ietekas Ventā, Riežupes dabas parka teritorijā.

Literatūrā un informācijas materiālos labirinta visu eju garums tiek minēts 460 metri, taču pēc 1999. gada mērījuma tas ir 351 metrs. Tā ir garākā alu sistēma Latvijā. Riežupes smilšu alas vairāku gadsimtu laikā izcirstas baltajā Amatas svītas smilšakmenī (49. attēls), ņemot smiltis trauku beršanai un istabu izkaišanai, vēlāk stikla rūpniecībai, pirms Pirmā pasaules kara smiltis lietoja Ozolnieku stikla fabrika, brīvvalsts laikā arī Ilģuciema stikla fabrika. Smilšu ieguve pārtraukta 1939. gadā. Noteikta kā ziemojošo sikspārņu monitoringa stacija. Liela daļa kādreizējo eju aizbrukušas, jo laika gaitā pazemē notikuši nobrukumi. Vairākkārt aizbrukusi arī ieeja alās. Apmēram 30 gadu nebija pieejama labirinta kreisā daļa, taču 1991. gadā uz to izcirsta jauna savienotājeja. Šajā labirinta daļā ejas ir plašākas un augstākas. Riežupes smilšalas ir Štofrģegenu dzimtas privātipašums, un ieeja tajās ir par maksu gida pavadībā.

Netālu, pie Riežupes ietekas Ventā, divos posmos ir samērā lieli, ap sešiem metriem augsti un līdz 30 metriem plati smilšakmens atsegumi. Tie nav nostabilizģjušies, daļģji nobirām klāti, sarkanģgi.



49. attģls. Augšģjā devona Amatas svģitas smilšakmens Riežupes smilšalā.



## Zoslēnu rags

Ģeoloģiskais dabas piemineklis Zoslēnu atsegumi atrodas Skrundas novadā, Nīkrāces pagastā, Šķērveļa senlejas nogāzē, Dzeldas kreisajā pamatkrastā dabas liegumā un *Natura 2000* teritorijā *Ventas un Šķērveļa ieleja*. Ģeogrāfiskās koordinātas E21° 56,856' un N56° 33,518' jeb x373859, y270143 LKS92 sistēmā.

Dabas pieminekli veido Dzeldas senlejas posms ar trim samērā lieliem atsegumiem upes kreisajā, līdz 25 metriem augstajā pamatkrastā. Atsegumus veido vidējās juras Kelovejas stāva Papiles svītas smiltis ar melnu un pelēku kaolinīta mālu, kā arī tumšu brūnogļu ieslēgumiem. Zoslēnu atsegumu joslas kopgarums ir 225 metri, katrs no trim šeit esošajiem individuālajiem atsegumiem (50. attēls) ir 15–20 metru garš. Atsegtās juras slāņkopas maksimālais biezums ir 13–15 metri.

No upes augšteces puses pirmajā atsegumā Papiles svītas smilšainie nogulumi ir atsegti sienas augšējā daļā un tās sānos, atseguma vidusdaļu klāj noslīdenča ķermenis. Sākot ar pieciem metriem virs ūdens līmeņa, līdz 13 metru augstumam virs upes līmeņa atsedzas slīpslāņotas kvarca smiltis (slīpslāņojuma sēriju biezums ir mainīgs – no 0,03 līdz 0,4 metriem), ar brūnogļu un pelēku, līdz melnu mālu saveltņiem, kārtiņām, kā arī ogļainā un mālainā materiāla piejaukumu.

Otrajā atsegumā aptuveni piecu metru platumā sienas augšējā daļā atsedzas vidējās juras Papiles svītas smilšainie nogulumi. Griezuma dokumentācija ir iespējama, sākot ar astoņu metru atzīmi virs upes līmeņa, līdz 14–15 metru augstumam. Nogulumu sastāvs un uzbūve ir līdzīga pirmajā atsegumā vērojamajam.

