

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOLOĢIJAS NODAĻA

**AKANTOŽU (ACANTHODEI) ATLIEKAS NO
LATVIJAS AUGŠĒJĀ DEVONA
SILICIKLASTISKIEM NOGULUMIEM**

MAGISTRA DARBS

Autors: **Simona Mačute**
Stud. apl. sm17061
Darba vadītājs: **Ervīns Lukševičs**
Dr. ģeol., prof.

RĪGA 2019

SATURS

ANOTĀCIJA	3
ANNOTATION	4
IEVADS	5
1. FRANAS STĀVS - NOGULUMU SASTĀVS, VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI UN IZPLATĪBA	8
1.1. OGRES SVĪTAS NOGULUMI UN TO IZPLATĪBA	9
1.2. OGRES SVĪTAS VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI	11
1.3. AMULAS SVĪTAS NOGULUMI UN TO IZPLATĪBA	12
1.4. AMULAS SVĪTAS VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI	13
2. FAMENAS STĀVS - NOGULUMU SASTĀVS, VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI UN IZPLATĪBA	14
2.1. MŪRU SVĪTAS NOGULUMI UN TO IZPLATĪBA	14
2.2. MŪRU SVĪTAS VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI	16
2.3. TĒRVETES SVĪTAS NOGULUMI UN TO IZPLATĪBA	17
2.4. TĒRVETES SVĪTAS VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI	18
2.5. KETLERU SVĪTAS NOGULUMI UN TO IZPLATĪBA	19
2.6. KETLERU SVĪTAS VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI	21
3. AUGŠDEVONA MUGURKAULNIEKU IZPLATĪBA LATVIJĀ UN TO FAUNISTISKIE KOMPLEKSI	23
3.1. FOSĪLIJAS FRANAS STĀVA OGRES UN AMULAS SVĪTAS NOGULUMOS	23
3.2. FOSĪLIJAS FAMENAS STĀVA MŪRU, TĒRVETES UN KETLERU SVĪTAS NOGULUMOS	24
4. SILICIKLASTISKO NOGULUMU FĀCIJAS EPIKONTINENTĀLAJOS BASEINOS	27
5. IESKATS AKANTOŽU MORFOLOĢIJĀ UN SISTEMĀTIKĀ	31
5.1. MORFOLOĢIJA	31
5.2. DAUDZVEIDĪBA UN KLASIFIKĀCIJA	32
5.3. PALEOEKOĢIJA, STRATIGRĀFISKĀ UN ĢEOGRĀFISKĀ IZPLATĪBA	34
5.4. AKANTODES LATVIJAS AUGŠĒJĀ DEVONA NOGULUMOS	35
6. MATERIĀLS UN METODES	37
6.1. LAUKA PĒTĪJUMU METODES	37
6.2. LABORATORIJAS PĒTĪJUMU METODES	40
6.2.1. <i>Granulometriskā analīze</i>	40
6.2.2. <i>Mikrofosīliju analīze</i>	42
6.3. FĀCIJU ANALĪZE	43
7. FRANAS UN FAMENAS STĀVA NOGULUMI UN FĀCIJAS PĒTĪTAJOS ATSEGUMOS	44
7.1. NOGULUMU SASTĀVS, TEKSTŪRAS UN FĀCIJAS OGRES SVĪTAS 8. ATSEGUMĀ GUROVAS GRAVĀ UN KALNAMUIŽAS ATSEGUMĀ	44
7.2. NOGULUMU SASTĀVS, TEKSTŪRAS UN FĀCIJAS AMULAS SVĪTAS GAVĒŅU ATSEGUMĀ	51
7.3. NOGULUMU SASTĀVS, TEKSTŪRAS UN FĀCIJAS MŪRU SVĪTAS ĶURBJU, VILKU UN RUKŪZES ATSEGUMOS	55
7.4. NOGULUMU SASTĀVS, TEKSTŪRAS UN FĀCIJAS TĒRVETES SVĪTAS KLŪNU ATSEGUMĀ	61
7.5. NOGULUMU FĀCIJAS KETLERU SVĪTAS KETLERU ATSEGUMĀ	67
8. AKANTOŽU MIKROFOSĪLIJU IZPLATĪBA PĒTĪTAJĀS SLĀŅKOPĀS	68
DISKUSIJA	74
SECINĀJUMI	81
PATEICĪBAS	83
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	84
PIELIKUMI	88

ANOTĀCIJA

Mačute S. 2019. Akantožu (*Acanthodei*) atliekas no Latvijas augšējā devona siliciklastiskiem nogulumiem. Maģistra darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte.

Maģistra darbā ir pētīti augšdevona, Franas un Famenas stāva siliciklastiskie nogulumi, sniegta to veidošanās apstākļu interpretācija un noskaidrota akantožu zvīņu izplatība. Lauka darbi veikti laika periodā no 2016. gada jūlija līdz 2019. gada aprīlim. Mikrofosīlijas un smilšaino nogulumu paraugi ievākti Ogres svītas 8. atsegumā Gurovas gravā un Kalnamuižas atsegumā, Amulas svītas Gavēņu atsegumā, Mūru svītas Ķurbju, Vilku un Rukūzes atsegumā, Tērvetes svītas Klūnu atsegumā, kā arī Ketleru svītas Ketleru atsegumā. Tika sastādīti atsegumu ģeoloģiskie griezumī, smilšainajiem paraugiem veikta granulometriskā analīze, pēc tekstūrām un citām pazīmēm ir nodalītas 15 siliciklastisko nogulumiežu faciālas. Noskaidrots, ka akantožu mikroskopiskās atliekas sastopamas visu pētīto stratigrāfisko vienību slāņkopās, tomēr nav atrastas Rukūzes atsegumā. Izmantojot vairāk kā 700 mikroatlieku lielu materiālu, ir veikta zvīņu morfoloģiskās uzbūves izpēte, ir precizētas akantožu zvīņu izplatības likumsakarības, kā arī noteikta akantožu mikroskopisko atlieku faciālā atkarība. Pētījuma rezultāti liecina par to, ka akantožu mikroskopiskās atliekas pārsvarā var atrast plūdmaiņu ietekmētos nogulumos, jo īpaši smilšakmeņos ar māla saveltņu klātbūtni, kas veidojas augstas enerģijas vidē vilkmes straumēs, migrējot 2D vai 3D zemūdens grēdām kanālos.

Atslēgvārdi: Franas stāvs, Famenas stāvs, akantodes, mikropalentoloģija, smilšakmens, granulometrija, faciālu analīze, plūdmaiņas

ANNOTATION

Mačute S. 2019. Acanthodian (Acanthodei) fish remains in the siliciclastic deposits from the Upper Devonian of Latvia. Master thesis. Rīga, University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences.

The Upper Devonian, Frasnian and Famennian siliciclastic deposits from Latvia have been studied, the interpretation of sedimentary environment and distribution of the acanthodian scales is provided. Field investigation was carried out in the period between the July 2016 and April 2019. Microfossils and samples of sandy deposits were collected from the Ogre Formation cropping in the 8th outcrop in the Gurova ravine and in the Kalnamuiža site, from the Amula Formation in the Gavēni outcrop, from the Mūri Formation in the Ķurbji, Vilki and Rukūze outcrops, from the Tērvete formation in the Klūnas outcrop, and from the Ketleri Formation in the Ketleri site. Geological sections have been described; the grain size analysis of sandy deposit samples were made; and 15 facies of the siliciclastic deposits have been recognised based on the structures and other peculiarities of the rocks. Acanthodian microremains have been found in the deposits of all studied stratigraphic units, however, no acanthodian scales were found in the Rukūze outcrop. Morphological structure of the scales has been studied based on the large material consisting of more than 700 microremains; it allowed precise the regularities of distribution of the scales within the various siliciclastic rocks, and facial dependence of acanthodian microremains was established. The results of the study show that microscopic remains of acanthodians can mostly be found in the tidal-influenced deposits, particularly cross-stratified sandstones with the presence of clay drapes, which were formed in high-energy environments and deposited by the traction currents as the migrating 2D or 3D dunes in the fluvial channels.

Key words: Frasnian, Famennian, acanthodians, micropalaeontology, sandstone, facies analysis, grain size analysis, tidal processes

IEVADS

Augšējā devona Franas stāva nogulumi samērā plašā joslā izplatīti visā Latvijas teritorijas centrālajā daļā, bet Famenas stāva ieži ir sastopami Kurzemē un Zemgalē, kur tos pārsedz dažāda vecuma jaunāko periodu ieži. Vidzemē un Latgales ziemeļdaļā Franas stāva nogulumi veido pamatiežu jaunāko daļu un izplatības teritorijas ziemeļdaļā atsedzas zemkvartāra virsmā, atskaitot Vidzemes pašu ziemeļrietumu daļu. Savukārt Famenas stāva nogulumi Latvijā sastopami tikai Kurzemes dienvidu un Zemgales dienvidrietumu daļā. Augšējā devona nogulumiem bieži vien raksturīga liela seno organismu atlieku daudzveidība. Klastiskiem nogulumiem raksturīgas bieži sastopamas un labi saglabājušās zivju un citu mugurkaulnieku fosīlijas. Devona mugurkaulnieku atliekas no Latvijas devona slāņkopas ir pētītas jau vairāk kā 200 gadus, jo pirmās atliekas tika ievāktas Burtnieka ezera krastā XIX gadsimta pašā sākumā, pēc tagadējās stratigrāfiskās shēmas – no vidējā devona Živetas stāva Burtnieku svītas. Tās pētīja un pirmos mērķtiecīgus izrakumus organizēja Tartu Universitātes rektors F. Parrots, vēlāk pētījumā piedalījās arī citi zinātnieki, piemēram, S. Kutorga. Divu gadsimtu gaitā mugurkaulnieku sastāvu un izplatību augšējā devona nogulumos Latvijas teritorijā pētīja K. Panders, V. Gross, N. Delle, D. Obručevs (Обручев 1964), Ļ. Ļarska (Лярская 1981), I. Upeniece (Upeniece, 2011), E. Lukševičs (Лярская, Лукшевич 1992; Esin et al., 2000; Ahlberg et al., 2000; Lukševičs, 2001), O. Ļebedevs (Lebedev, Lukševičs, 2017) un citi pētnieki; savos darbos par augšējā devona nogulumu sastāvu, stratigrāfiju un veidošanās apstākļiem datus par mugurkaulnieku kompleksu izplatību plaši izmantoja P. Liepiņš (Liepiņš 1951), Ļ. Ļarska (Савваитова, Лярская 1974; Лярская 1981) un V. Sorokins (Сорокин 1978, 1981).

Divsimt gadu ilgstošu pētījumu rezultātā ir nostiprinājies viedoklis, ka siliciklastisko nogulumu korelēšanā Baltijas paleobaseina teritorijā var izmantot dažu zivju (dažādvairodžu un bruņuzivju) makroskopiskās atliekas, tomēr lielākā nozīme varētu būt bezžokleņu un zivju mikroskopiskajām atliekām (Valiukevičius 2000; Esin et al. 2000), tajā skaitā telodontu un akantožu zvīņām. Līdz šim īpašu uzmanību akantožu mikroatliekām veltīja V. Gross, J. Valiukevičius un I. Upeniece, tomēr divu pēdējo autoru darbos galvenā uzmanība tika veltīta vidējā devona akantodēm. Pēdējos gados vidusdevona akantodes no Baltijas valstīm pēta arī Krievijas jaunā zinātniece Darja Pinahina (Пинахина 2018). Akantodes tradicionāli uzskata par piederīgām izmirušo zivju klasei, kuru atliekas sastopamas sākot ar silūra Landoveras nodaļas līdz apakšējam permam. Akantodēm piemīt vairākas īpašības, kas satuvina tās ar skrimšļzivju klasi, tāpēc dažkārt tās uzskata par īpatnējām, tipiskām skrimšļzivīm attālināti radniecīgām zivīm (Brazeau 2009). Starp fosīlijām biežāk sastopamas akantožu zvīņas, retāk – spuru balstošus dzelkšņus, bet veselu zivju atradumi ir liels retums. Latvijas teritorijā

dažāda vecuma nogulumos tika atrasts liels zvīņu un citu fragmentāru atlieku skaits (Valiukevičius 1985, 1998) un tikai retos gadījumos izdevās atrast veselu zivju fosilijas (Kuršs u. c. 1998, 1999; Upeniece 1996). Akantodēm ir samērā liela biostratigrāfiska nozīme silūra–vidējā devona nogulumu iedalīšanā un korelēšanā, pēc to mikroatliekām ir nodalītas vairākas biostratigrāfiskās zonas, tajā skaitā Baltijas apakšējā, vidējā un augšējā devona apakšējā daļā (Valiukevičius 1985; Пинахина 2018). Jāņem vērā arī tas, ka smilšaini mālainos nogulumos bieži vien mugurkaulnieku atliekas ir vienīgās labi saglabājušās seno organismu liecības. Tomēr jāatzīmē, ka Franas un Famenas stāva akantodes nav pietiekami detalizēti pētītas, bet līdz šim atrasto taksonu skaits ir neliels (Лярская, Лукшевич 1992). Franas akantožu un paleonisku mikroatliekas savā maģistra darbā mēģināja pētīt K. Ignatovs (Ignatovs 2008), bet Famenas stāva Ketleru svītas akantodes detalizēti savā bakalaura darbā pētīja šī darba autore (Mačute 2017). Turpināt augšējā devona siliciklastiskos nogulumos sastopamās akantožu atliekas ieteica profesors Ervīns Lukševičs. Šī tēma ir interesanta ar to, ka jaunu datu iegūšana papildinātu priekšstatus par Franas un Famenas stāva mugurkaulnieku faunas sugu dažādību, ļautu pamatotāk spriest par paleoekoloģiskiem apstākļiem, kas valdīja Baltijas devona baseinā tajā laikā, kā arī precizēt iespējas izmantot datus par mugurkaulnieku izplatību stratigrāfijas mērķiem. Nav mazsvarīgi arī noteikt akantožu mikroskopisko atlieku izplatību dažādās augšējā devona smilšaini mālaino nogulumu fācijās, kas līdz šim nekad netika mēģināts.

Maģistra darba mērķis ir precizēt Franas un Famenas stāva siliciklastiskos nogulumos Latvijas teritorijā sastopamo akantožu atlieku ģeogrāfisko un vertikālo izplatību griezumā, kā arī mēģināt noskaidrot to faciālo atkarību.

Maģistra darba uzdevumi:

- Apkopot publicētos materiālus, kas ir veltīti akantožu pētījumiem Latvijā un ārzemēs, īpašu uzmanību veltot informācijai par augšējā devona akantodēm, to sugu daudzveidībai un sastopamībai dažāda sastāva nogulumos.
- Rūpīgi izvēlēties labi raksturotus, pieejamus Franas un Famenas siliciklastisko nogulumu atsegumus.
- Detalizēti aprakstīt izvēlētos griezumus un ievākt vairākus paraugus no katras pētītās slāņkopas un atseguma.
- Veikt iegūto smilšaini mālaino nogulumu paraugu granulometrisko analīzi.
- Veikt siliciklastisko nogulumiežu faciālo analīzi un nodalīt to fācijas.
- Veikt ievākto paraugu mikropaleontoloģisko izpēti: iežu paraugu ķīmisko un mehānisko preparēšanu, mugurkaulnieku atlieku atlasīšanu un to piederības noteikšanu, akantožu zvīņu fotografēšanu, izmantojot optiskās un skenējošās elektronmikroskopijas iespējas.

- Analizēt akantožu mikrofosīliju ģeogrāfisko un stratigrāfisko izplatību, noskaidrot atlieku izplatības likumsakarības atkarībā no siliciklastisko nogulumiežu sastāva un fācijām.
- Apkopot iegūtos rezultātus un izdarīt secinājumus.

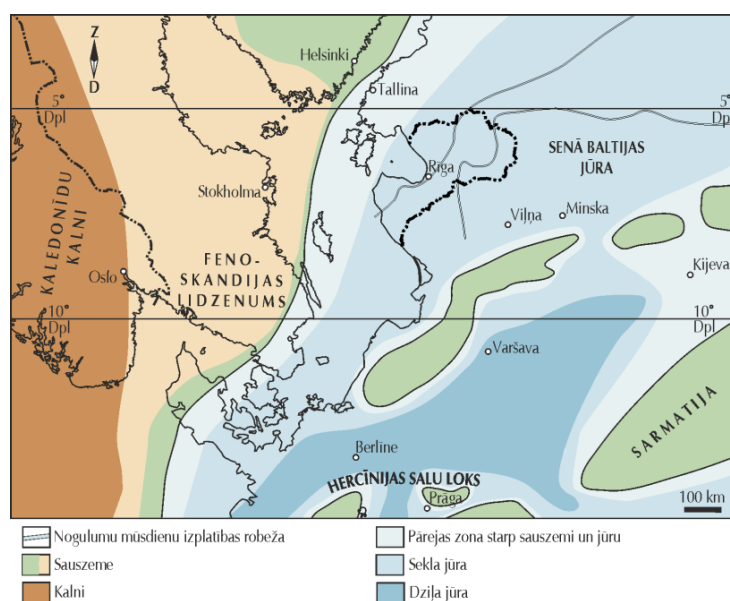
Lauka darbi veikti 2017. un 2018. vasarā, kā arī 2019. gada aprīlī; pētījumā izmantoti dati no 2016. gada iegūtiem materiāliem, kas lielākoties tika analizēti autores bakalaura darbā (Mačute 2017), bet atsevišķi aspekti tika apskatīti tikai šajā darbā. Laboratorijas un kamerālie darbi veikti LU Hidroģeoloģijas un inženierģeoloģijas, Iežu pētījumu un Mineraloģijas un paleontoloģijas laboratorijā.

Maģistra darbs sastāv no 143 lappusēm, 38 attēliem, 13 tabulām un 56 pielikumiem. Pētījuma realizēšanai ir izmantoti 66 publicētie, 9 nepublicētie avoti un kartogrāfiskais materiāls. Darbu veido anotācija latviešu un angļu valodās, ievads, astoņas nodaļas, secinājumi, pateicības un literatūras saraksts.

1. FRANAS STĀVS - NOGULUMU SASTĀVS, VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI UN IZPLATĪBA

Augšējā devona apakšējai daļai pieder Franas stāvs. Franas stāvam ir samērā pilnīgs griezumus Latvijā, bet Latvijas austrumos trūkst šī stāva augšējās daļas. Franas stāvs Latvijā ietver Amatas, Pļaviņu, Salaspils, Daugavas, Katlešu, Ogres, Stipinu un Amulas svītas. Latvijas teritorijā izsekojami gan Amatas svītas klastiskie nogulumu, gan pārējo svītu nogulumu, kas atbilst augšdevona Franas stāva karbonātiskajai slāņkopai (Stinkulis 1998; Lukševičs et al. 2012).

Latvijas devona nogulumu griezumos vidusdevona un augšdevona robeža pēc iežu sastāva maiņas nav spilgti izteikta. Tā atrodas starp biežās smilšainās un mālainās nogulumu slāņkopas. Vēlā devona jūrās un to ziemeļu piekrastei piegulošajā upju deltu teritorijā intensīvi pieplūda drupu materiāls no devona superkontinenta centrālās daļas. No šejienes ūdens straumes pārnesa smiltis un mālu un izgulsnēja visā Austrumeiropas platformas, tai skaitā arī Maskavas iepakas un Voronežas izciļņa nogāzes teritorijā. Vēlā devona vidū drupu materiāla pieplūde krasi samazinājās un jūras kļuva plašākās, kā rezultātā krasta līnijas attālinājās vairāk uz ziemeļiem no Latvijas teritorijas. Franas laikmeta vidējā un pēdējā trešdaļā devona sekļajās un stipri sāļajās jūrās galvenokārt izgulsnējās karbonātiski nogulumu: dolomīti, dolomītmerģeļi un ģipši. Latvijas ziemeļaustrumu daļā, tāpat kā Novgorodas un Pleskavas apgabalos, kur ūdens sāļums bija tuvs normālam jūras ūdens sāļumam, veidojās kaļķakmeņi. Iežos daudz jūras organismu atlieku – lingulīdi, slēdzenbrahiopodi, jūraslilijas, nautiloidejas, gliemeži un citu organismu fosīlijas (Kuršs 1984).

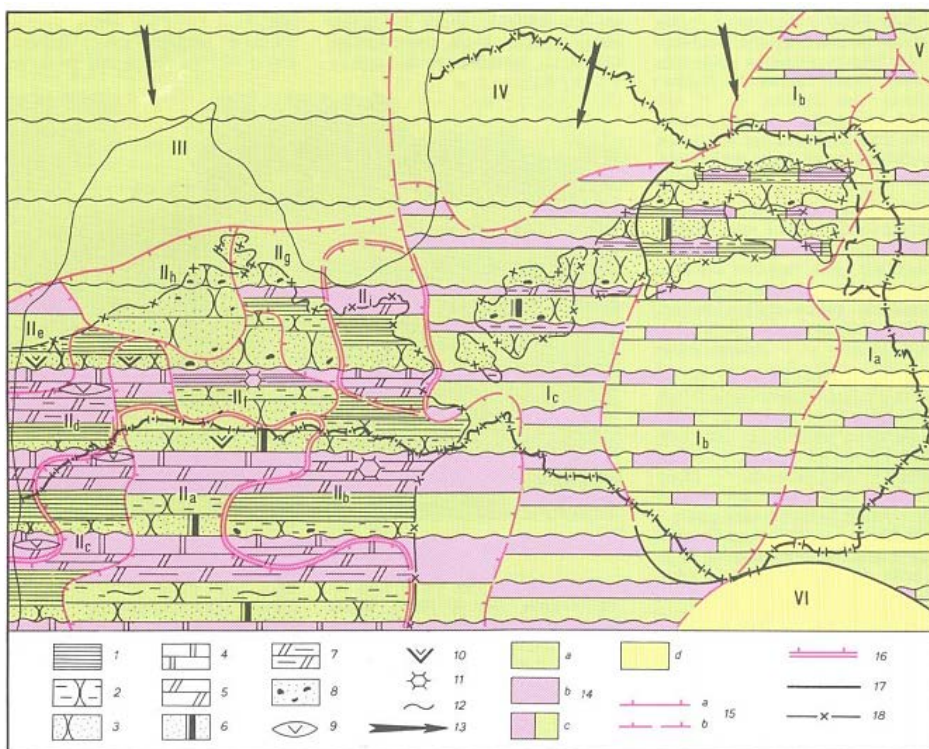


1. attēls. Eiramerikas paleokontinenta dienvidaustrumu daļa devona beigās, Franas laikmetā (Lukševičs un Stinkulis 2018)

1.1. Ogres svītas nogulumi un to izplatība

Devona Franas stāvā izceļas Ogres svīta – šajā pārsvarā karbonātiskajā devona daļā tā izceļas ar savu paaugstināto smilšainību. Visai liels to īpatsvars bija Ziemeļkurzemē, Zemgalē, Dienvidvidzemē un Ziemeļlatgalē, aptverot seklūdens baseina ziemeļu daļu, kas atradās tuvāk denudācijas apgabalam. Rietumu un dienvidrietumu virzienā, domājams, ir bijis savienojums ar atklātu jūru, par ko liecina neliels karbonātisku nogulu pieaugums šajā virzienā (Lukševičs un Stinkulis 2018) (1.1. attēls).

Ogres svītas nogulumi aptver plašu Latvijas teritorijas daļu, vienīgi ziemeļu un dienvidaustrumu rajonos šie nogulumi nav izplatīti gandrīz nemaz. Šīs svītas nogulumi uzguļ izskalotai Katlešu svītas virsmai, bet Latvijas rietumos (Ventas, Tebras un Abavas baseinos) un ziemeļaustrumos (Gaujas un Vizlas upes baseinos) ar stratigrāfisku diskordanci pārsedz Daugavas svītu. Šī svīta sastāv no smilšakmeņiem, aleirolītiem, dolomītmerģeļiem, smilšainiem dolomītiem, dolomītsmilšakmeņiem, kā arī māliem un atsevišķās vietās ģipšiem. Svītas nogulumos vietām konstatētas bagātīgas zivju atliekas (Brangulis u.c. 1998).

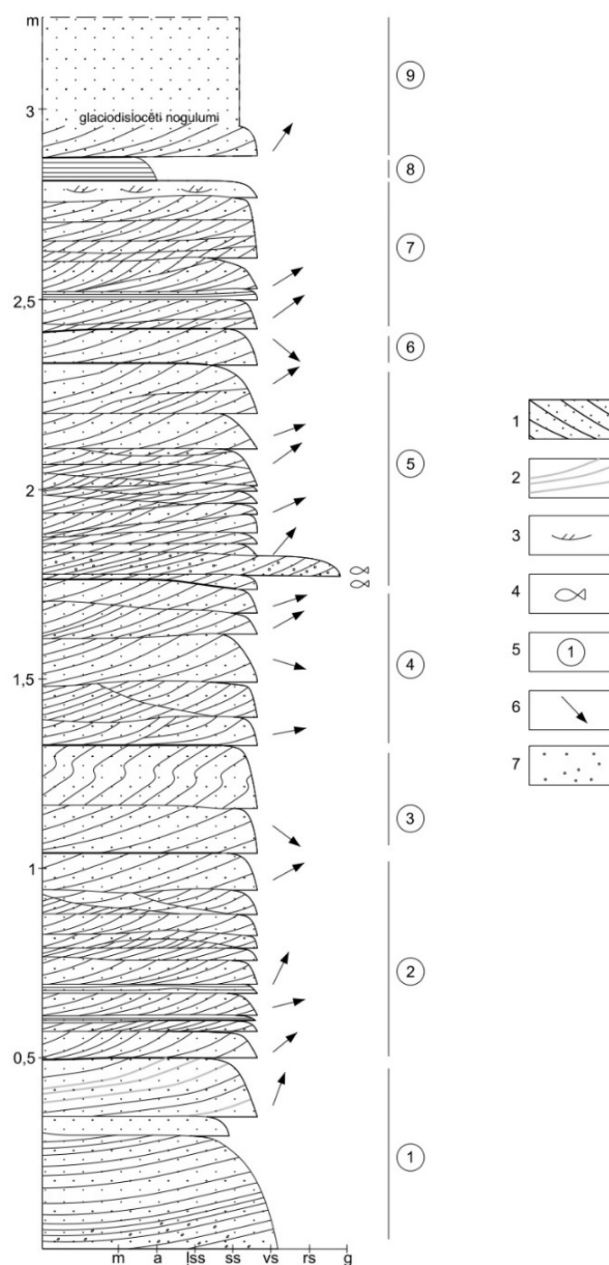


1.1. attēls. Ogres svītas nogulumu izplatības laukums un litoloģiski faciālā karte (Sorokins 1997)

Apzīmējumi: 1 – māli; 2 – aleirolīti; 3 – smilšakmeņi; 4 – plātņains dolomīts; 5 – dolomītmerģelis; 6 – metasomatisks (aizvietošanās) dolomīts; 7 – mālains dolomīts; 8 – konglomerāts; 9 – ģipsis; 10 – sekundārs ģipsis; 11 – žūšanas plaisas; 12 – tārpu ejas; 13 – drupu materiāla pieplūdes virzieni; 14 – jūras ūdens sāļums (a – samazināts; b – palielināts; c – mainīgs; d – stipri mainīgs); 15 – lūzumi (a – ticamie; b – iespējamie); 17 - litofāciju zonu robežas; 18 – Ogres svītas nogulumu izplatības robeža mūsdienās.

Ogres svīta tiek iedalīta trīs ridās. Pamatnē ir nodalīta Lielvārdes rida, to veido smilšakmens ar dažādiem piejaukumiem – raibiem māliem, aleirolītiem, kvarca oļiem, dolomītmerģeļa plātnītņēm. Ridās apakšējā daļā ir novērojami zaļganpelēki vizlaini, smalkgraudaini kvarca – laukšpata smilšakmeņi, kuriem ir muldveida slīpslāņojums un sīki viļņots slāņojums, turpretī augšējā daļā – raibi māli, aleirolīti, dolomītmerģeļi, dolomīti. Ridās biezums mainās no 4,5 m līdz 14,7 m. Otra rida, kas tiek izdalīta, ir Rembates rida. Šī rida izplatīta Austrumlatvijā – Ogres upes baseinā, kā arī Latvijas dienvidrietumos – Abavas baseinā. Svītas vidusdaļu – Rembates ridu raksturo polimikti laukšpata-kvarca smilšakmeņi, slīpslāņoti, reizēm stipri vizlaini, kas ritmiski mijas ar mālu, aleirolītu un karbonātiskām slāņkopām. Atkarībā no atrašanās vietas, nogulumu sastāvs variē no smilšakmens līdz pat ģipsainiem nogulumiem. Šīs ridās biezums mainās no 9 m līdz pat 25,5 m. Svītas augšējā daļa tiek nodalīta kā Suntažu rida. Šie nogulumi nav plaši izplatīti, jo ieguļ zem Imulas laikposma izskalojuma virsmas. Tie saglabājušies relatīvi zemākajās vietās un aizpildījuši Gulbenes un Mālpils ieplakas, iespējams, arī Kuršu ieplaku. Kopējais ridās biezums svārstās no 7 m līdz 12 m, kuru veido raibs māls, aleirolīts, dolomītmerģelis un smilšakmens (Sorokins 1997). Ogres svītas kopējais biezums ir nepastāvīgs, no 15 m līdz 50 m (Lukševičs un Stinkulis 2018). Spriežot pēc šiem datiem, kā arī lauka darbu novērojumiem, maģistra darba pētījuma iekļautajā teritorijā – Latgalē – ir izplatīta Lielvārdes ridās apakšējā daļa; to apstiprina arī Terēzes Reķes (2019) bakalaura darba pētījuma ietvaros iegūtā 6. atseguma Gurovas gravā ģeoloģiskā griezumā apraksta analīzes rezultāti (1.2. attēls).

Šīs svītas nogulumi ir apskatāmi Daugavas, Ventas, Liepas, Pededzes, Ogres, Iecavas, Amulas, Imulas, Tebras, Lielās Juglas, Lielupes, Mūsas, Tīrzas un Jelgavas krastos (Brangulis u.c. 1998). Savdabīgākie ir Ogres svītas dolomītsmilšakmens atsegumi Ogres krastos posmā starp Glāžšķūni un Kalnrēžu mājām. Pie “Kalnrēžām” ir pamestas dolomītsmilšakmens lauztuves (Lukševičs un Stinkulis 2018). Ar karbonātiem cementētie smilšakmeņi no Ogres krastiem pie Rembates savulaik Rīgā izmantoti par apdares materiāliem ēkai Smilšu ielā 1, kā arī Mākslas akadēmijas kolonnām (Kuršs 1984).



1.2. attēls. Ogres svītas Gurovas gravas 6. atsegums Gurovas upes labajā krastā (Reķe 2019)

Apzīmējumi: 1 – slīpslāņots smilšakmens; 2 – plūdmaiņu pazīmes; 3 – muldveida straumju ripsnojums; 4 –zivju makrofosīlijas; 5 – slāņa numurs; 6 – slīpo slānīšu krituma azimuts; 7 – māla saveltņi.

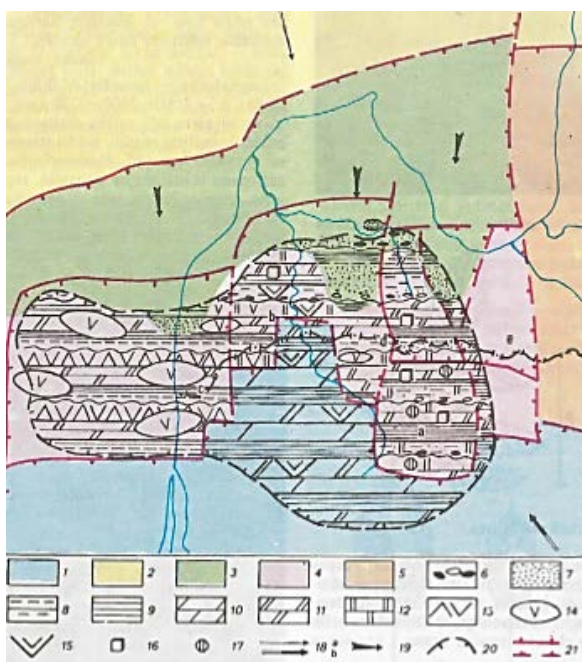
1.2. Ogres svītas veidošanās apstākļi

Pēc Sorokina (1997) apkopotajiem datiem, tiek uzskatīts, ka starp Katlešu un Ogres svītas veidošanās laikposmiem, ir krasi mainījušies baseina apstākļi. Katlešu svītas uzkrāšanās laikā ir notikusi plaša jūras regresija, kā rezultātā notika nogulumu izskalošanās. Savukārt, Ogres svītas veidošanās laikā ievērojami pieauga smilšaino sanešu pieplūde baseinā, ko izraisīja jūras transgresija, kā rezultātā uzkrājās pārsvarā smilšaini nogulumi. Klastiskā materiāla avots, visticamāk, atradies ziemeļos no jūras (Sorokins 1997).

Ogres svītas veidošanās laikā eksistēja sekla jūra, kurā bija intensīva smilšaino sanesu pieplūde. Smilšakmeņu atsegumos Latgalē, Vidzemē un Kurzemē ir novērotas samērā plaši izplatītas plūdmaiņu pazīmes, kas attiecīgajā laikposmā liecina par paisuma un bēguma procesu būtisku ietekmi uz nogulu uzkrāšanos. Par paisuma un bēguma klātbūtni apstiprina slīpo slānīšu krituma azimuta mērījumi, kas norāda uz mainīgiem, pat pretējiem straumju virzieniem. Visticamāk, ka šajā laikposmā Latvijas teritorijā bija deltu vai estuāru apstākļi ar ievērojamu plūdmaiņu ietekmi (Lukševičs un Stinkulis 2018).

1.3. Amulas svītas nogulumi un to izplatība

Franas stāva griezumu noslēdz Amulas svīta. Šos, tāpat kā devona pārsedzošās daļas (Famenas stāvs) nogulumus sastop tikai Latvijas dienvidrietumu daļā (1.3. attēls). Zināmākais Amulas svītas nogulumu atsegums ir Kalnmuižas krauja Amulas kreisajā krastā (Lukševičs un Stinkulis 2018). Svītas nogulumi atsegti arī - Imulas, Ventas, Tebras un citu upju krastos (Kuršs 1984). Izplatības areāla ziemeļu daļā, Amulas svīta ar izskalojumu pārsedz Stipinu svītu, savukārt uz dienvidiem starp abām svītām raksturīga pakāpeniska pāreja.



1.3. attēls. Amulas svītas nogulumu izplatības laukums un litoloģiski faciālā karte (Sorokins 1997)

Apzīmējumi: 1 – Kuršu ieplaka, kas savieno Baltu līci ar atklāto jūru (jūras ūdens normāli sāļš); 2 – piekrastes aluviālie līdzenumi; 3 – Baltu līča ziemeļu daļa ar palielinātu saldūdens pieplūdi; 4 – lagūnu zona ar palielinātu un krasi mainīgu ūdens sāļumu (Liepājas-Dobeles struktūras terase): a – Kalnciema-Tērvetes paleovalnis (sēkļu josla); b – Kuldīgas-Priekules paleovalnis (sēkļu josla); c – Bārtas-Šventojas depresija (jūras ūdens sāļums stipri palielināts); d – Amulas-Imulas depresijas D daļa; e – Jelgavas depresija (jūras ūdens sāļums nedaudz palielināts); 8 – Gulbenes ieplaka ar samazinātu jūras ūdens sāļumu; 6 – konglomerāti, gravelīti; 7 – smalkgraudaini un sīkgraudaini smilšakmeņi; 8 – aleirolīti; 9 – māli; 10 – mergēļi; 11 – dolomītmergēļi; 12 – dolomīti (pārsvarā sedimentācijas dolomīti); 13 – ģipšakmens un anhidrīta slāņi; 14 – kārtainā ģipša lēcas; 15 – sekundāri

ģipša izdalījumi, poikiloblastu ģipša cementācija; 16 – halīta gliptomorfozes; 17 – žūšanas plaisas; 18 – drupu un mālainā materiāla pārneses virzieni saldūdeņos: a – galvenie; b – pakārtotie; 19 – drupu materiāla pārneses virziens Amulas laika baseinā; 20 – Amulas svītas nogulumu izplatības robeža mūsu dienās; 21 – lūzumzonas (ticamās un varbūtējās)

Svītas nogulumi ir visai dažādi pēc sastāva – smilšakmeņi, aleirolīti, māli, dolomīti, dolomītmerģeļi un ģipši. Lielākoties šāds sastāvs raksturīgs svītas apakšējai daļai. Kurzemes dienvidos iežos sastop retus ģipša ieslēgumus un 2–3 mm plānas dzīslīņas, kuru saturs paaugstinās virzienā uz dienvidiem. Biezums samērā mainīgs: vismazākais raksturīgs uz kāplēm un citiem pacēlumiem, savukārt maksimālo svītas apakšējās daļas biezumu sastop ieplakās. Visvairāk smilšaino nogulu uzkrājās uz Degoles lokālpacēluma un Saldus vaļņa. Dienvidu un dienvidrietumu virzienā pieaug svītas karbonātiskums - Amulas svītas augšējās daļas materiālu veido māli, dolomītmerģeļi un dolomīti. Tās sastāvs ir atkarīgs no izplatības uz dažādām paleostruktūrām. Pacēlumos lielākoties sastopami dolomīti, turpretī pazeminājumos starp lokāliem pacēlumiem un kāplēm atsedzas māli (galveonokārt pie Vārmes un Zemītes) un dolomītmerģeļi. Slāņkopā ir konstatētas kārtainā ģipša starpkārtas, it sevišķi teritorijas dienvidaustrumos, gar Baldones kāpli, kā arī dienvidrietumos, uz dienvidiem no Liepājas-Saldus kāples.