Zoslēnu rags, trešais atsegums, ir vislabāk pazīstamais juras smilšu atsegums, kas atrodas Dzeldas un Šķērveļa savienotās ielejas ziemeļu nogāzes izvīzījumā uz dienvidiem (Zoslēnu ragā). Sākot ar vienu metru virs Dzeldas līmeņa, līdz pat



50. attēls. Juras kvarca smiltis atsegumā Dzeldas kreisajā krastā nedaudz augšpus Zoslēnu raga.

13,5 metru augstumam no tā (kopējā biezumā 12,5 metri) vidējās juras Papiles svītā ir nodalītas piecas slāņkopas, pārsvarā smalka un vidēja rupjuma smiltis ar slīpslāņojumu un cita veida upju (aluviālas) izcelsmes tekstūrām, ar māla un brūnogļu saveltņu starpkārtām un ieslēgumiem.

Smiltīm raksturīga pret dēdēšanu noturīga minerālu – kvarca, rūdu minerālu, turmalīna, cirkona, rutila un distēna – asociācija. Kvarca saturs vieglajā frakcijā sasniedz gandrīz 100 procentus. Nelielas brūnogļu lēcas un māla oļi, līdz 10 centimetriem biezas ogļaina māla un aleirolīta starpkārtas, retumis arī sulfīdu konkrēcijas. Smilšu nogulsnešanās laikā straumes plūdušas no ziemeļiem ziemeļrietumiem.

Latvijā lielākajiem juras kvarca smilšu atsegumiem ir liela stratigrāfiska nozīme, tie ir izcilākie Papiles svītas nogulumu atsegumi Latvijā, kur labi redzams nogulumu sastāvs un tekstūras, kas liecina par šo nogulumu veidošanās apstākļiem: var nodalīt slāņkopas, kur dominē muldveida slīpslāņojums (zemūdens grēdas), slāņkopas, kurās ir lēzens, liela mēroga slīpslāņojums (sēres), un slāņkopas, ko veido smiltis ar neliela biezuma slīpslāņotām sērijām, sīku slāņojumu un nelielām māla un ogļu lēcām (paliene). Māla saveltņu un ogļu gabalu konglomerāti liecina par erozijas virsmām. Šāda slāņkopas uzbūve norāda uz nogulumu veidošanos upju (aluviālos) apstākļos, visticamāk, meandrējošās upēs. Dažos gadījumos atklātas plūdmaiņu procesu pazīmes.

Zoslēnu raga atsegumā smiltis ir lieli, šķautņaini mālaini smilšaini ogļainu nogulumu gabali, kas, domājams, pārvietoti ledāja ietekmē, tam iedarbojoties uz juras slāņkopu.

Baltās juras smiltis stāvajā Dzeldas krastā kontrastē ar mežaino apvidu, augstajiem kokiem un straujo, meandrējošo Dzeldas upi dziļā ielejā. Dabas pieminekļa teritorijā aktīvi izpaužas Dzeldas sānu erozija, noslīdeņu un nogrūvumu procesi. Cilvēka veiktu bojājumu šajā objektā nav.

Mežonīgā un ainaviski iespaidīgā teritorija ir potenciāli izmantojama dabas tūrismā un vides izglītībā.

Atsegums ir grūti atrodamas un pieejams. Visērtāk tam var piekļūt, braucot pa grantētiem ceļiem no Dzeldas ciema puses līdz lauka malai, tad ejot kājām cauri mežam aptuveni 400 metru. Pieejas taku nav. Norāžu un dabas pieminekļa robežzīmju nav. Ejot cauri mežam, ir jāuzmanās no šeit vietām esošiem nesprāgušiem Otrā pasaules kara laika lādiņiem.

## Straupnieku karjera smilšakmens atsegums

Straupnieku karjera smilšakmens atsegums ir vietējas nozīmes ģeoloģiskais un ģeomorfoloģiskais dabas piemineklis Kocēnu novadā, Kocēnu pagastā.