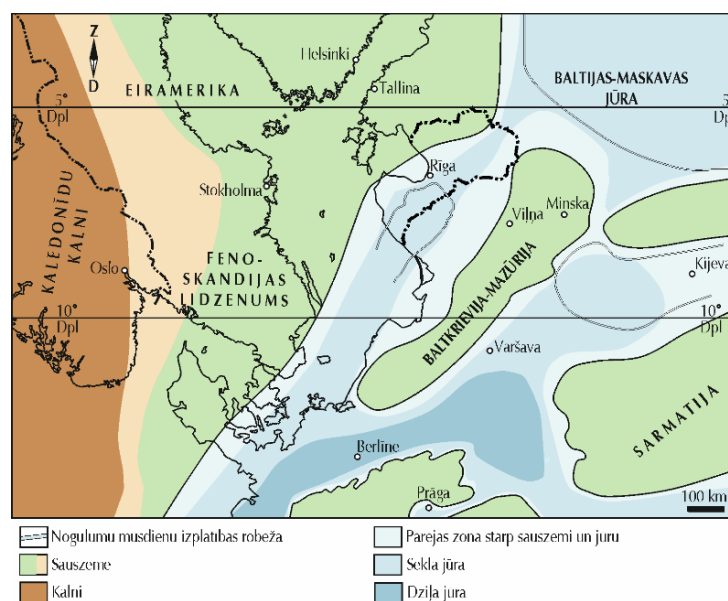
Svītas biezums ir 6-28 m. Svītas maksimālais biezums pieaug austrumu-dienvidaustrumu virzienos; novērojams no Matkules un Liepājas-Saldus kāplēm (17-28 m). Ziemļos no šīm vietām biezums ir no 6 līdz 10 m (uz rietumiem no Ventas ielejas); līdz 18 m – Abavas augštecē (Brangulis u.c. 1998).

1.4. Amulas svītas veidošanās apstākļi

Amulas svītas nogulumi ir veidojušies jūras regresijas laikā (Brangulis u.c. 1998). Amulas laikposmā sekļajā jūrā, kā jau minēts, uzkrājās daudzveidīga sastāva nogulumi, kas norāda uz atšķirīgiem apstākļiem dažādās baseina daļās. Šī baseina seklo ziemeļu daļu ietekmēja smilšaino sanešu pieplūde (smilšakmens, mālaini un aleirītiski nogulumieži), bet atklātas jūras virzienā, uz dienvidu-dienvidrietumiem, pieauga karbonātu saturs nogulās (dolomītmerģelis ar dolomīta un māla starpkārtām) (Lukševičs un Stinkulis 2018). Aktīvā viļņu un straumju darbība uz pacēlumiem gandrīz neļāva nogulsnēties mālainajam materiālam, tāpēc uzkrājās smilšaini karbonātiskas nogulas, bet ieplakās veidojās dolomītmerģeļi un māli. Ģipša ieslēgumi un starpkārtas, kā arī žūšanas plaisas mālos un aleirītos liecina, ka Amulas laikposma baseina dziļums bija neliels. (Brangulis u.c. 1998). Par ūdens sāļuma palielināšanās epizodēm liecina nogulumos sastopamās ģipša lēcas un starpkārtas. Baseina norobežošanās no atklātas jūras un tajā valdošie mainīgie apstākļi nebija labvēlīgi organismu attīstībai (Lukševičs un Stinkulis 2018).

2. FAMENAS STĀVS - NOGULUMU SASTĀVS, VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI UN IZPLATĪBA

Vēlā devona Famenas laikmeta baseina teritorija atradās Latvijas-Lietuvas depresijā, periodiski savienojoties ar atklātu jūru rietumu un dienvidrietumu virzienā. Caur Pripetes ieplaku baseina maksimālo transgresiju laikā izveidojās saikne arī ar jūru Krievijas vidienē. Pastāv varbūtība, ka periodiski kontakts pastāvēja arī caur Latvijas sedlieni, kur Famenas nogulumi nav saglabājušies. Famenas laikmeta baseinam bija vairākas raksturīgas iezīmes – dienvidu un dienvidrietumu virzienā pieaug bezmugurkaulnieku atlieku saturošu kaļķakmeņu daudzums, kas liecina par atklātas jūras klātesamību. Savukārt virzienā uz ziemeļiem bija jūtams sauszemes tuvums, par ko liecina palielināta nogulumu smilšainība un karbonātiskā materiāla dolomitizācijas pakāpe (Lukševičs un Stinkulis 2018).



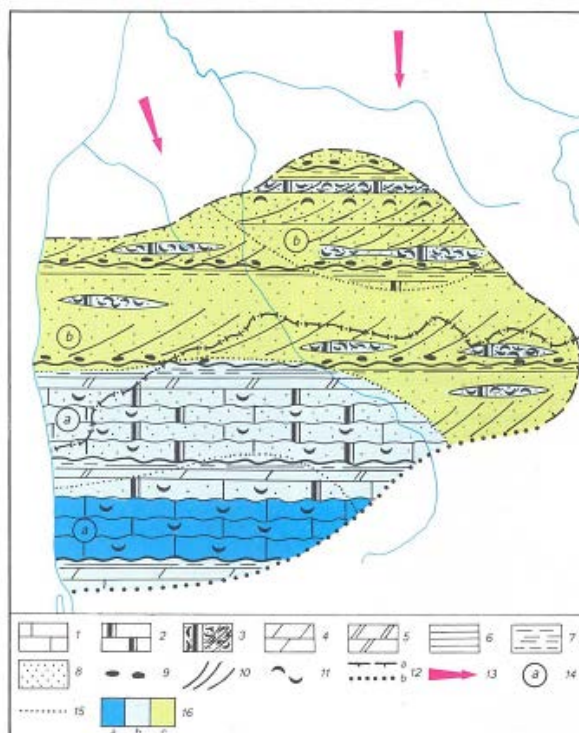
2. attēls. Eiramerikas paleokontinenta dienvidaustrumu daļa devona beigās, Famenas laikmetā (Lukševičs un Stinkulis 2018)

2.1. Mūru svītas nogulumu un to izplatība

Mūru svīta ir viena no smilšainākajām Famenas stāva griezuma daļām – to izdalījis P. Liepiņš (1959) pēc Svētes upes krastos sastopajamiem atsegumiem Mūru ciematā. Atsegumi atrodami arī Vilces, Rukuižas (Rukūzes), Skujaines, Šķēdes, Mazupes, Imulas, Tebras, Ponakses un Platones upes ielejās. Pēc Savvaitovas (1977) pētījumiem, pilnīgākais griezumā atrodams Šķēdes upes labajā krastā - Omiķu gravā (Саввайтова 1977). Mūru svītas biezums ir visai mainīgs, no 6 m līdz 14 m. Ziemeļu un dienvidaustrumu apvidū (pie Amulas augšteces) nogulumu veido no 12 m līdz 14 m biezu slāņkopu, bet austrumu un dienvidrietumu virzienā biezums samazinās līdz 6-10 m (Биргер 1979). Nelielais biezums saistīts ar Mūru svītas augšdaļas izskalošanu pēc Tērvetes laikposma (Savvaitova 1997).

Latvijas teritorijā Mūru svītas dominējošās iezīmes ir vāji cementēti, vietām slīpslāņoti smilšakmeņi, retāk sastop mālainu aleirolītu un mālu. Vietām var novērot arī starpkārtas un lēcas, ko veido savdabīgi ieži ar bagātīgām dolomītiskām jūras bezmugurkaulnieku atliekām. (Brangulis u.c. 1998). Mūru svītas nogulumu sastāvs ir labi izturēts visā svītas izplatības teritorijā, tā uzbūve pēc izplatības laukuma tiek nodalīta divos tipa ritmos – transgresijas un regresijas, savukārt pēc nogulumu rakstura tā tiek iedalīta četrās daļās. Transgresijas tipa ritmu pārsvarā raksturo smilšakmeņi un smilšaini karbonātiski nogulumi ar jūras mugurkaulnieku starpslāņiem; regresijas tipa ritms izceļas ar ievērojamu izgulsnētā materiāla sastāva izmaiņām, kā arī iežos nav novērtas organismu atliekas (Савваитова 1977).

Svītas izplatības ziemeļu apvidū, transgresijas ritma apakšējās jeb pirmās daļas veidojošie nogulumi: smalkgraudainas līdz ļoti smalkgraudainas kvarca-laukšpata smiltis un smilšakmeņi, cementēti dolomīti ar visai vāji izteiktu horizontālu un viļņotu slāņojumu, pamatnē – mālaini aleirolīti ar oļiem un šķautņainām smilšakmens atlūzām (Сорокин и др. 1967). Kontakts ar regresijas ritmu ir visai izteikts un viļņots. Regresijas ritma (otrā daļa) nogulumus veido kvarca-laukšpata smalkgraudainas smiltis, ko atsevišķās vietās cementē dolomīts; ar lēcveida, viļņotu un smilšu nogulumos labi izteiktu slīpslāņotu tekstūru. Transgresijas ritma augšējās daļas nogulumi (trešā daļa) sastāv no ļoti smalkgraudainiem kvarca-laukšpata smilšakmeņiem, kur sastop dolomitizētu organismu fosīlju lēcveidīgus sakopojumus. Slāņojuma tekstūra ir visai vāji izteikta. Augstāk novērojams vāji izsekojams viļņots slāņojums, kur iegūļ ļoti smalkgraudainas kvarca-laukšpata smiltis ar organismu čaulu izolētiem sakopojumiem. Regresijas tipa ritma nogulumos (ceturtā daļa) ir novērojams palielināts mālainā materiāla daudzums. Raksturīga liela fāciju mainība, kur veidojošie nogulumi ir māli, mālaini aleirolīti un smiltis, kas veido sīku slāņmiju. Teritorijas lielākajā daļā fācija mainība ir visai vāja. Smilšainos nogulumus svītas izplatības dienvidu un dienvidrietumu apvidū pakāpeniski nomaina smilšaini karbonātiski un karbonātiski nogulumi (Савваитова 1977) (2.1. attēls).



2.1. attēls. Mūru svītas nogulumu izplatības laukums un litoloģiski faciālā karte (Savaitova 1997)

1 – kaļķakmens, 2 – metasomatiskais dolomīts, 3 – gliemeždolomīts, 4 – merģelis, 5 – dolomītmerģelis, 6 – māls, 7 – aleirolīts, 8 – smilšakmens, 9 – gravelīts, 10 – slīpslāņojums, 11 – jūras organismu atliekas, 12 – Mūru svītas nogulumu izplatības robežas mūsdienās (a – zem kvartāra nogulumiem, b – zem perma nogulumiem), 13 – terīgēnā materiāla pieplūdes virzieni, 14 – nogulumu izgulsnēšanās baseini (a – iekšējie seklūdēns baseini, b – ārējie seklūdēns baseini), 15 – litoloģiski faciālo zonu robežas, 16 – jūras seklūdēns sāļums (a – normāls, b – nedaudz samazināts, c – samazināts).

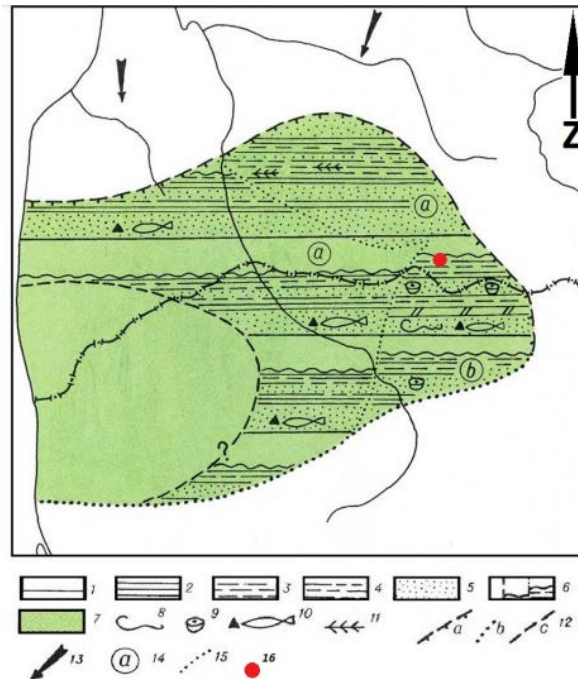
2.2. Mūru svītas veidošanās apstākļi

Mūru laikposmā raksturīga palielināta smilts pieplūde no denudācijas apgabala (no ziemeļiem). Kurzemes dienvidu daļā, atbilstošajā baseina piekrastes daļā uzkrājās smilšainie nogulumu, savukārt centrālajā daļā bija jūra ar karbonātiskām nogulām. (Lukševičs un Stinkulis 2018). Tiek pieņemts, ka Mūru laikposmā gan sedimentācijas baseins, gan piekļautās sauszemes teritorija pacēlās, kā rezultātā ūdenstilpne daļēji tika norobežota no atklātas jūras, kas bija izvietota baseina dienvidrietumos. Upju ūdens pieplūde no ziemeļiem veicināja optimālu ūdens sāļuma veidošanos un veidojās nogulumu ar ievērojamu klastiskā materiāla piejaukumu (Brangulis u.c. 1998).

Tādu seno organismu kā slēdzenbrahiopodu sugu un gliemeņu *Schizodus* un *Protoschizodus* ģinšu izplatība liek domāt, ka baseina malējos izplatības laukumos ir bijis relatīvi zemāks jūras ūdens sāļums, salīdzinot ar normālu ūdens sāļumu. Par vērā ņemamu seklūdēns baseina daļu un aktīvu hidrodinamisko režīmu piekrastes zonā liecina smilšu un smilšakmeņu slāņmija un organismu čaulu veidoti starpslāņi, kā arī apraktie slēdzenbrahiopodi stabilā stāvoklī jeb ar izliekto pusi uz augšu (Савваитова 1977).

2.3. Tērvetes svītas nogulumi un to izplatība

Mūru svītu pārsedz Tērvetes svīta, kas sastāv pārsvarā no smilšakmeņiem, aleirolītiem un māliem. Pilnos griezumos tās apakšdaļa ir smilšaināka, bet augšdaļa – mālaināka. Vietām sastop arī dolomītmerģeļus un dolomītus (Brangulis u.c. 1998). Galvenokārt smilšainas nogulas, bet arī māli un aleirīti uzkrājās nogulumu izplatības teritorijas ziemeļu daļā (Lukševičs un Stinkulis 2018). Karbonāti nedaudz veidojās tikai Kurzemes dienvidaustrumos un Lietuvas pierobežas reģionos. Samērā pilnīgi svītas griezumus ir saglabājušies tikai gar tās izplatības ziemeļu-ziemeļaustrumu robežu (Brangulis u.c. 1998). Pēc Savvaitovas (1977) datiem stratotipiskais Tērvetes svītas griezums – Klūnu atsegums - atsedzas Tērvetes novadā, Skujaines upes labajā krastā, netālu no apdzīvotas vietas “Klūnas” (Саввайтова 1977) (2.3. attēls). Tur sastop slīpslāņotus smilšakmeņus, kas satur plūdmaiņu pazīmes – vizlas kārtiņas uz slīpajiem slāņšiem, kā arī novērojamas mugurkaulnieku atliekas (Lukševičs un Stinkulis 2018).



2.3. attēls. Tērvetes svītas nogulumu izplatības laukums un litoloģiski faciālā karte (Savvaitova 1998)

Apzīmējumi: 1 – dolomītmerģelis; 2 – māls; 3 – aleirolīts; 4 – mālains aleirolīts; 5 – smilšakmens; 6 – apgabals, kur Tērvetes svītas nogulumi Sniķeres laikposmā ir pilnīgi vai daļēji noskaloti; 7 – ļoti pazemināts baseina ūdens sāļums; 8 – tārpu ejas; 9 - Charophyta; 10 – mugurkaulnieku atliekas; 11 – pārdzelžotas augu makroatliekas; 12 – Tērvetes svītas mūsdienu izplatības robeža (a – zem kvartāra; b – zem perma; c – zem devona Sniķeres svītas nogulumiem); 13 – sanešu plūsmu virziens; 14 – sedimentācijas baseini (a – piekrastes seklūdens; b – relatīvi dziļāki); 15 – litofāciju zonu robežas; 16 – Klūnu atseguma aptuvenā atrašanās vieta (Stinkulis u.c. 2010).

Tērvetes svītas nogulumi ir veidojušies transgresijas un regresijas laikā. Transgresijas ietekmē veidojās ļoti smalkgraudainas līdz smalkgraudainas smiltis, vietām ar calcīta vai

dolomīta cementa piejaukumu, un nereti uzkrājās smilšaini mālaini un smilšaini aleirītiski nogulumu. Turpretī regresijas laikā veidojās lielākoties dolomītmerģeļi ar māla, mālaina aleirīta un aleirīta piejaukumu, veidojot šķietami plānu ritmisku pārslāņojumu. Tērvetes svītas nogulumu veidošanās laiks ir bijis šķietami sarežģīts, tādēļ nogulumu tiek iedalīti trīs ritmos: apakšējais, vidējais un augšējais (Савваитова 1977).

Apakšējā jeb transgresijas ritma veidojošie nogulumi: ļoti smalkgraudainas līdz smalkgraudainas kvarca smiltis ar smalku slāņmiju veidojošu māla un aleirolīta nelielu piejaukumu. Pamatnē konstatētas sīkas zivju fosīlijas. Vidējā ritma apakšējo daļu (transgresijas posms) veido smilšakmeņi ar karbonātu cementu, kur var sastapt ar mālainu materiālu un dzelzs oksīdu cementa aizpildītas horizontālas racējorganismu ejas, bet ritma augšējās daļas nogulumu sastāv no mālaini aleirītiska materiāla, kur novērojamas horizontālas dūņēdāju ejas. Augšējā ritma pamatnes nogulumus veido smalkgraudainas kvarca-laukšpata smiltis, dolomītmerģeļi un aleirolīti, kas savā starpā veido ritmisku slāņmiju un ir stipri cementētas ar dolomītu un mālu, savukārt griezumā uz augšu slāņmiju pakāpeniski nomaina ļoti smalkgraudainas līdz smalkgraudainas kvarca-laukšpata smiltis. No organismu atliekām izceļas trohilisku sakopojumi. Organismu atliekas nav konstatētas svītas augšdaļā, kur nogulumus veido vāji dolomitizēti māli ar mālainu aleirolīti sīkiem starpslāņiem (Сорокин и др. 1967).

Tērvetes laikposma beigās intensīvu denudācijas procesu rezultātā nogulumiežu biežums ir ļoti mainīgs – izplatības areāla ziemeļaustrumu daļā maksimāli tas sasniedz 21 m (Brangulis u.c. 1998).

2.4. Tērvetes svītas veidošanās apstākļi

Tērvetes laikposmā dominē klastiskās nogulas. Pēc L. Savvaitovas viedokļa, Tērvetes laikposma paleoģeogrāfiju var rekonstruēt tikai daļēji, jo šī etapa beigās tektonisko kustību rezultātā izmainījās teritorijas struktūrplāns – pacēlās gan baseins, par ko liecina bagātīgi sastopamās jūru mugurkaulnieku atliekas smilšainajos un mālainajos nogulumos, gan blakusesošā sauszeme, ko pavadīja daļēja Tērvetes svītas nogulumu denudācija, pat pilnīga tās izskalošana (Kurzemes galējos dienvidrietumos un Lietuvas ziemeļrietumos). Balstoties uz šādu datu interpretāciju, arī vēlāk uzskatīja, ka jūra kļuva par daļēji noslēgtu, laikposma beigās pat par pilnīgi noslēgtu ūdenstilpni (Brangulis u.c. 1998). Šādai interpretācijai pretrunā ir relatīvi nesen iegūtie dati gan par plūdmainīgu ietekmi uz nogulumiežu uzkrāšanos (Visiļkova et al. 2012), gan tādu jūras apstākļiem raksturīgu organismu kā seno medūzu – konulāriju – atradumi (Lukševičs 2018). Pašlaik dominē uzskats, ka Tērvetes svītas intervālā pārstāvētās nogulas ir uzkrājušās seklūdēns baseina apstākļos kā upju ūdens straumju ietekmē, kas ienesa

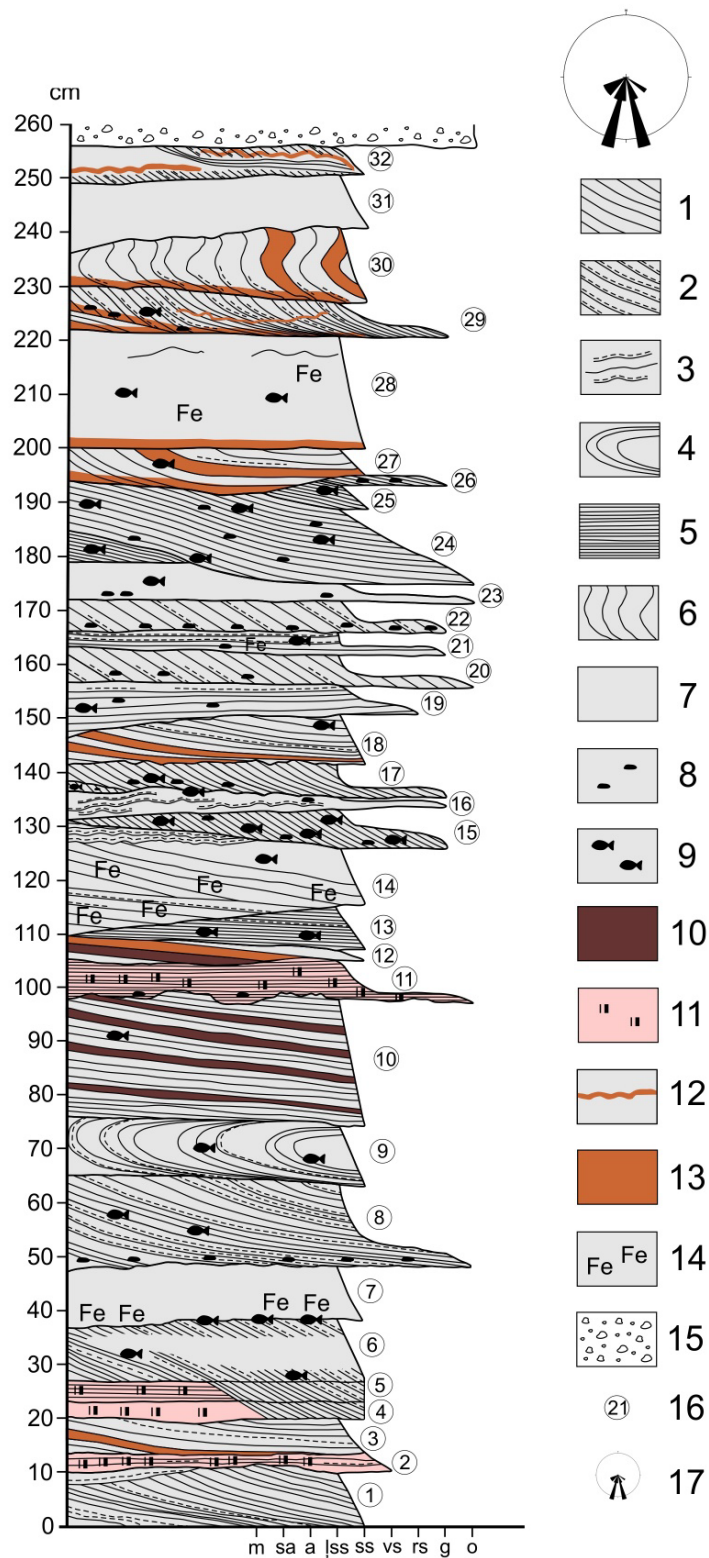
klastisko materiālu un stipri pazemināja ūdens sāļumu, tā arī paisuma un bēguma straumju ietekmē, kas noteica gan nogulumu sastāvu, gan ierobežoto un ļoti specifisko organismu izplatību (Lukševičs un Stinkulis 2018).

2.5. Ketleru svītas nogulumu un to izplatība

Augšdevona Famenas stāva stratigrāfiskā vienības Ketleru svītas nogulumus veido smilšakmeņi, aleirolīti, māli, dolomītmerģeļi un dolomīti. Pēc litoloģiskā sastāva un fosilijām svīta ir iedalīta trīs ridās: Nīgrandes, Pavāru un Varkaļu (Gailīte u.c. 2000).

Apakšējo, Nīgrandes ridu veido māli un dolomītmerģeļi ar mālainu aleirolītu un dolomītu starpslāņiem. Pavāru ridas apakšdaļā iegūļ slīpslāņoti smilšakmeņi un smiltis, kur dominē botriolepīdu un daivspurzivju atliekas; augšdaļā sastop dolomītmerģeļus, aleirolītus un mālus. Tās stratotipiskais griezumus atrodas Cieceres kreisā krasta atsegumā pie bij. Pavāru mājām. Uz Pavāru ridas nogulumu noskalotās virsmas iegūļ Varkaļu ridas ieži. Tā stratotipiskais griezumus atrodas Ventas labajā krastā lejpus bij. Ķetleru mājām. Ridās apakšdaļu veido smiltis un smilšakmeņi ar konglomerātu starpslāņiem, kas bagātīga ar lielām daivspurzivju zvīņām, kā arī dažādām citu zivju atliekām, turpretī augšdaļa raksturīga ar smilšakmeņu, mālu, aleirolītu un dolomītmerģeļu miju (Savvaitova 1994). Varkaļu rida Ķetleru apkārtnē sasniedz līdz pat 15 m. Tās nogulumus veido galvenokārt relatīvi plāns smilšakmens slānis griezuma lejas daļā un aleirolīts – augšdaļā. Pēc autores bakalaura darba pētījuma rezultātiem, Ketleru svītas Varkaļu ridas apakšējo daļu raksturo gaiši pelēki, vāji konsolidēti smalkgraudaini, retāk – vidējgraudaini smilšaini nogulumu, kur vietām sastop zilgana māla saveltņus līdz oļu izmēra lielumam. Raksturīga ievērojama vizlas klātbūtne. Īpaši tiek izcelta zivju makro un makroatlieku lielā sastopamība (2.5.1. attēls) (Mačute 2017).

Varkaļu ridas nogulumieži sastopami divos lielos atsegumos gar Ventas labo krastu, netālu no bijušajām Ķetleru mājām un vairāki mazi atsegumi gravā no Ventas ielejas labā krasta. Pēc Savvaitovas datiem dienvidu atsegums sasniedz ne vairāk kā 5-6 m virs upes līmeņa un tas stiepjas gar Ventu vairāk kā 300 m (Савваитова 1977). Aptuveni 200 m attālumā uz ziemeļiem no augstāk minētā ģeoloģiskā un ģeomorfoloģiskā pieminekļa atrodas daudz lielāks atsegums, kas sasniedz ap 15 m augstumu (Lebedev & Lukševičs 2016).



2.5.1. attēls. Ketleru svītas Ketleru dienvidu atseguma ģeoloģiskais griezum (Mačute 2017).

Apzīmējumi: 1 - slīpslāņots smilšakmens; 2 - slīpslāņots smilšakmens ar vizlas kārtiņām gar slīpo slānīšu virsmu; 3 - smilšakmens ar viļņoti slāņotu tekstūru; 4 - smilšakmens ar konvolūtu tekstūru; 5 - smilšakmens ar horizontāli slāņotu tekstūru; 6 - smilšakmens ar rekonvolūtu slāņojuma tekstūru; 7 - smilšakmens ar viendabīgu tekstūru; 8 - mālaini aleirītiska materiāla saveltņi; 9 - zivju fosīlijas; 10 - dolomīta garoziņas; 11 - dolomīta cements; 12 - līzeganga joslas; 13 - smilšakmens slānīši ar vienmērīgi izplatītiem dzelzs savienojumiem; 14 - nevienmērīgi izplatīti dzelzs savienojumi; 15 - aluviālie nogulumu; 16 - slāņa numuri; 17 - rozes diagramma.

Ketleru svītas kopējais biezums mainās no 39 līdz 45 m. Tā izplatīta Latvijas DR un Lietuvas ZR daļā (2.5.2. attēls). Pamatiežu virsu 3 – 17 km platā joslā, kas atrodas svītas izplatības areāla A un Z malā, veido atsegumi Ventas, Cieceres, Mārupes (Bērzenes) un tās pieteku krastos (Savvaitova 1994).



2.5.2. attēls. Ketleru svītas nogulumu izplatības laukums un litoloģiski faciālā karte (Savvaitova 1994)

Apzīmējumi: 1 - dolomīts; 2 – dolomītmerģelis; 3 – māls; 4 – mālainais aleirolīts; 5 – smilšakmens; 6 – zivju skeletu atliekas; 7 – ieži ar slīpi slāņotu tekstūru; 8 – konglomerātu lēcas un slāņi; 9 – Ketleru svītas nogulumu izplatības robežas mūsdienās (a - zem kvartāra nogulumiem, b - zem perma nogulumiem); 10 – galvenie terīgēnā materiāla pieplūdes virzieni; 11 – litoloģiski faciālās zonas; 12 – litoloģiski faciālo zonu robežas; 13 – izgulsnēšanās baseinu ūdens sāļums (a - palielināts, b - samazināts).

Maģistra darbā pētītais Ketleru atsegums ir aizsargājams ģeoloģiskais dabas piemineklis, kas atrodas Ventas labajā krastā Skrundas pagastā, Ventas un Šķērveļa ieleju kompleksā dabas lieguma teritorijā (Savvaitova 1994). 2016. gadā Ketleru atsegums tika nominēts par Latvijas gada ģeovietu.

2.6. Ketleru svītas veidošanās apstākļi

Kopumā priekšstati par Ketleru svītas nogulumu sedimentācijas apstākļiem un fosīliju kompleksiem vairākas reizes ir mainījušies. Ketleru svītas nogulumu uzkrāšanās pēc Ļ. Ļarskas un L. Savvaitovas datiem notika seklas jūras lagūnā vai piekrastes zonā (Лярская, Савваитова 1974). Tajā pašā laikā arī L. Birgere uzskatīja, ka Nīgrandes ridas mālaini

karbonātiskie un mālainie nogulumu izveidojās lagūnas tipa baseinā, kurā, domājams, eksistēja tikai zivis, pārsvarā daivspurzivis. Ketleru svītas nogulumu sastāvs liecina, ka svītas veidošanās sākuma posmā jūras teritorija paplašinājās, bet vēlāk sašaurinājās. Līdz ar to ir iespējams secināt, ka atšķirībā no Ketleru laika agrākiem posmiem, Varkaļu ridas ieži izveidojās jūras regresijas apstākļos, par ko liecina arī izskalojums, kurš kalpo par robežu starp Ketleru un Šķerveļa svītam. Par Ketleru laika baseina nelielu dziļumu liecina arī slīpslāņojums, žūšanas plaisas, iespējamās aļģu atliekas, dzelzs hidroksīdu konkrēcijas, ka arī pati par sevi rupjgraudaina materiāla klātbūtne (Биргер, 1979).

Jāatzīmē, ka arī A. Brangulis ar līdzautoriem uzskatīja, ka Ketleru laikposma sākumā baseins norobežojās no atklātas jūras, kā dēļ izveidojās lagūna, kurā uzkrājās augstāk minētie nogulumi. Baseina regresijas ietekmē atklātas jūras karbonātiskās nogulas ar daudzveidīgu organismu atlieku saturu nekur Baltijā vairs neuzkrājās. Vēlāk, Pavāru un Varkaļu laikā pieauga klastiskā materiāla pieplūde, savukārt nogulumu karbonātiskums ievērojami samazinājies. Drupu materiāls ir nācis no ziemeļiem – Baltijas vairoga. Par to liecina slīpslāņojuma orientācija un smilšakmeņu graudu izmēru palielināšanās ziemeļu virzienā (Brangulis u.c. 1998).

Vidējā un vēlā Ketleru laikposmam ir raksturīgs slīpslāņojums, uzduļķojuma tekstūras, viļņu ripsnojuma pazīmes, konglomerātu starpslāņi, kas sastāv no oļiem, kā arī no transportētām noapaļotām zivju pēdu fosilijām. Saskaņā ar V. Grosu (Gross 1950) datiem, Ketleru nogulumu pārpilnība ar komplicētās uzbūves organismiem, tādiem kā Crossopterygii un plaušzivīm, liecina par iesāļa ūdens apstākļiem (Саввантова 1977). Vēlajā devonā, Ketleru laikposma beigās, Šķerveļa un agrā karbona Lētīžas laikposmā jūras regresija turpinājās – samazinājās ūdens sāļums, aktivizējās viļņu un straumju darbība, griezumā pakāpeniski pieauga terīgēno nogulu daudzums (Misāns u.c. 2001). Nogulumu sastāva, tekstūru, daudzveidīgu zivju un četrkājaino atlieku, relatīvi nesen atklāto pēdu fosiliju, kā arī smilšaino nogulumu areālās izplatības analīze ļāva precizēt Varkaļu ridas veidošanos paisuma-bēguma ietekmētās deltas apstākļos (Lebedev & Lukševičs 2017).

3. AUGŠDEVONA MUGURKAULNIEKU IZPLATĪBA LATVIJĀ UN TO FAUNISTISKIE KOMPLEKSI

Latvijā sastopamie mugurkaulnieki ir tie organismi, kuriem ir salīdzinoši liela nozīme devona klastisko nogulumu stratigrāfiskajā iedalīšanā. Latvijas augšējā devona svītas satur bioloģiski daudzveidīgākos kompleksus visā paleozoja griezumā, pateicoties vēlā devona baseina konfigurācijas izmaiņām: sākot ar Pļaviņu svītas veidošanās laiku, iesākās karbonātu un klastisko materiālu jauktas sedimentācijas posms. Šis posms turpinājās arī Famenas laikmetā. Straujas transgresijas un drupu materiāla pieplūduma apsūkuma dēļ sekļajā jūrā uzlabojās organismu dzīves un to atlieku fosilizācijas apstākļi, kur vislabāk tie saglabājušies kaļķakmeņos un mālainos karbonātiežos. Tropiskajā jūrā eksistēja šādi organismi: dažādas zivis, un psammosteīdu bezžokleņi, daudzveidīgi gliemji (gliemenes, gliemeži, galvkāji), slēdzenes brahiopodi un lingulāti, posmkāji (gliemeņvēži un lapkājvēži), posmtārpi (cf. *Spirorbis*), stromatorāti, tabulāti un četrstarkoraļļi, jūraslilijas, konodonti, kā arī retie konulāti, tentakulīti, sūneņi un foraminīferas, ciānbaktērijas, zaļalģes; visai daudzveidīgas ir arī pēdu fosīlijas.

Vēlāk bioloģiskā daudzveidība samazinājās un galvenokārt klastisko nogulumu slāņkopās dominē zivis, sastopami gliemeņvēži, lapkājvēži, augu makroatliekas un sporas. Pārsvārā karbonātiežu slāņkopās ir sastopamas brahiopodu, gliemju, zivju, jūrasliliju un konodontu atliekas. Pēc masveida izmiršanas epizodes Franas-Famenas robežās tuvumā sūkļi, koraļļi un stromatolīti Latvijā Famenas stāvā vispār nav konstatēti. (Lukševičs un Stinkulis 2018). Jāatzīmē, ka Latvija pieder pie tām nedaudzajām pasaules valstīm, kur augšējā devona nogulumos ir atrastas senāko, primitīvo četrkājaino (Tetrapoda) – mūsdienu abinieku, rāpuļu un zīdītāju kopīgo senču – atliekas, tādas kā *Obruchevichthys gracilis* no Ogres svītas un *Ventastega curonica* no Ketleru svītas (Lukševičs et al. 2011; Ahlberg et al. 2008).

3.1. Fosīlijas Franas stāva Ogres un Amulas svītas nogulumos

Ogres svītas nogulumu pārsvārā satur mugurkaulnieku atliekas – zivju un bezžokleņu, bet sastopami ir arī bezslēdzeņu brahiopodi, lingulātu brahiopodi, konhostrakus, kā arī lapkājvēzīši. Starp raksturīgākajām sugām sastopamas ir *Bothriolepis maxima*, *Bothriolepis evaldi*, *Devonchus laevis*, *Psammosteus tenuis*, *Psammosteus falcatus*, *Obruchevichthys gracilis*, *Grossilepis spinosa*, *Walterilepis speciosa* (senākā literatūrā minēta kā *Taeniolepis speciosa*), *Platycephalichthys bischoffi* (Brangulis u.c. 1998), kā arī senāko četrkājainu *Obruchevichthys gracilis* atradumi (Lukševičs un Stinkulis 2018).

Amulas svītai raksturīgas bagātīgas zivju fosīlijas, kur no tām sastopamas - *Psammosteus tenuis* un *Devonchus laevis* atliekas (Brangulis u.c. 1998). Reizēm sastop arī

lingulātu brahiopodu čauliņas (Kuršs 1984). Raksturīgas arī retas augu atliekas un bagātīgs sporu komplekss (Lukševičs un Stinkulis 2018).