Straupnieku karjerā devona smiltis ieguve vairs nenotiek kopš 20. gadsimta septiņdesmitajiem gadiem. Tagad karjers rekultivēts, un tā dienvidrietumu stūrī redzams liels vidējā devona Sietiņu svītas baltā smilšakmens atsegums, kas puslokā veido stāvu sienu, kuras augstums ir no trim metriem dienvidaustrumu malā līdz 15 metriem rietumu malā (51. attēls). Vidējgraudainajā un rupjgraudainajā



51. attēls. Sietiņu svītas kvarca smilšu atsegums bijušajā Straupnieku karjerā.

smilšakmenī vērojams muldveida slīpslāņojums, retāk slāņojuma deformāciju tekstūras un dubultais slīpslāņojums, izsekojamas paralēlas slīpslāņotas sērijas ar slāņojuma kritumu dienvidu virzienā un ar samērā plašu izkliedi no dienvidrietumiem līdz dienvidaustrumiem. Slīpo slāniņu krituma virziens liecina par virzienu, kurā plūda straumes attiecīgajā devona perioda laikposmā. Atseguma augšmalā čurkstes izveidojušas alas.

## Vinterala

Senās enciklopēdijās kā lielākā un dziļākā ala Latvijā (ap 50 metru) minēta Vinterala Cēsīs, Vintergravā. Tās nosaukums radies no kādreizējā zemju īpašnieka, muižnieka Vintera uzvārda. Ala baltajos augšdevona Amatas svītas smilšakmeņos sākusi veidoties pēcdeduslaikmetā, apmēram pirms 7000–6500 gadiem. Sākotnēji to radījis avots, kas vēlāk izsīcis, bet alu padziļināt turpinājuši cilvēki. Pēc nostāstiem, tirgus dienās Vinteralā iegriezušies pat no tālienes atbraukuši tirdzinieki, uz mājām aizvedot ne vienu vien maisu balto smilšu, ar ko berzt traukus un nokaisīt klonu.

Pēc 1972. gada mērījumiem, ala bija 40,5 metrus gara un līdz 4,4 metriem augsta ar tilpumu 325 kubikmetri, izstaigājama pilnā augumā. Vinterala aizbrukusi 1984. gadā, taču pēc tam tajā vēl kādu laiku pa šauru spraugu varēja iespraukties. Varbūt tad alu vēl varēja glābt, aizliedzot virs tās apstrādāt (irdināt) zemi un izveidojot reni, pa kuru notecēt nokrišņu ūdeņiem ārpus alas priekšējās daļas. Galīgi ala sabrukusi ap 1990. gadu. Iespējams, ka pazemē daļa no tās vēl ir saglabājusies.