3.2. Fosīlijas Famenas stāva Mūru, Tērvetes un Ketleru svītas nogulumos

Mūru svītas smilšakmeņos vietām veidojās tādi organismu sakopojumi, kuri pilnībā sastāv no karbonātiskiem, pēcsedimentācijas procesos dolomitizētiem slēdzenbrahiopodu (*Ptychomaletoechia griasica*, *Cyrtospirifer degener*, *Cyrtiopsis schkedensis*), gliemeņu, gliemežu, galvkāju, jūrasliliju un citu organismu skeletiem, kodoliem un nospiedumiem (Brangulis u.c. 1998). Vietām tie smilšakmeņos veido starpkārtas un lēcas. Sastop arī zivju, t.sk. skrimšzivju, bruņuzivju un daivspurzivju fosīlijas (*Glyptolepis? dellei*, *Bothriolepis jani*, *Homacanthus sveteensis*, *Devononchus tenuispinus*) (Lukševičs un Stinkulis 2018). Šķēdes upes krastā pie Omiķiem organismu čauliņas ir saskalotas slīpslāņotajās sērijās. Tikai Lietuvas ziemeļrietumos tālāk no jūras krasta veidojās seklūdēns karbonātiskas nogulas (bieži kopā ar smilšaino materiālu) ar daudzveidīgākiem organismiem (Brangulis u.c. 1998).

Mūru svītas stratigrāfisko stāvokli nosaka brahiopodu un gliemju atliekas (Брангулис и др. 1984). Transgresijas ritma apakšējās daļas smilšakmeņos ir sastopamas dolomitizētu bezmugurkaulnieku atlieku sakopojumu starpslāņi un lēcas, kas sastāv no zivju atliekām, veselām bezmugurkaulnieku čaulām, atsevišķiem veseliem vākiem, slēdzenbrahiopodu čaulu atlūzām, kā arī no galvkāju, jūras liliju kātiņu, gliemežu, gliemeņu un posmkāju fragmentiem. Zivju atlieku kompleksa sastāvā ir konstatētas akantožu *Homacanthus sveteensis* Gross, bruņuzivju *Bothriolepis jani* Lukševičs, plaušzivju, onihodontīdu un daivspurzivju *Holoptychius* atliekas, kā arī kladodontā tipa skrimšzivju zobs un *Protacrodus* tipa zobs. Lai arī nogulumi ir visai stipri dolomitizēti, seno jūras iemītnieku čaulu un to nospiedumi ir labi saglabājušies, atklājot atsevišķu detaļu iekšējo uzbūvi. V. Grāvītis un A. Ljašenko noteica šādus Mūru svītas slēdzenbrahiopodu organismu kompleksu sugas: *Cyrtiopsis* sp., *Cyrtospirifer* sp., *Sinotectirostrum griasicum* (Nalivkin), kas veido čaulu sakopojumus; *Cyrtospirifer degener* Žeiba (in litt.), *Cyrtiopsis schkedensis* Liepiņš (daži eksemplāri), *Cyrtospirifer* cf. *lebedianicus* Nalivkin (reti atsevišķi eksemplāri), „*Camarotoechia*” sp. un *Spirorbis* sp., Crinoidea, Cephalopoda (*Pachtoceas?*), Gastropoda un Bivalvia sp. sp. – sakopojumus (Ivanov & Lukševičs 1994).

Pēc P. Liepiņa un V. Grāvīša domām, transgresijas ritma augšējās daļas ļoti smalkgraudainā smilšakmens nogulumos ar vāji izteiktu slāņojuma tekstūru galvenokārt sastopami liela izmēra cirtospiriderīdu *Cyrtospirifer degener* Žeiba, *Cyrtiopsis schkedensis* Liepiņš un *Cyrtiopsis* sp. pārstāvju izolētu čaulu sakopojumi, kas ir labas saglabātības pakāpes bez redzamām pārvietošanās pēdām. Augstāk sastopamas dolomitizētas organismu

atliekas: kamarotehīdi, no kuriem V. Grāvītis ir noteicis *Sinotectirostrum griasicum* (Nalivkin), „*Camarotoechia*” sp., un reti sastopamo *Cyrtospirifer* sp. Ievērojami gliemeņu čaulu sakopojumi novēroti tuvu ritma augšējās daļas robežai, kur sastop *Allorisma borussicum* Muhl., *P. balticus* var. *dubia* Muhl., *Protoschizodus balticus* Muhl., *Schizodus* sp., *Avicula* sp. Regresijas ritma apakšējās un augšējās daļas nogulumos organismu atliekas nav konstatētas (Савваитова 1977).

Tērvetes laikposma jūrā ar pazeminātu ūdens sāļuma līmeni dzīvoja tikai zivis, vietām plaši attīstījās aļģes. Svarīgākās organismu atliekas ir zivis *Devononchus tenuispinus* Gross, *Homacanthus sveteensis* Gross, *B. ornata* Eichwald, *Phyllolepis tolli* Vasiliauskas un *Platycephalichthys skuenicus* Vorobjova (Brangulis u.c. 1998). Savā darbā V. Vasiļausks (1963) norāda, ka smilšsainajos nogulumos var sastapt atliekas arī no šādām zivju sugām: *Holoptychius* cf. *nobilissimus* Agassiz, *H.* cf. *giganteus* Agassiz, *Chelyophorus verneuilli* Agassiz, *Phyllolepis* sp., *Dinichthys* sp., *Dipterus* sp., *Conchodus* sp (Савваитова 1977). Bez minētām zivīm, pēc E. Lukševiča datiem, vēl ir atrastas bruņuzivs *Dinichthys* sp. noteiktas kā piederošas citai bruņuzivij *Dunkleosteus* sp., un *Cryptolepis* sp. atliekas (Lukševičs 1992), kā arī ir nodalīta vēl viena antiarhu suga *Bothriolepis jani* Lukševičs (Lukševičs 2001).

Organismu komplekss kļuva ievērojami nabadzīgāks Tērvetes laikposma otrajā pusē – svītas augšdaļā var sastapt tikai retas racējorganismu pēdas un pārdzelžotu augu atlieku fragmentus (Brangulis u.c. 1998).

Sakarā ar mainīgo sāļumu un ievērojamo klastiskā materiāla pieplūdi sekļajā jūrā vai pat deltas distālajā daļā nebija labvēlīgi apstākļi tipisku jūras organismu dzīvei, un šajā baseinā mitinājās galvenokārt zivis, kuru atliekas sastop visās trijās Ketleru svītas ridās. Nīgrandes ridā ir konstatētas precīzāk nenoteiktas *Palaeoniscidae* gen. indet, *Struniiformes* gen. indet, *Chelyoporus* sp. un *Holoptychius* cf. *nobilissimus*, kuras visas atrodamas arī vairākos citos devona griezumā intervālos (Brangulis u.c. 1998).

Ketleru svītas Pavāru un Varkaļu ridas zivju kompleksi ir visai līdzīgi viens otram. Tos pārstāv akantožu, daivspurzivju, bruņuzivju, starspurzivju, pirmo četrkājaino u.c. atliekas. Pavāru ridā dominē bruņuzivs *Bothriolepis cieceri*, lielā skaitā sastop akantožu *Devononchus tenuispinus* un *D. ketleriensis* mikroskopiskās zvīņas un retāk dzelkšņus, kā arī daivspurzivju *Ventalepis ketleriensis*, *Holoptychius* cf. *nobilissimus*, *Cryptolepis grossi*, *Glyptopomus bystrowi*, *Orlovichthys limnatis* zvīņas un citus skeleta elementus, un četrkājainā *Ventastega curonica* veselus galvaskausus un to fragmentus, kā arī citas atliekas (Lukševičs & Zupiņš 2004). Savukārt Varkaļu ridā, bez minētajām sugām, I. Upeniece atzīmēja *Haplacanthus* sp. atradumus (Upeniece 2010). Konstatētas arī divējādi elpojošās zivs “*Dipterus*” *arcanus* un Tetrapoda gen. indet. atliekas (Lebedev & Lukševičs 2017). Tuvu Ventas līmenim samērā

plānā slānī 2014. gadā tika konstatēti divu veidu ihnotaksoni – *Planolites* isp. un *Palaeophycus* isp. (Lukševičs u.c. 2015), kas visai būtiski mainīja līdzšinējos priekšstatus par organismiem, kas mituši sedimentācijas baseinā. Uzskata, ka *Planolites* isp. pēdas ir tārpveidīgo nogulu ēdāju dzīvnieku barošanās pēdas, savukārt *Palaeophycus* isp. ir kombinētas dzīvošanas un barošanās pēdas, kuras kā ejas veidojuši lielāka izmēra tārpveidīgie organismi.

4. SILICIKLASTISKO NOGULUMU FĀCIJAS EPIKONTINENTĀLAJOS BASEINOS

Nogulumiežu aprakstīšanā un interpretēšanā būtiska loma ir nogulu fācijām. Vārds “fācija” tiek definēts kā īpašību kopums, kas raksturo kādu nogulumiežu slāni vai citu vienību ar noteiktām īpašībām, pēc kurām šī vienība atšķiras no laterāli vai vertikāli blakus esošām vienībām. Šīs īpašības iekļauj nogulumiežu ķermeņu izmērus, graudu izmērus un tipus, tekstūras, krāsu un biogēno saturu (gan īstās, gan pēdu fosilijas). Izšķir trīs dažādus fāciju veidus: litofācija, biofācija un ihnofācija. Litofāciju apraksts tiek lietots tikai tad, ja tiek aprakstīti ieži, kas nogulu uzkrāšanās laikā ir radušies fizisku vai ķīmisku procesu rezultātā. Par paleoekoloģiju informāciju sniedz faunas un floras atliekas (biofācija) un pēdu fosilijas (ihnofācija), kas kā pazīmes veidojās nogulu uzkrāšanās laikā, kā arī pēc tā. Zinot fizikālos, ķīmiskos un ekoloģiskos apstākļus, rodas iespēja rekonstruēt vidi, kāda pastāvējusi sedimentācijas laikā.

Fāciju analīze var tikt uztverta kā divu posmu process: fāciju atpazīšana, kas var būt interpretēta attiecībā uz procesiem; un veidojot fāciju asociācijas, kas atspoguļo procesu kombinācijas, kas tādā veidā atspoguļo vides, kurās notika nogulu uzkrāšanās. Fāciju interpretācijai vajadzētu būt objektīvai un balstītai tikai uz tādiem procesiem, kas visticamāk būtu veidojuši gultnes. Lielākajā daļā gadījumu tā ir kombinācija no litofāciju, biofāciju un ihnofāciju analīzēm, kas sniedz mums nepieciešamo informāciju, lai varētu secināt, kādā vidē uzkrājušies nogulumi. Litofāciju asociāciju atpazīšana ir svarīga fāciju analīzes daļa, tieši tā visbiežāk dod visvairāk pavedienus nogulumu uzkrāšanās vides noskaidrošanai. Atsevišķos gadījumos, kā piemēram kādu specifisku organismu atlieku saturošiem iežiem ir īpašības, kas ir unikālas kādai noteiktai videi, turpretī slīpslāņota smilšakmens litofāciju analīze vien nespētu dot gana labu indikatoru konkrētai videi. Tas var veidoties gan seklās jūrās, pludmalēs, deltās, ezeros un upēs, gan sauszemes apstākļos – tuksnešos (Nichols 1999). Tālāk ir apkopoti autores maģistra darba pētījumā ietvertās fācijas, kas visbiežāk tiek nodalītas, aprakstot Baltijas devona klastisko nogulumu slāņkopas (Pontén & Plink-Bjorklund 2007; Kreišmane 2014).

Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem – šīs fācijas nogulumieži, pēc granulometriskā sastāva dažādi smilšakmeņi, veidojas vilkmes straumēs, migrējot 2D vai 3D zemūdens grēdām kanālos, augstas enerģijas vidē. Par augstas enerģijas vidi liecina māla saveltņi, kas norāda uz iespējamu māla slāņu erodēšanu augšpus straumes virzienam (Collinson 1996). Baltijā šīs fācijas smilšakmeņos bieži novēro zivju fosilās atliekas (Krejšmane 2014).

Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām – nogulumu veidojas vilkmes straumēs, migrējot 2D vai 3D zemūdens grēdām kanālos vai sērēs, kur tās sistemātiski ietekmē plūdmaiņas (Reineck & Singh 1975; Collinson 1996). Plūdmaiņu ietekmē var mainīties straumes stiprums, kā arī virziens, attiecīgi pretēji vērstie slīpslāņojumi norāda uz paisuma un bēguma straumēs veidotiem nogulumiem (Davis 2012). To raksturojošās pazīmes ir siļķes asakas tekstūras, reaktivācijas virsmas, māla slānīšu un vizlas kārtiņu izgulsnēšanās uz slīpo slānīšu virsmām (Dalrymple & Choi 2007). Vietās, kur zemūdens grēdas aizstraumes nogāze ir ar mazāku krituma leņķi, var tikt novērotas siļķes asakas jeb bipolārās tekstūras (Dalrymple 1992). Reaktivācijas virsmas nogulumos veidojušās dominējošās paisuma vai bēguma straumes ietekmē, kā rezultātā veidojas vienā virzienā orientētas zemūdens reljefa formas, kuru augšējā daļa pretējā virzienā plūstošā straumē tiek erodēta. Kad atsākas spēcīgākās straumes iedarbība, uz reaktivācijas virsmas turpina uzkrāties nogulumi (Davis 2012; Coughenour et al. 2009). Māla un vizlas kārtiņas uz slīpajiem slānīšiem veidojas augsta un mierīga ūdens epizodēs, straumēm neplūstos nevienā virzienā. Atkārtoties paisuma un bēguma ietekmei, māla slānītis vairs netiek izskalots tā saistīguma dēļ (Dalrymple & Choi 2007). Plūdmaiņu kopas veidojas “augsto–zemo” plūdmaiņu ciklā. Lielāks klastiskā materiāla daudzums un slānīšu biezums uzkrājas augsto plūdmaiņu laikā, savukārt samazināts slānīšu biezums raksturīgs zemo plūdmaiņu laikā (Davis 2012; Coughenour et al. 2009).

Liela biezuma slīpslāņots smilšakmens – nogulumu veidojas plūdmaiņu ietekmētos kanālos un/vai sērēs liela izmēra 3D zemūdens grēdu migrācijas rezultātā (Reineck, Singh, 1975). Šādas reljefa formas var veidoties arī kanālu piegultnes sēru laterālās akrēcijas ceļā (Collinson, 1996; Reineck, Singh, 1975).

Slīpslāņots smilšakmens ar kāpjošo ripsnojumu – nogulumu veidojas vilkmes straumēs, migrējot 2D vai 3D zemūdens grēdām plūdmaiņu ietekmētos fluviālajos kanālos vai sērēs, kur plūdmaiņas sistemātiski ietekmēja straumju stiprumu. Jāatzīmē, ka kāpjošais ripsnojums attīstās tad, ja ūdenī pastāvīgi ir liels daudzums drupu materiāla. Šādā situācijā ripsnojums ne tikai virzās uz priekšu horizontālā virzienā, bet arī “aug” uz augšu (Reineck & Singh 1975; Collinson 1996). Kāpjošais ripsnojums uz slīpo slānīšu virsmām norāda uz plūdmaiņu procesu darbību un pretēja virziena straumju kustību (Dalrymple & Choi 2007; Collinson 1996). Par plūdmaiņām liecina uz slīpajiem slānīšiem uzkrājušās vizlas un māla kārtiņas, kas veidojušās stāvoša ūdens periodos (Van den Berg et al. 2007).

Smilšakmens ar deformācijas tekstūrām – fācijas veidojumiem ir sekundāra tekstūra, kas veidojusies, vilkmes straumju ietekmē deformējot pagulošo slāni. Tam tiek izjaukta primārā tekstūra un vertikālā bīdes spiediena rezultātā noris porūdēns pārplūšana, kas veicina arī pašu nekonsolidēto nogulu pārplūšanu un tekstūru deformēšanos. Deformācijas tekstūras

var veidot arī tādi procesi, kā noslīdeņi, atūdeņošanās u.c. (Reineck & Singh 1975; Nichols 2009). Viens no slāņojuma deformācija veidiem ir konvolūtais slāņojums. Tas izpaužas maza mēroga “krociņu” veidā, kas ir deformētas un parasti novērojamas vienas slīpslāņotās sērijas šuves ietvaros. Šādas tekstūras lielākoties ir raksturīgas smilšakmeņiem, bet sastop arī aleirolītos. Slānīšu krokojuma intensitāte un veids mēdz būt dažāds – gan vienkāršs, gan sarežģīts; deformācijas var veidot veselu guļošu kroku sistēmu. Sērija, kur ir novērojams konvolūtais slāņojums, gandrīz vienmēr sākas ar slīpu vai horizontālu slāņojumu. Deformācijas mēdz nošķelt izskalojuma virsma un nedeformēta augstāk uzgulošā slīpslāņotā sērija (Куршч 1975).

Smilšakmens ar straumju ripsnojuma zīmēm – nogulumu veidojas lēnā straumē, apakšējās plūsmas režīmā, drupu materiālam pārvietojoties neliela izmēra 3D zemūdens grēdās. Ripsnojums sastāv no sīkiem valnīšiem, kuru augstums parasti nepārsniedz 2-3 cm. Šķērsgriezumā straumju ripsnojuma grēdiņas vienmēr ir asimetriskas. Nogulumiežos tas saglabājas kā neliela mēroga slīpslāņojums ar vāji izteiktām slīpo slānīšu robežām. (Reineck & Singh 1975; Collinson 1996). Pieaugot straumes ātrumam, var būt vērojama pakāpeniska pāreja no taisna uz sinusoidālu un izolētu jeb mēlesveida ripsnojumu. Uz pretējo pusi vērstās grēdiņas un vizlas un māla kārtiņas norāda uz plūdmaiņu ietekmi nogulu uzkrāšanās laikā (Davis 2012). Pārsvārā norāda uz augšējo plūdmaiņu līdzenuma daļu. Tomēr šī tekstūra nav precīzs sedimentācijas vides indikators – tā liecina par samērā mierīgiem hidrodinamiskiem apstākļiem un seklu ūdeni, tādēļ ir raksturīga dažādām sedimentācijas vidēm (Tānavsuu-Milkeviciene & Plink-Björklund 2009). Smalkgraudainu nogulumu straumju ripsnojums parasti izmēros ir visai mazs – 0.3-6 cm.

Slīpslāņots smilšakmens – nogulumieži uzkrājas vilkmes straumēs, nogulumiem migrējot 2D vai 3D zemūdens grēdās plūdmaiņu ietekmētos fluviālajos kanālos. Ja zemūdens grēdas ir mēles veida (trīs dimensiju), veidojas tāda tekstūra kā muldveida slīpslāņojums, bet, ja zemūdens grēdu kores ir tuvas taisnām, rezultāts ir paralēlais slīpslāņojums (Nichols 1999). Sēriju biezums parasti no 0,2 m līdz 0,5 m. Raksturīgs S veida izliekums slīpo slānīšu pamatnē, retāk arī augšā. Slīpo slānīšu kritums ir visai mainīgs, bet parasti nepārsniedz 30° (Reineck & Singh 1975; Collinson 1996). Šī fācija tiek nodalīta, ja siliciklastiskajos nogulumos netiek identificētas augstāk minēto fāciju raksturīgās pazīmes.

Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru – nogulumu veidojas apakšējās plūsmas režīmā lēni uzkrājoties viendabīgiem nogulumiem (Nichols 2009).