## LITERATŪRA

- Anteins, A. 1976 Melnais metāls Latvijā. Rīga: Zinātne, 211 lpp.
- Audere, I. 2017 Latvijas stikla dizaina vēsture Eiropas kontekstā. Starptautiskais simpozījs *Smilts un stikls*. Zinātnisko rakstu krājums. Rīga: Latvijas Universitāte, 149.–153. lpp.
- Baņķiere, M. 1987 Stikla ražošana un izplatība Latvijā 17.–18. gs. Materiāli feodālisma posma Latvijas mākslas vēsturei, 2. Rīga: Zinātne, 120.–142. lpp.
- Bērziņš, K. 1947 Juras formācijas nogulumu Auces apkārtnē. Latvijas PSR ZA Ģeoloģijas un ģeogrāfijas institūta raksti, I. Rīga: LVI, 87.–112. lpp.
- Blāķe, D., Tomassjāna, K., Stinkulis, Ģ. 2013 Depositional environment of the Devonian quartz sandstones in the Bale sand pits. RTU Zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 29, 14.–20. lpp.
- Eiduks, J., Rikards, F. 1941 LPSR baltās stiklrūpniecības smiltis, to īpašības un izlietošana. Zemes bagātību pētīšanas institūta raksti. Rīga: ZBPI izdevums, 19.–129. lpp.
- Eiduks, J. 1947 Pētījumi par baltām smiltīm līdz 1946. gadam. Latvijas PSR ZA Ģeoloģijas un ģeogrāfijas institūta raksti, I. Rīga: LVI, 249.–254. lpp.
- Eiduks, J. 1952 Latvijas PSR balto smilšu uzlabošanas iespējas ar dažādām metodēm. LVU Zinātniskie raksti, Ķīmijas fakultāte, II, 83.–159. lpp.
- Eiduks, J., Jansons, A. 1947 Balto podzola smilšu atradnes Rīgas apkārtnē. Latvijas PSR ZA Ģeoloģijas un ģeogrāfijas institūta raksti, I. Rīga: LVI, 255.–264. lpp.
- Hubert, J. F. 1962 A zircon – tourmaline – rutile maturity index and the interdependence of the composition of heavy mineral assemblages with the gross composition and texture of sandstones. *Journal of Sedimentary Petrology*, 32 (3), pp. 440–450.
- Jakovļeva, M. 2017 Stikla ražošana Kurzemes hercogu uzņēmumos. Starptautiskais simpozījs *Smilts un stikls*. Zinātnisko rakstu krājums. Rīga: Latvijas Universitāte, 154.–155. lpp.
- Kuršs, V., Stinkule, A. 1961 Titāna un reto zemju minerālu saturs Gaujas baseina devona smilšainajos nogulumos. LPSR ZA Vēstis, Nr. 5 (166), 109.–116. lpp.
- Kuršs, V., Eniņš, G., Stinkule, A., Straume, J., Venska, V. 1989 Ģeoloģiskie objekti Gaujas Nacionālajā parkā. Rīga: Zinātne, 127 lpp.
- Piese, I., Stinkulis, Ģ., Stunda-Zujeva, A. 2012 Devona Gaujas un Sietiņu svītas smilšakmeņu cements Gaujas ielejā un tās apkārtnē posmā Valmiera–Cēsis. Latvijas Universitātes raksti, 785. sēj., Zemes un vides zinātnes. Latvijas Universitāte, 56.–70. lpp.
- Pontén, A., Plink-Björklund, P. 2007 Depositional environments in an extensive tide-influenced delta plain, Middle Devonian Gauja Formation, Devonian Baltic Basin. *Sedimentology*, 54, pp. 969–1006.
- Pontén, A., Plink-Björklund, P. 2009 Regressive to transgressive transits reflected in tidal bars, Middle Devonian Baltic Basin. *Sedimentary Geology*, 218, pp. 48–60.
- Scotese, C., 2014 Atlas of Devonian Paleogeographic Maps, PALEOMAP Atlas for ArcGIS, volume 4, The Late Paleozoic, Maps 65–72, Mollweide Projection, PALEOMAP Project, Evanston, IL.
- Sedmalis, U., Šperberga, I., Sedmale, G. 2002. Latvijas minerālās izejvielas un to izmantošana. Rīga: RTU izdevniecība, 195 lpp.
- Sētiņa, J., Akiškina, V. 2011 Latvijas kvarca smiltis stikla ražošanai. RTU Zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 24, 61.–70. lpp.