Smilšakmens ar viļņu ripsnojumu –veidojas viļņiem iedarbojoties uz nogulumu virsmu. Ievērojami variē izmēri. Šķērsgriezumā var būt gan simetriskas, tā arī asimetriskas formas ripsnojums. Sākotnēji virsotne ir asa. Tikai vēlākas pārveidošanas rezultātā tā var kļūt būt

apaļa vai nolīdzināta. Lielākoties šīs reljefa formas ir ar taisnām korēm - bieži zarotām. Straumes veidotam ripsnojumam un zemūdens grēdām šāda zarošanās nav raksturīga. Aprakstot viļņu ripsnojuma izmērus, kā viens no galvenajiem faktoriem ir daļiņu izmērs. Rupjgraudainos nogulumos galvenokārt sastop lielāka izmēra ripsnojuma, turpretī smalkgraudainos – smalkāka jeb mazāka. Labi šķirotiem nogulumiem dziļa ūdens apstākļos viļņu ripsnojumam ir tendence būt lielākam, salīdzinot ar seklūdens ietekmētu viļņu ripsnojumu (Reineck & Singh 1975).

Smilšakmens ar lēzenu slīpslāņojumu - nogulumi veidojas plūdmaiņu straumju ietekmē tuvu augšējām plūsmas režīmām. Horizontāli slāņots smilšakmens - fācijas nogulumieži izgulsnējas augšējā plūsmas režīmā, drupu materiāla pārvietošanās rezultātā pa gludu gultni. Raksturīgs gradācijas slāņojums, kas veidojas mainīgos plūsmas apstākļos. Atbilst zemūdens grēdām ar taisnām, paralēlām korēm. Šādas zemūdens grēdas var veidoties dažādās vidēs – visur, kur ir samērā līdzena gultne un ūdens straumju apstākļi. Parasti horizontālais slāņojums veidojas lēnākās ūdens straumēs, nekā tas raksturīgs muldveida slīpslāņojuma izveidei (Nichols 2009; Reineck & Singh 1975).

Viļņoti slāņots smilšakmens – neregulāri viļņotais slāņojums var veidoties gan sedimentācijas procesā, gan nogulu deformācijas rezultātā. Bioturbācija ir plaši izplatīta apakšējā plūdmaiņu līdzenumā un/vai piekrastes zemūdens daļā (Nichols 1999).

Aleirolīts ar ripsnojuma zīmēm – nogulumi veidojušies, klastiskajam materiālam uzkrājoties mierīgā plūdmaiņu ietekmētā hidrodinamiskajā vidē, izgulsnējoties no suspensijas. Smilšainais un smilšaini aleirītiskais materiāls uzkrājas apakšējās plūsmas režīmā, vāju straumju ietekmē, veidojot maza mēroga straumju ripsnojumu (Reineck & Singh 1975).

Smilšaini mālainie nogulumi ar heterolītisku slāņojumu – smilšainie nogulumi veidojas klastiskā materiāla aktīvas pieplūdes periodā, turpretī aleirītiskā māla starpkārtas veidojas, kad klastiskā materiāla pieplūde samazinājusies. Ritmiska smilšainu un mālainu kārtiņu mija norāda uz plūdmaiņu apstākļiem (Reineck & Singh 1975), kur dažādu biežumu mālaino un aleirītisko slāņi mija norāda uz plūdmaiņu cikla fāzēm: augstajā plūdmaiņu cikla fāzē veidojas ar mālaino/aleirītisko vai smilšaino materiālu biežākie slāņi, bet zemajā plūdmaiņu ciklā veidojas plānākie slāņi (Dalrymple & Choi 2007).

Mālainie nogulumieži ar viendabīgu tekstūru - nogulumi veidojas vai nu ļoti lēni izgulsnējoties no suspensijas, vai arī norisinājusies ļoti strauja sīkdispersā materiāla uzkrāšanās, piemēram, no mālainā materiāla piesātinātām plūsmām (Reineck & Singh 1975).

5. IESKATS AKANTOŽU MORFOLOĢIJĀ UN SISTEMĀTIKĀ

5.1. Morfoloģija

Akantodes ir pirmie mugurkaulnieki ar žokļiem, kas bija līdzīgas gan skrimšļzivīm, gan primitīvām kaulzivīm. Tās radās silūra periodā un maksimālo daudzveidību sasniedza devonā, tomēr akantodes izmira pilnībā permā, neatstājot aiz sevis pēcnācējus. Līdz 21. gadsimta sākumam akantodes uzskatīja par nelielu atsevišķu paleozoja zivju klasi (Long 1995). Raksturojošās pazīmes – lieli, adatām līdzīgi dzelkšņi, kas atradās katras spuras pamatnē (izņemot astes spuru), bet starp krūšu un vēdera spurām mēdza būt vairākas starpspuras un līdz ar to arī papildus dzelkšņi, kas primitīvām formām rindojās līdz sešiem pāriem. Spuru dzelkšņi ir tievi, ornamentēti un tikai ar divām noapaļotām dentīna korēm. Tie būtībā ir veidoti no ortodontīna vai mezodontīna, kas veido ārējo ornamentējumu un klāj dentīna serdi un čagano kaulu. Krūšu spuru adatas ir ievietotas iekš skapulokorakoīda un domājams, nebija kustināmas (Janvier 2002). Akantožu dzelkšņi labi saglabājas fosīlā veidā, kam par iemeslu ir to saturošie blīvie kaulaudi – osteodontīns. Akantožu ķermenis pēc formas līdzinājās vārpstai, lielākoties šo zivju garums bija neliels – līdz 50 cm. To klāja sīkas, rombiskas, slīpās rindās izvietotas zvīņas, nepārklājot viena otra. Tās sastāv no izliektas pamatnes, kakliņa un kronīša, kas aug jaunajai kārtai pārsedzot iepriekšējo. Dažām akantožu sugām šī savdabīgā augšanas struktūra nedaudz atgādina sīpola uzbūvi – no atsevišķiem odontodiem (sākotnējiem pauguriņiem) ap zvīņas kronīti veidojās vairāki slāņi (Lukševičs 1999), tomēr vairākām sugām zvīņas augušas uz sāniem (Valiukevicius & Burrow 2005). Zvīņas ir visai sīkas, to izmēri variē no 0,1 līdz 2,5 mm, savukārt pēc Upenieces (2011) novērojumiem, *Lodeacanthus gaujicus* sugai var sastapt līdz 0,065 mm mikroskopiskas zvīņas (Upeniece 2011). Veselas zivju fosīlijas saglabājas ļoti reti – pēc nāves zvīņojums parasti nesaglabājas, kaut arī vienas zivs zvīņojumā bija vairāki simti zvīņu. Iežos tomēr zvīņas mēdz būt sastopamas lielā skaitā, jo tās ir veidotas no izturīgākiem kaulaudiem (Long 1995; Upeniece 2011). Pateicoties zvīņu un īpaši dzelkšņu samērā labajai saglabātības pakāpei, pētot plānslīpējumus, bet pēdējā laikā izmantojot arī datortomogrāfiju, ir labi saskatāma histoloģiskā uzbūve (Qu 2015). Tā kā dažādām akantožu sugu zvīņām un dzelkšņiem morfoloģiskās pazīmes ir visai līdzīgas, taksonomijā tiek izmantotas arī histoloģiskās uzbūves īpatnības (Valiukevicius and Burrow 2005).

Akantožu morfoloģija sākumā izskatās relatīvi vienkārša, bet to mikroskopiskais eksoskelets un vāji pārkaulojies endoskelets padara tās par retām fosīlijām pat labos saglabāšanās apstākļos (Janvier 2002). Raksturīgs samērā īss galvaskauss ar šauru pamatni, satuvinātām acu orbītām un pagarinātu pakauša daļu. Galvas sānos priekšējā, purna daļā, kas

ir īsa un noapaļota, atradās lielas acis, kur ap katru aci bija izvietoti parasti 4-6 sīki kauliņi, kas veidoja sklerotikas gredzenu un aizsargāja aci. Jāmin, ka iepriekš tika uzskatīts, ka kaulaudu klātbūtne liecinās par radniecīgām saiknēm starp akantodēm un kaulzivīm. Akantodēm, atšķirībā no kaulzivīm, nebija vienota žaunu vāka, bet nāsis atradās galvas priekšā, visai augstu un visai tuvu viena otrai (Lukševičs, 1999). Akantožu smadzeņu kapsula sastāv no diviem pārkaulojumiem – priekšējā un aizmugurējā. To viscaur klāja plāns perihondrālā kaula slānis. Pagaidām nekas nav zināms par etmoidālo reģionu. Galvaskausa ārējo daļu veidoja daži atsevišķi dermālas izcelsmes sīki kauliņi. Jāmin, ka plecu joslā mēdza attīstīties līdzīgi kauliņi. Galva un plecu josla ir klāta ar zvīņām vai kaula plātnītēm, taču ar lielākām plātnēm klāti žaunu vāki, orbitāles, vaigi un mēdz būt raksturīgi arī plecu joslai (Janvier 2002). Plecu joslu uzbūve dažādās akantožu sugās bieži vien atšķirās. To veidoja lāpstīņas vai lāpstīņas un vārnu kauls. Parasti to veido kaula vai daļēji skrimšļa sprunguļiem līdzīgi elementi, bet nereti plecu joslā konstatēti papildus elementi, kas nav novēroti citām zivīm. Katrs žoklis mēdza pārkauloties kā viens vai vairāki atsevišķi kauli, kam bija piestiprināti zobi (ja tie bija). Akantožu klases zivīm zobu maiņa nav raksturīga. Ass skeletu veidoja horda, kas sastāv tikai no nervu un asinsvadu arkām, bet dažām sugām ap to ir atrasti dažādi kaula veidojumi (Lukševičs 1999).

5.2. Daudzveidība un klasifikācija

Akantožu stāvoklis klasifikācijas sistēmā ir vairākkārt mainījies. Sākotnēji tās bija izdalītas pēc ārējām morfoloģiskām pazīmēm un zvīņu seguma dzimtā (Agassiz), pēc tam – ganoīdu zivju kārtā. Vēlāk, pamatojoties uz iekšējās uzbūves īpatnībām, tās pieskaitīja pie Elasmobranchii klases, bet, tiklīdz akantožu skeletā atrada kaulaudus, tas izrādījās neiespējami. Skrimšļa galvaskausa uzbūves īpatnību dēļ, D. Vatsons 1937. gadā izteica priekšlikumu apvienot akantodes ar Placodermi, Aphethoidea klasē, kas ir līdzvērtīgs Pisces pakāpei. Tomēr uzkrātie morfoloģisko un histoloģisko pētījuma rezultāti norādīja uz nepieciešamību nodalīt akantodes kā patstāvīgu klasi (Hairapetian et al. 2006). Bergs (1955) Acanthodii klasi ierindoja starp Placodermi un Elasmobranchii klasēm. Jāatzīmē, ka viņš izveidoja arī septiņas akantožu kārtas un dzimtas, taču pārmērīgas detalizēšanas rezultātā notika mākslīga formu sadale: dažas, lielā mērā tuvu saistītas, kā piemēram, *Acanthodes*, *Cheiracanthus* un *Mesacanthus*, bija izdalītas kā atsevišķas kārtas, kaut gan to viena evolucionāra rinda ir neapšaubāma (Берг 1955). Relatīvi nesekmīgs kanādiešu pētnieks M. Brazeu (Brazeu 2009), pamatojoties uz akantožu vairāku pazīmju līdzību ar primitīviem žokļveidīgiem (Gnathostomata), publicējis hipotēzi, saskaņā ar kuru pēc vairākām galvaskausa pazīmēm akantodes ierindojamas starp skrimšļzivīm (Chondrichthyes). Tomēr, neatkarīgi no tā, kādai

klasei pieder šīs zivis, kopumā tiek izdalītas trīs akantožu kārtas: Climatediformes, Ischnacanthiformes un Acanthodiformes.

Climatediformes kārtas pārstāvjiem raksturojošās iezīmes ir visai lielā skaitā spuru dzelkšņi, starpspuru dzelkšņi starp krūšu un vēdera spurām, no pārkaulotiem elementiem samērā labi attīstīta plecu josla, kā piemēram, *Climatedius*, kā arī izteikts ornamentējums, ko veido vairākas dziļas gareniskas vadziņas un izliekti valnīši. Zobi šīm zivīm bija nelieli, kas, veidojot zobu spirāli, mēdza saplūst. Interesanti atzīmēt, ka literatūrā ir sastopams viedoklis, ka Climatediformes sastāvā esošās grupas Diplacanthida un Gyranthidae varētu būt patstāvīgas atsevišķas kārtas. Tāpat kā atsevišķiem Climatediformes pārstāvjiem, arī labi attīstīta plecu josla un visai lieli galvaskausa kauli ir novēroti arī Diplacanthida pārstāvjiem. Tomēr, salīdzinot ar iepriekš aprakstīto kārtu, Diplacanthida akantožu zivīm ir saglabāties tikai viens pāris starpspuru dzelkšņu, kā arī žokļos nav zobu. Vienlaikus, Gyranthidae zināmi pēc masīviem, likiem spuru dzelkšņiem, kurus ornamentē V-veidā izvietotie dentīna valnīši, kā arī pēc lieliem plecu joslas kauliem.

Ischnacanthida kārtu raksturo lieli žokļi ar trīsstūra formas spēcīgiem zobiem. Virzienā no žokļu locītavas uz priekšējo galu, zobu izmēri pieauga – jaunie, aizvien lielākie zobi radās žokļa distālajā galā, veidojot atsevišķas zobu spirāles. Ischnacanthida kārtas piederīgajām akantodēm spuru dzelkšņi bija daudz slaidāki, salīdzinot ar Climatediformes pārstāvju samērā platajiem spuru dzelkšņiem. Raksturīgie garie un tievie dzelkšņi, tāpat kā zvīņu kronīši, sastāv no ortodontīna. Izšķir divas muguras spuras un attiecīgi – divus muguras spuru dzelkšņus. Spriežot pēc *Xylacanthus* atsevišķiem žokļu kauliem, šīs akantodes izmēri sasniedza divus metrus, savukārt tādas ģintis kā *Persacanthus*, *Poracanthodes* un *Ischnacanthus* bija nelielas zivis.

Acanthodiformes kārtas akantodes ir raksturīgas ar ļoti lielu kaulu žaunu rajonā un bez zobiem. Zivīm bijis tikai viens muguras spuras dzelkšnis; to formu raksturo gar priekšējo malu katrā sānā iezīmētā gareniskā vadziņa. Lielākai Acanthodiformes kārtas pārstāvju daļai nebija starpspuru dzelkšņu, turpretī vēdera spurai bijis liels balsta elements (iegurnis). Karbona un perma formām bijis zutim līdzīgs iegarens ķermenis ar reducētām vēdera spurām (Janvier 2002).

Līdz šim Latvijas silūra nogulumos atrastas Climatediformes (viena ģintis) un Ischnacanthida (divas ģintis) kārtas. Akantožu daudzveidība devonā ir bijusi samērā liela – Latvijas devona nogulumos konstatētas visu trīs kārtu akantožu sugas: Climatediformes (aptuveni 25 sugas no 12 ģintīm), Ischnacanthida (trīs sugas no divām ģintīm) un Acanthodiformes (aptuveni 25 sugas no piecām ģintīm) (Larska un Lukševičs 1992).

5.3. Paleoekoloģija, stratigrāfiskā un ģeogrāfiskā izplatība

Senāko akantožu atliekas – zvīņas - ir atrastas Ķīnā agrā silūra Landoveras stāva nogulumos (~430 milj. gadu senos iežos), savukārt dzelkšņi vēlā silūra nogulumos. Jaunākie atradumi konstatēti apakšējā perma iežos (~250 milj. gadu senos). Eiropā un Kanādā apakšējā devona iežos ir atrastas senākās veselu zivju fosīlijas (Long 1995). Laiks no vēlā silūra līdz vēlajam devonam ir pārpilns ar akantožu sugām. Climatediformes un Ischnacantiformes kārtu pārstāvji visai bieži sastopami silūra un apakšējā devona nogulumos. Kaut arī pēdējās sugas konstatētas vēl karbona augšējā daļā, Climatediformes kļūst ļoti reti sastopamas sākot ar vidējo devonu. Lielāka daļa karbona un perma akantožu pieder Acanthodiformes kārtai.

Tā kā akantodes piederēja nektonam, šīm zivīm ir raksturīga diezgan plaša ģeogrāfiskā izplatība un daudzas sugas uzskatāmas par kosmopolītiskām. Tomēr jāatzīmē, ka sarp akantodēm ir sastopamas arī endēmiskās sugas, kas sastopamas tikai Gondvanas reģionos – Dienvidamerikā, Austrālijā, Vidējos Austrumos (Irānā), kā arī Antarktīdā, kā piemēram, *Culmacanthus*, kas dzīvojis tikai devona laika Austrālijā un Antarktīdā. Latvijas nogulumos atrastās akantožu atliekas gan pieder plaši izplatītām ģintīm.

Par akantožu eksistences apstākļiem domas dalās. Lielākā daļa pētnieku uzskata, ka akantodes pamatā ir bijušas jūras zivis, kas ar laiku pielāgojušās saldūdens apstākļiem. Karbona un perma akantodes bieži sastopamas starpkalnu baseinos un iespējams patiešām mitinājušās saldūdenī. Vērtējot akantodes no devona klastiskajiem iežiem, rodas nesaskaņas: daļa pētnieku saista to izcelsmi ar pārejas zonu starp sauszemi un jūru (deltu un estuāru zonu), citi – ar kontinentāliem apstākļiem.

Pēc barošanās tipa akantodes pieskaita pie plēsējiem un planktofāģiem. Pēc akantožu zobu uzbūves un izvietojuma var spriest par to, no kā zivis pārtikušas. Ir skaidri zināms, ka lielākā daļa no tām bija plēsējas (Climatediformes un Ischnacantiformes kārtu pārstāvji). Domājams, ka Climatediformes kārtas akantodes pārtikušas arī no nelieliem bezmugurkaulniekiem. Acanthodiformes kārtas formas bija planktonēdājas zivis: kā jau iepriekš minēts, tām nebija zobu, toties bija labi attīstīti gari žaunu izaugumi (sari), kuri tika izmantoti mikroskopisku organismu filtrēšanai no ūdens. Dažu vēlā devona akantožu kuņģa saturā atrastas daudz sīku vēžveidīgo atlieku (Janvier 2002).

Akantodēm ir liela stratigrāfiskā nozīme. Tiek izdalītas akantožu biostratigrāfiskās zonas: Baltijas, Timānas-Pečoras, Severnaja Zemļas arhipelāga apakšējā un vidējā devona griezumiem. Datus par akantožu atliekām plaši izmanto slāņkopu korelēšanai arī citos reģionos – Ķīnā, Austrālijā, Dienvidamerikā, Irānā (devons), Rietumsibīrijā (apakšējais karbons) un citur (Hairapetian et al. 2006).

5.4. Akantodes Latvijas augšējā devona nogulumos

Latvijā, kā arī visā austrumu Baltijā kopumā akantodes tiek plaši izmantotas silūra, apakšējā un vidējā devona reģionālajā un starpreģionālajā korelācijā (Valiukevičius 2000), turpretī tās ir retāk sastopamas, kā arī samērā maz pētītas augšējā devona nogulumos (Upeniece 2010). Šo savdabīgo zivju atsevišķas zvīņas Latvijas devona nogulumos ir sastopamas visai bieži, kaut arī veseli akantožu skeleti ir zināmi praktiski tikai no Lodes karjera māliem (Lukševičs 1999). Pirmais akantodes no Latvijas augšējā devona pēc atsevišķiem, izolētiem spuru dzelkšņiem ir aprakstījis paleoihtiologs Valters Gross: *Onchus concinnus* Gross, 1930 no Pastamuižas pie Daugavas; *O. tenuispinus* Gross, 1933 no Ketleriem; *O. laevis* Gross, 1933 no Amulas un Imulas lejteces. Vēlāk viedoklis tika mainīts: šo sugu dzelkšņu ārējās un histoloģiskās uzbūves atšķirību dēļ no tipiskiem *Onchus* dzelkšņiem, viņš nomainīja nosaukumu *Onchus* pret *Devononchus*. Kopš tā laika *Devononchus concinnus* (Gross 1930) kļuvusi par tipisko šīs ģints sugu (Gross 1940). Pirmie *Devononchus laevis* (Gross 1933) dzelkšņi tika atrasti Ogres svītas nogulumos, kas atsedzas Amulas un Imulas krastos (Gross 1933, 1940), bet vēlāk tie konstatēti arī citās svītās: Katlešu, Stipinu un Amulas svītās (Ļarska un Lukševičs 1992). *Devononchus tenuispinus* (Gross 1930) dzelkšņi aprakstīti pēc Ketleru svītas nogulumos atrastā materiāla.

V. Gross savā darbā sniedza šādu *Devononchus* ģints aprakstu: „Jaunās ģints raksturīgas iezīmes ir augšējā (priekšējā) kanāla izvietojums virs pulpas kanāla, histoloģisko struktūru tips un poru (spongiozo) kanālu radiālais izvietojums, asu pauguriņu vai dzelkšņu trūkums gar dzelkšņa aizmugurējo (pakaļējo) malu un pauguriņu trūkums uz gareniskajām ribām (dzelkšņa sānos). Kronis (dzelkšņa brīvā, ārpus ādas esošā daļa) var būt ar gareniskām ribām (*D. concinnus*) vai gluds (*D. laevis* un *D. tenuispinus*). Pēc histoloģiskās uzbūves *Devononchus* acīmredzot ir ļoti tuvs *Nodocosta* un *Haplacanthus*” (Gross 1940; tulkojis E. Lukševičs), kā arī *Diplacanthus* ģintij (Gross 1940).

Lai gan V. Grossa rīcībā nebija neviena pilna vai vismaz daļēji no savienotiem elementiem – dzelkšņiem un zvīņām – sastāvoša skeleta, lai droši sasaistītu noteikta tipa zvīņas ar senāk nodalītajiem dzelkšņiem, 1947. gadā viņš aprakstīja zvīņas, kas piedēvēja pēc dzelkšņiem nodalītām sugām *D. tenuispinus* un *D. laevis*. Tajā pašā laika posmā Gross aprakstīja vēl vienu akantožu sugu no Ketleru atseguma – *Devononchus ketleriensis* Gross, 1947, kas nodalīta pēc īpatnējām zvīņām, nevis dzelkšņiem, kā tas tika darīts citu *Devononchus* sugu gadījumā. Kā atzīmēja pats V. Gross (1947), starp daudzajiem dzelkšņiem no Ketleriem viņam neizdevās atrast nevienu dzelksni, kas būtu atšķirīgs no *D. tenuispinus* (Gross 1947). Līdzīgu domu izteica I. Upeniece (2010), kurai tāpat neizdevās materiālā no Ketleriem nodalīt divas dažādu dzelkšņu grupas, kas atbilstu divām atšķirīgām sugām

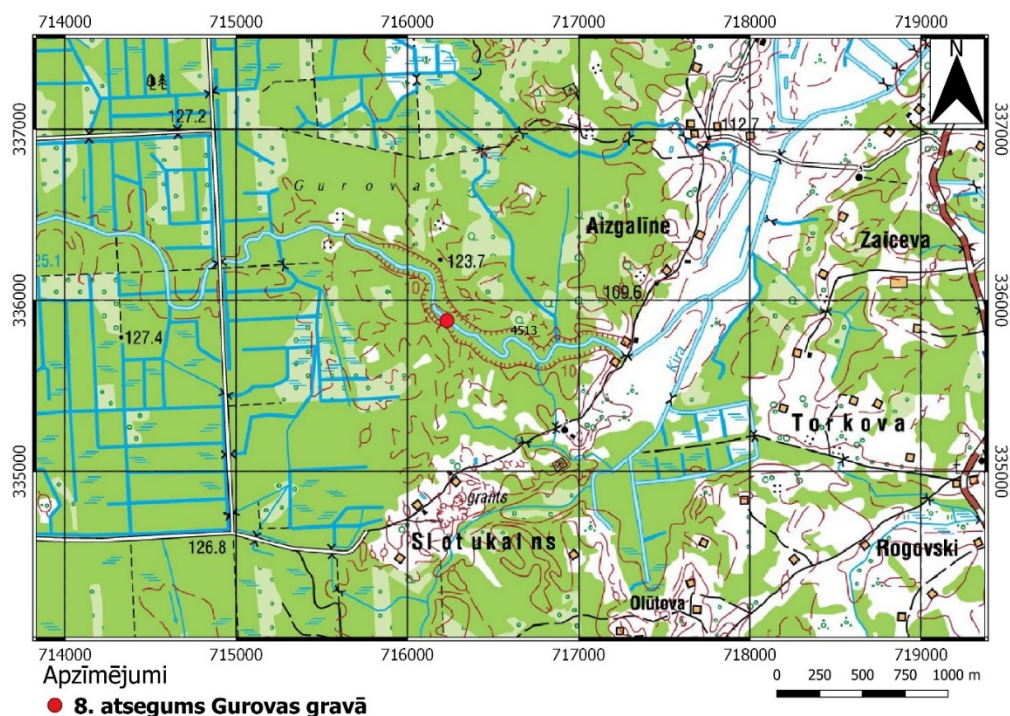
(Upeniece 2010). Kā uzskata P. Beznosovs (2005), *Devononchus* ģintij pieder tikai trīs sugas, kas nodalītas pēc dzelkšņiem: *Devononchus concinnus*, *D. tenuispinus* un *D. laevis*. Savukārt zvīņas, kuras V. Gross un citi pētnieki aprakstīja kā piederošas dažādām *Devononchus* sugām, būtiski atšķiras savā starpā un varētu piederēt dažādām ģintīm: „*Devononchus*” *laevis* un „*D.*” *concinnus*, iespējams, pieder ģintij *Homalacanthus* Russel, bet „*D.*” *tenuispinus* un „*D.*” *ketleriensis* pieder divām atšķirīgām, pagaidām nenosauktām ģintīm (Beznosov 2005). Situāciju sarežģī tas, ka daži pētnieki uzskata *D. concinnus* par *Archaeacanthus* ģints pārstāvi (Пинахина 2018).

Ketleru svītas nogulumos ir atrastas vairāku akantožu sugu zvīņas, kā arī nereti ir sastopami to garie un tievie spuru dzelkšņi (Lukševičs un Zupiņš 2004). Arī pēc autores datiem, Ketleru svītas Varkaļu ridas nogulumos, analizējot katru smilšakmens sēriju, raksturīga visai lielu zvīņu sastopamība, turklāt īpaši bagātīgi tās sastop vidējgraudainā smilšakmenī. Jāuzsver, ka šajā pētījumā kopumā atrastas vismaz trīs sugu pārstāvju zvīņas, no kurām divas, iespējams, pieder jaunām akantožu ģintīm, kā arī pirmo reizi atzīmēti divi dažādi dzelkšņu veidi (Mačute 2019).

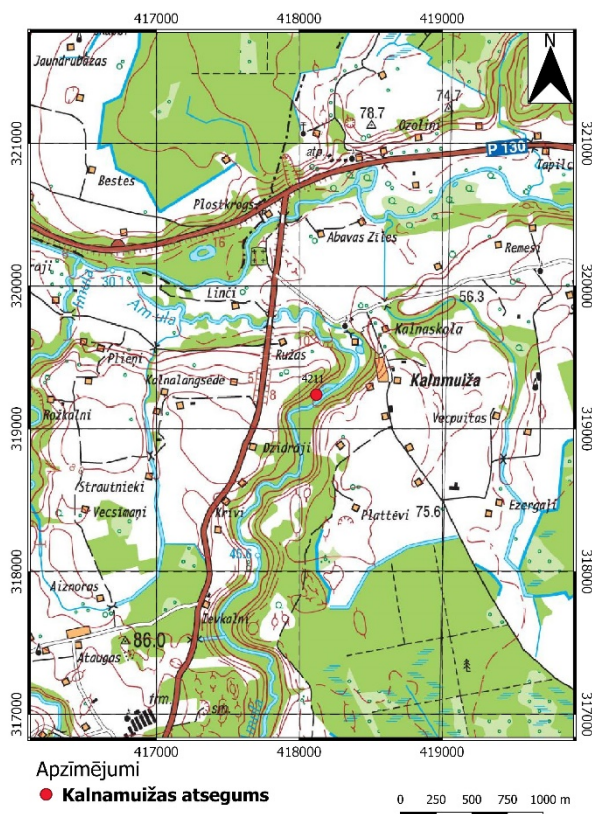
6. MATERIĀLS UN METODES

6.1. Lauka pētījumu metodes

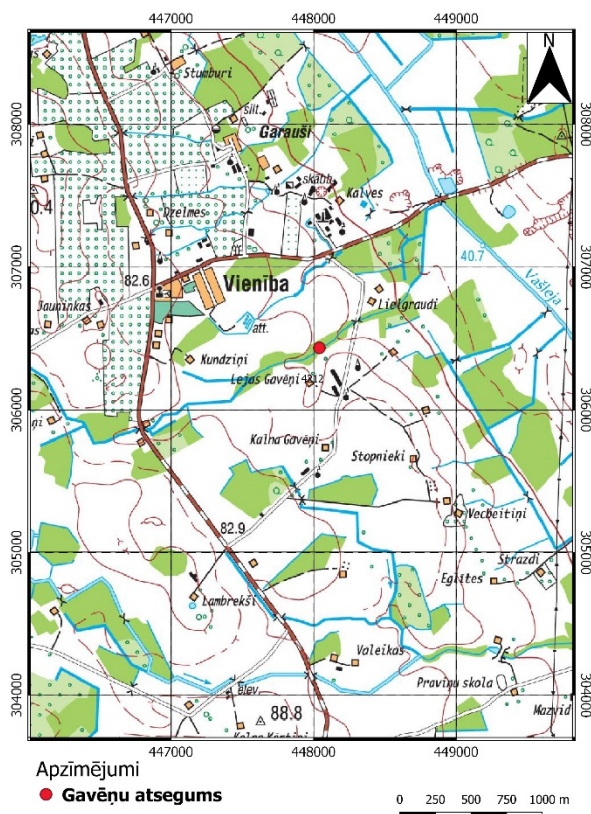
Siliciklastisko nogulumu un fosīliju paraugi tika iegūti, piedaloties kompleksos pētījumos vasaras skolas lauka paleontoloģijas ietvaros, kā arī individuālos lauka darbu izbraukumos, kas tika veikti laika periodā no 2016. gada jūlija līdz 2019. gada aprīlim. Pētījuma izstrādes gaitā tika apsekoti pieejami Franas un Famenas stāva siliciklastisko nogulumu atsegumi: Ogres svītas 8. atsegums Gurovas gravā Gurovas upes kreisajā krastā Viļakas novada Medņevas pagasta teritorijā un Kalnamuižas atsegums Amulas upes kreisajā krastā Kandavas pagastā, Kandavas novadā (6.1. attēls un 6.2. attēls); Amulas svītas Gavēņu atsegums augšpus Lejas Gavēņiem Degoles pagastā, Tukuma novadā (6.3. attēls); Mūru svītas Ķurbju atsegums Svētes upes labajā krastā, leļpus Ķurbju mājām, Vilku atsegums Vilces upes labajā krastā, leļpus Vilku mājām starp Mūrmuižas un Vilces ciemiem un Rukūzes atsegums Rukūzes upes kreisajā krastā Jelgavas novadā (6.4. attēls); Tērvetes svītas Klūnu atsegums Skujenes upes labajā krastā Tērvetes novadā (6.5. attēls); Ketleru svītas atsegums pie bijušajām Ķetleru mājām Skrundas novadā, ģeoloģiski ģeomorfoloģiskā dabas pieminekļa „Ketleru atsegums” teritorijā (6.6. attēls).



6.1. attēls. Ogres svītas 8. atseguma atrašanās vieta Gurovas gravā, Gurovas upes kreisajā krastā. Kartes sagatavošanā izmantota Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras topogrāfiskā karte mērogā 1:50 000. Viļakas lapa (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2019)

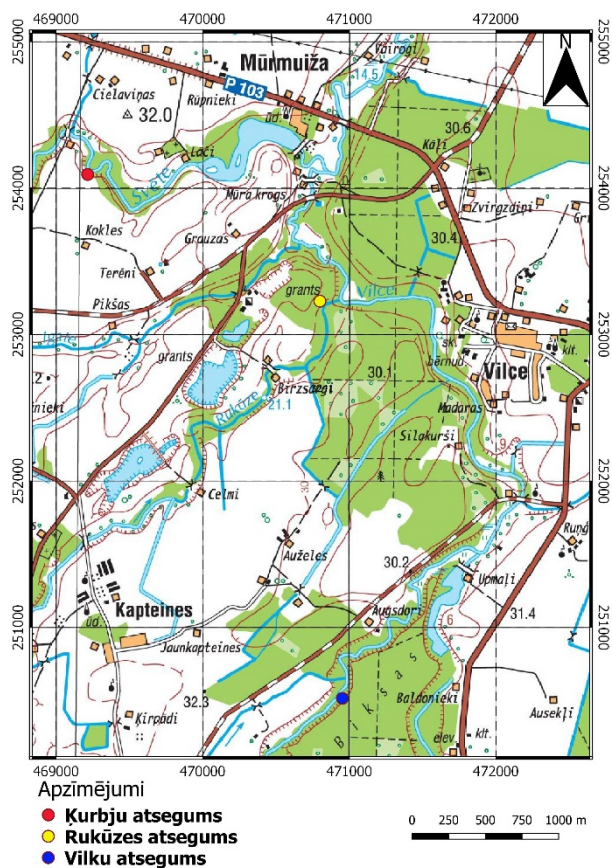


6.2. attēls. Ogres svītas Kalnamuižas atseguma atrašanās vieta Amulas upes kreisajā krastā. Kartes sagatavošanā izmantota Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras topogrāfiskā karte mērogā 1:50 000. Sabiles lapa (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2019)

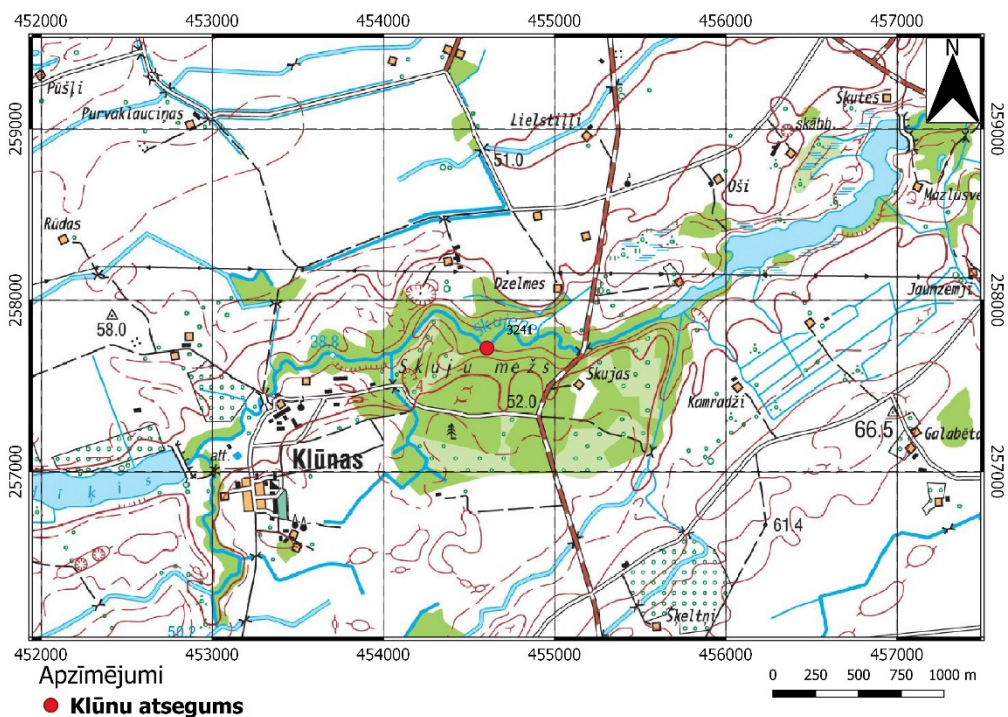


6.3. attēls. Amulas svītas Gavēņu atseguma atrašanās vieta augšpus Lejas Gavēņiem. Kartes sagatavošanā izmantota Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras topogrāfiskā karte mērogā 1:50 000. Tukuma lapa (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2019)

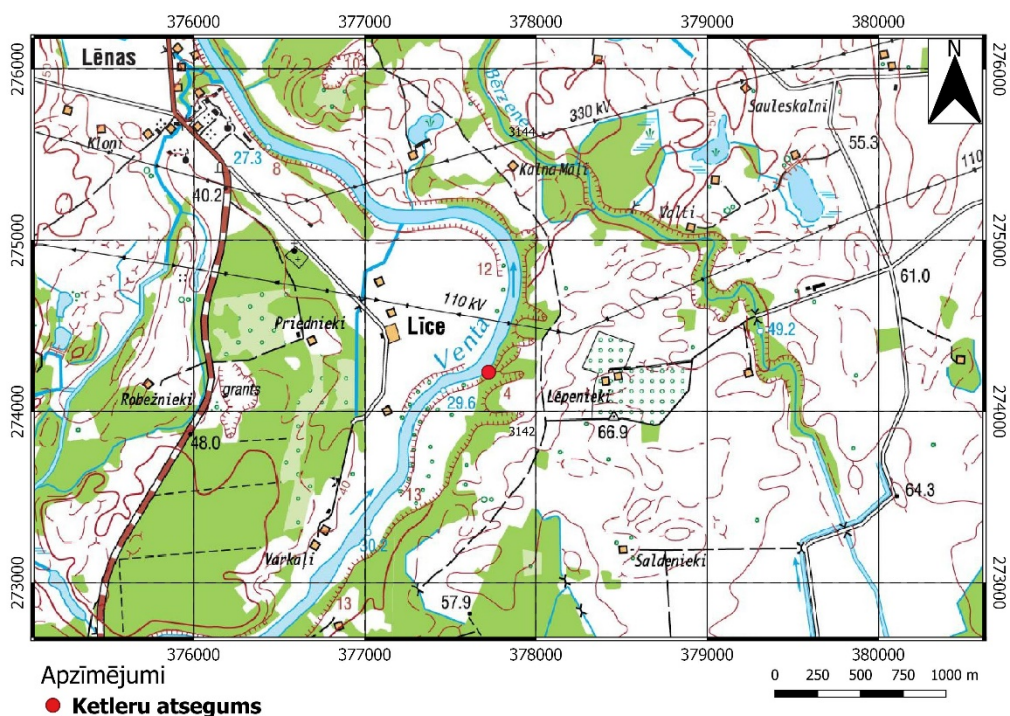
Lauka darbos tika veikti atseguma attīrīšanas darbi, tā dokumentēšana un ģeoloģiskā griezuma izveidošana, slāņīšu krituma azimuta un krituma leņķu mērīšana, kā arī paraugu ievākšana no atsevišķiem slāņiem. Kopumā tika izdalīti vairāki slāņi, tajā skaitā starpslāņi, par atsevišķu slāni uzskatot katru izsekojamo slīpo slāņīšu sēriju, kas tika attēloti ģeoloģiskajā griezumā, kā arī lauka grāmatiņā tika izveidots katra slāņa detalizēts apraksts. Griezums tika dokumentēts, veidojot zīmējumu mērogā 1:10 un fotografējot atseguma kopskatu un atsevišķas detaļas. Veicot atseguma dokumentēšanu, uzmanība tika pievērsta katra slāņa iežu granulometriskajam sastāvam, tekstūrai, krāsai, ieslēgumiem un fosiliju klātbūtnei, kas palīdzētu analizēt to veidošanās apstākļus un nodalīt fācijas. Paraugi granulometriskai un mikropaleontoloģiskai analīzei paņemti no dažādiem slāņiem tā, lai tiktu aptverti visi paveidi, kā arī no visiem slāņiem, kuros vizuāli noteikta fosiliju klātbūtne. Pavisam noņemts 51 paraugs, apmēram 150 grami katrs.