- Sētiņa, J., Akiškins, V., Gabrene, A., Ose, I. 2013 Latvijas atradņu kvarca smiltis kā pucošana piedeva betonam. RTU Zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 29, 76.–81. lpp.
- Sētiņa, J., Akiškins, V., Kirilova, S. 2012 Bāles un Skudras atradņu kvarca smilšu izpēte. RTU Zinātniskie raksti, Materiālzinātne un lietišķā ķīmija, 26, 88.–93. lpp.
- Sētiņa, J., Juhņeviča, I., Ose, I., Pavlovska, I., Straube, T. 2014 Juras smilšu pētījumi atradnē *Zīles*. Latvijas derīgie izrakteņi, jaunas tehnoloģijas, materiāli un produkti. Rīga, RTU izdevniecība, 6.–12. lpp.
- Sētiņa, J., Juhņeviča, I., Sedmale, G., Rika, L. 2017 Latvijas kvarca smilšu raksturojuma stikla ražošanai. Starptautiskais simpozijs *Smilts un stikls*. Zinātnisko rakstu krājums. Rīga: Latvijas Universitāte, 84.–89. lpp.
- Sevastjanova, I., Tovmasjana, K. 2006 Latvijas juras Papiles svītas smilšaino nogulumu sastāvs un faciālā analīze. Latvijas Universitātes 64. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes. Rīga: LU, 202.–204. lpp.
- Stinkulis, Ģ. and Upeniece, I. 2011. Stop 3: Sandstones of the Devonian Amata Formation in the cave Liepas Lielā ellite. In: Stinkulis, Ģ. and Zelčs, V. (eds). The Eighth Baltic Stratigraphical Conference. Post-Conference Field Excursion Guidebook. University of Latvia, Riga, pp. 21–24.
- Strahler, A. N., Strahler, A. H. 1973. Environmental Geoscience: Interaction between natural systems and man. Hamilton Publishing Company, Santa Barbara.
- Sturmoviča, E. 2017 Smilšu filtri pārtikas rūpniecībā. Starptautiskais simpozijs *Smilts un stikls*. Zinātnisko rakstu krājums. Rīga: Latvijas Universitāte, 168.–170. lpp.
- Svarāne, D. 2013 Pētījumi Latvijas seno metālu tehnoloģijā 11.–17. gadsimtā. Rīga: Latvijas Vēstures institūta apgāds, 240 lpp.
- Tovmasjana, K., Stinkulis, Ģ., Karušs, J., Ostašovs, M., Zupiņš, I. 2011 Sandstones of the Devonian Sietiņi Formation and their sedimentary environment in the Bāle II sand pit. The Eighth Baltic Stratigraphical Conference – Post-conference Field Excursion Guidebook, University of Latvia, Riga, pp. 33–36.
- Tovmasjana, K., Stinkulis, Ģ., Karušs, J., Pipira, D. 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, pp. 33–36.
- Vibāns, J., Berga, L., Platpīrs, A., Bukovska, I., Ošs, R., Matisone, L., Daņiļevičs, P., Misa, 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.
- Vitols, P. 1949 Latvijas PSR veidņu smilts atradnes. LPSR ZA Vēstis, 4 (21), 75.–79. lpp.
- Wentworth, C. K. 1922 A scale of grade and class terms for clastic sediments. The Journal of Geology, 30, pp. 377–392.
- Вийдинг, Х. 1965 Некоторые методические вопросы литолого-минералогического анализа песчано-алевритовых пород Прибалтики. Ученые записки Тартусского Государственного университета, 168. Труды по геологии, с. 5–27.
- Куршс, В. 1971 Особенности формирования минеральной ассоциации живетских и нижнефранских терригенных толщ Главного девонского поля. Известия Академии Наук Эстонской ССР, 20. Химия. Геология, 2, с. 152–159.
- Куршс, В. 1975 Литология и полезные ископаемые терригенного девона Главного поля. Рига, Зинатне, 216 с.
- Куршс, В. 1992 Девонское терригенное осадконакопление на Главном девонском поле. Рига, Зинатне, 208 с.

- Лауенкрапч, Э. 1963 Обломочные породы франского яруса верхнего девона Латвийской ССР. Франские отложения Латвийской ССР. Рига, Изд. АН Латвийской ССР, с. 95–141.
- Страхов, Н. 1963 Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. Москва, Гостехиздат, 535 с.
- Цауне, А., Гросвальд, И. 1976 Новые данные о начале стеклоделия в Прибалтике. Из истории естествознания и техники Прибалтики, т. 5, с. 276–279.





LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE  
ANNO 1919

ISBN 978-9934-18-299-0



9 789934 182990 >