6.4. attēls. Mūru svītas Ķurbju, Vilku un Rukūzes atsegumu atrašanās vietas Svētes, Vilces un Rukūzes krastos. Kartes sagatavošanā izmantota Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras topogrāfiskā karte mērogā 1:50 000. Kroņauces lapa (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2019)



6.5. attēls. Tērvetes svītas Klūnu atseguma atrašanās vieta Skujenes upes labajā krastā. Kartes sagatavošanā izmantota Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras topogrāfiskā karte mērogā 1:50 000. Kroņauces lapa (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2019)



6.6. attēls. Ketleru svītas Ketleru atseguma atrašanās vieta pie bijušajām Ventas upes labajā krastā. Kartes sagatavošanā izmantota Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras topogrāfiskā karte mērogā 1:50 000. Ezeres un Skrundas lapa (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2019)

6.2. Laboratorijas pētījumu metodes

Laboratorijas darbi tika veikti Latvijas Universitātes Dabaszinātņu akadēmiskajā centrā (LU DAC), no 2018. gada rudens līdz 2019. gada pavasarim. Maģistra darba ietvaros tika noskaidrots Amulas, Mūru un Tērvetes svītas nogulumu paraugu granulometriskais sastāvs, kā arī akantožu mikroatlieku un makroatlieku izplatība Ogres, Amulas, Mūru un Tērvetes svītas nogulumiežos, kā arī to taksonomiskā piederība.

Paraugu pirmsapstrādes darbi (apstrādāšana ar skābēm un mālu atskalošana) un sietu analīze tika veikti Hidroģeoloģijas un inženierģeoloģijas, kā arī Iežu pētījumu laboratorijā. Detalizēts akantožu mikroatlieku (zvīņu) pētījums, izmantojot optiskos mikroskopus, tika veikts Mineraloģijas un paleontoloģijas laboratorijā, bet augstas izšķirtspējas mikrofotogrāfiju iegūšana – LU Ķīmiskās fizikas elektronmikroskopijas laboratorijā. Lai izpētītu akantožu dzelkšņus, tie tika mērīti, sazāgēti un tika pagatavoti pieslīpņi, ko veica Ervīns Lukševičs.

6.2.1. Granulometriskā analīze

Granulometriskā analīzes dati ir vērtīgs informācijas avots, kas sniedz priekšstatu par nogulumus veidojošā materiāla frakciju lielumu, ļaujot noteikt nogulumu sastāvu un veidu. Sākotnēji paraugi tika sagatavoti atbilstoši prasībām granulometriskās analīzes veikšanai. Atsegumos noņemtie siliciklastisko nogulumu paraugi tika žāvēti istabas apstākļos, aptuveni

20-22 °C. Lai atbrīvotos no karbonātiem, lielākā daļa paraugu tika apstrādāti ar skābēm. Granulometriskā sastāva noskaidrošanas vajadzībai izmantota 10% sālsskābe, savukārt mikroatlieku pētījumiem – 10% etiķskābe. Sausie paraugi pirms apstrādes ar skābi tika nosvērti, lai novērtētu karbonātu saturu. Aplieti ar šķīdumu, tie ik pa laikam apmaisīti. Reizi nedēļā mainīts šķīdums. Kad karbonāti izšķīduši, lai atbrīvotos no skābes, paraugi tika vairākas reizes skaloti ar ūdeni, dekantējot pēc nostādināšanas. Pēc žāvēšanas paraugi atkal tika nosvērti un noteikts karbonātu saturs.

Gatavojot paraugus smilšu frakcijas granulometriskai analīzei, paraugi skaloti caur 0,063 mm sietu, atkārtoti žāvēti un svērti; aprēķināts mālaini aleirītisko daļiņu procentuālais saturs. Smilšainajai frakcijai tika izmantota sietu analīze. Lai veiktu pietiekami detalizētu granulometrisku analīzi katram paraugam, kopumā tika izmantoti 12 sieti ar acu izmēriem (mm) – 1, 0,8, 0,63, 0,5, 0,4, 0,315, 0,25, 0,2, 0,16, 0,125, 0,1, 0,08, 0,063. Sietu izvēle tika precizēta atkarībā no konkrēto paraugu granulometriskā sastāva jeb tā, lai lielākais sietu acu izmērs sakristu ar paraugā esošo rupjāko graudu izmēru diapazonu. Granulometriskā analīze kopumā tika veikta 51 paraugam.

Siliciklastisko nogulumu granulometrisku frakciju robežas šajā darbā ir noteiktas pēc Č. Ventvorta klasifikācijas (*Wentworth*: pēc Tucker, 1991; 3.2.1. tab.). Iegūtie rezultāti tika fiksēti un apstrādāti *Gradistat* programmatūrā. Daļiņas, kas ir mazākas par 0,063 frakciju, tika apvienotas apvienots vienā frakcijā – 0,063-0,05 mm. Pēc Folka un Varda metodestika aprēķināti šādi parametri: šķirotības koeficients (*sorting*), granulometriskās līknes virsotnes smailums (*kurtosis*) un asimetrija (*skewness*). Šķirotības koeficients norāda uz atsevišķas frakcijas graudu daudzumu paraugā - jo mazāka σ_1 vērtība, jo augstāka šķirotības pakāpe. No zemākās līdz augstākai šķirotības pakāpei ir izdalītas šādas: sevišķi slikta šķirotība - >4,00; ļoti slikta šķirotība – 2,00-4,00; slikta šķirotība – 1,00-2,00; viduvēja šķirotība – 0,70-1,00; vidēji laba šķirotība – 0,50-0,70; laba šķirotība – 0,35-0,50; ļoti laba šķirotība - <0,35. Gan šķirotību, gan simetriju kopumā raksturo līknes virsotnes smailums. Par labu šķirotību liecina līkne ar smailu jeb izteiksmīgu ass virsotni, pretēji – līkne ar platu, neizteiksmīgu virsotni atspoguļo sliktu šķirotību. Granulometriskās līknes virsotnes smailums iedalās šādi: ļoti plata - <0,67; plata – 0,67-0,90; viduvēja – 0,90-1,11; smaila – 1,11-1,50; ļoti smaila – 1,50-3,00; sevišķi smaila - >3,00. Asimetrija norāda uz dominējošām frakcijām. Skaitliskā izteiksmē tā ir vai nu pozitīvs vai negatīvs skaitlis, kas variē no -1 līdz +1. Negatīvās vērtības norāda līknes novirzi no līdzsvara stāvokļa uz rupjāko frakciju pusi, bet pozitīvās – uz smalkāko frakciju pusi. Līknes tendence uz vienu vai otru pusi atspoguļo raksturīgāko graudu īpatsvaru paraugā, veidojot asimetrisku formu. To vērtības: ļoti negatīva noliece – -0,3 līdz -1,0; negatīva noliece – 0,1 līdz -0,3; simetrija – 0,1 līdz -0,1; pozitīva noliece – 0,1 līdz 0,3; ļoti pozitīva noliece -

0,3 līdz 1,0 (McManus 1988; Buls 2007). Izmantojot procentuālā sastāva līkņu datus, tika precizēts katra slāņa smilšakmens granulometriskais sastāvs un dots precīzs nosaukums.

6.2.1. tabula.

Drupiežu klasifikācija pēc Č. Ventvorta (Tucker 1991)

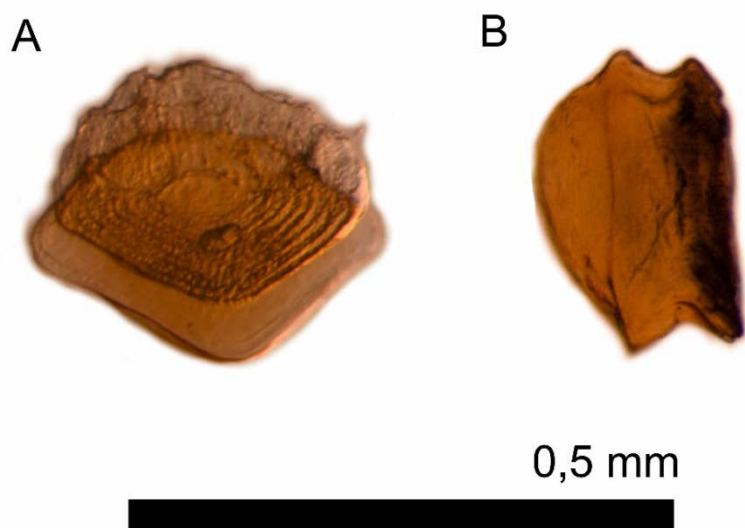
Daļiņu izmērs, mm	Daļiņu izmērs, ϕ	Ieža frakcijas nosaukums
>256	<-8	Laukakmens
64-256	-6 līdz -8	Oļi
32-64	-5 līdz -6	Ļoti rupjgraudaina grants
16-32	-4 līdz -5	Rupjgraudaina grants
8-16	-3 līdz -4	Vidējgraudaina grants
4-8	-2 līdz -3	Smalkgraudaina grants
2-4	-1 līdz -2	Ļoti smalkgraudaina grants
1-2	0 līdz -1	Ļoti rupjgraudaina smilts
0,5-1	1 līdz 0	Rupjgraudaina smilts
0,25-0,5	2 līdz 1	Vidējgraudaina smilts
0,125-0,25	3 līdz 2	Smalkgraudaina smilts
0,0625-0,125	4 līdz 3	Ļoti smalkgraudaina smilts
0,0039-0,0625	8 līdz 4	Aleirīts
0,00098-0,0039	10 līdz 8	Māls

6.2.2. Mikrofosīliju analīze

Akantožu mikroskopiskās atliekas – zvīņas – tika iegūtas no dažādiem pētīto atsegumu slāņiem. Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Mineraloģijas un paleontoloģijas laboratorijā, no katra žāvēto smilšaino nogulumu parauga tika ņemts 1 g paraugs. Tālāk, zem *Zeiss Stemi DV4 Spot* mikroskopa tika atlasītas akantožu zvīņas. Atlasot, tika izmantota smalka adata, savukārt Franka kamerās zvīņas ievietotas ar viegli mitras otas palīdzību. Kopumā tika atlasītas un novērtētas 735 zvīņas; to skaits vienā paraugā (1 g) variē no 0 līdz pat 91 vienībai. Jāuzsver, ka tika atlasītas visas zvīņas, gan labi saglabājušās, gan slikti, tādējādi novērtējot to saglabāšanās pakāpi katrā slānī. Turpmāk no iegūtajām zvīņām tika atlasītas veselākās, un ar abpusēji līmējošo speciālo, elektrību vadošo plēvīti pielīmētas uz alumīnija priekšmetu galdiņa. Fotografēšana notika Ķīmiskās fizikas institūta elektronmikroskopijas laboratorijā, kur tika izmantota *Hitachi S-4800* iekārta un tam pievienotā *WinTV2000* programmatūra. Skenējošā elektronmikroskopa (SEM) darbības principa pamatā ir virzīta elektronu kūļa mijiedarbība ar paraugu. Tā laikā izsistie, atpakaļ atstarotie vai caurejošie elektroni nonāk elektronu plūsmas intensitātes detektoros, ļaujot izveidot parauga virsmas attēlu. Fotografēšanu veica LU Ķīmijas fakultātes maģistra programmas students Daniels Jevdokimovs. Lai elektroni neuzlādētu paraugus, to virsmu

pirms fotografēšanas parasti pārklāja ar apmēram 200 Å biezu zelta kārtiņu; pēdējā fotografēšanas sesijā tehnisko problēmu dēļ tas netika darīts, kas būtiski pazemināja iegūto fotogrāfiju kvalitāti. Tika izmantots 180-350 reizes liels palielinājums, kas ļāva saskatīt zvīņu virsmu ornamentējumu, ultraskulptūru un noteikt akantožu sugas. Zvīņu izmēri – kronīša garums un platums – ir mērīti pēc mikrofotogrāfijām.

Ar imersijas eļļas palīdzību pētīta zvīņu histoloģiskā uzbūve. Tās tika iegremdētas caurspīdīgā ar dzeltenīgu nokrāsu 1,63 imersijas eļļā, kas ļauj palielināt objekta caurredzamību, kā arī novērot paraugus ar lielāku izšķirtspēju un palielinājuma jaudu (6.2.2. attēls). Tie tika fotografēti, izmantojot optisko mikroskopu *Leica MZ16* ar pievienoto fotokameru. Lai attēls būtu labāk uztverams, nācās mainīt gan palielinājumu, gan apgaismojuma intensitāti, atkarībā no telpiskā izvietojuma. Izmēri tika noteikti, izmantojot mikroskopa mēroga skalu. Diemžēl, laika trūkuma dēļ histoloģiskās uzbūves pētījumi netika turpināti.



6.2.2. attēls. „*Devononchus tenuispinus*” zvīņas histoloģiskā uzbūve mikrofotogrāfijā no Tērvetes svītas smilšakmeņu 7. slāņa Klūnu atsegumā; A-B – viena un tā pati zvīņa dažādās pozīcijās: A – skatā no kronīša labi saskatāma kronīša koncentriskā uzbūve; B – skatā no sāniem var redzēt vienu no kakliņa un pamatnes pieauguma līnijām, kā arī vairākas koncentriskas līnijas kronītī (attēlā labajā daļā). Mēroga lineāla garums ir 0,5 mm.

6.3. Fāciju analīze

Fāciju analīze veikta kamerālos apstākļos, izmantojot lauka un laboratorijas darbos iegūtos datus par nogulumiežu sastāvu, krāsu, tekstūrām, slāņojuma elementu mērījumu datiem, ieslēgumiem, mikroskopiskām un makroskopiskām fosilijām, un bastoties uz mūsdienu sedimentoloģijā pieņemto pieeju fāciju definīcijās (skat. 4. nodaļu). Pavisam tika nodalītas 16 siliciklastisko nogulumiežu fācijas, kurām piešķirti numuri no 1 līdz 16.

7. FRANAS UN FAMENAS STĀVA NOGULUMI UN FĀCIJAS PĒTĪTAJOS ATSEGUMOS

Pēc ģeoloģisko griezumu apraksta un granulometriskās analīzes datiem pētītajos Kalnamuižas, Gavēņu, Ķurbju, Vilku, Rukūzes, Klūnu, Ketleru, kā arī 8. atsegumā Gurovas gravā, var izdalīt sešpadsmit nogulumiežu fācijas (fāciju raksturojums izklāstīts 4. nodaļā; fāciju numerāciju skat. diskusiju), kas pēc būtības ir iežu tipi ar tiem raksturīgām īpašībām, kuras var izmantot veidošanās apstākļu interpretācijā atbilstoši mūsdienu priekšstatiem par fāciju nodalīšanu sedimentoloģijā, kā arī lai noskaidrotu akantožu atlieku izplatības likumsakarības saiknē ar nogulumu granulometrisko sastāvu un fācijām.

7.1. Nogulumu sastāvs, tekstūras un fācijas Ogres svītas 8. atsegumā Gurovas gravā un Kalnamuižas atsegumā

Vēlā devona Ogres svītas nogulumiežu 8. atsegumā Gurovas gravā tika nodalīti astoņi slāņi. Tie nodalīti galvenokārt pēc slāņojuma tekstūras un struktūras. Siliciklastiskos nogulumus šeit pārsvarā veido vāji konsolidēti gaiši brūnas krāsas ļoti smalkgraudaini līdz pat vidējgraudaini smilšakmeņi ar plūdmaiņu ietekmes pazīmēm (7.1.1. attēls). Par to liecina plaši sastopamās māla un vizlas kārtiņas uz slīpo slānīšu virsmām. Jāatzīmē, ka vienīgi 7. slānī novērots maza mēroga muldveida slāņojums ar straumju ripsnojuma pazīmēm, kas norāda uz seklūdēns apstākļiem. Atseguma dienvidu daļā lauka darbos atrastas mugurkaulnieku makroskopiskās atliekas, bet laboratorijas darbu gaitā konstatētas arī akantožu mikroskopiskās atliekas. Arī Kalnamuižas atseguma nogulumi tika nošķirti lielākoties pēc slāņojuma tekstūras, tomēr, jāatzīmē, ka atseguma slāņos netika atrastas seno organismu makrofosīlijas (7.1.2. attēls). Šeit sastop gaiši brūnus līdz pelēkus, vāji konsolidētus, smalkgraudainus līdz ļoti smalkgraudainus smilšainus nogulumus ar samērā lielu vizlas klātbūtni atseguma augšdaļā, turpretī apakšdaļā visai lielā daudzumā konstatēti mālaina aleirolītiska materiāla saveltņi grants, pat oļu izmēra lielumā. Pēc augstāk minētajām iezīmēm, ģeoloģiskajā griezumā tika izdalīti un dokumentēti 14 slāņi.

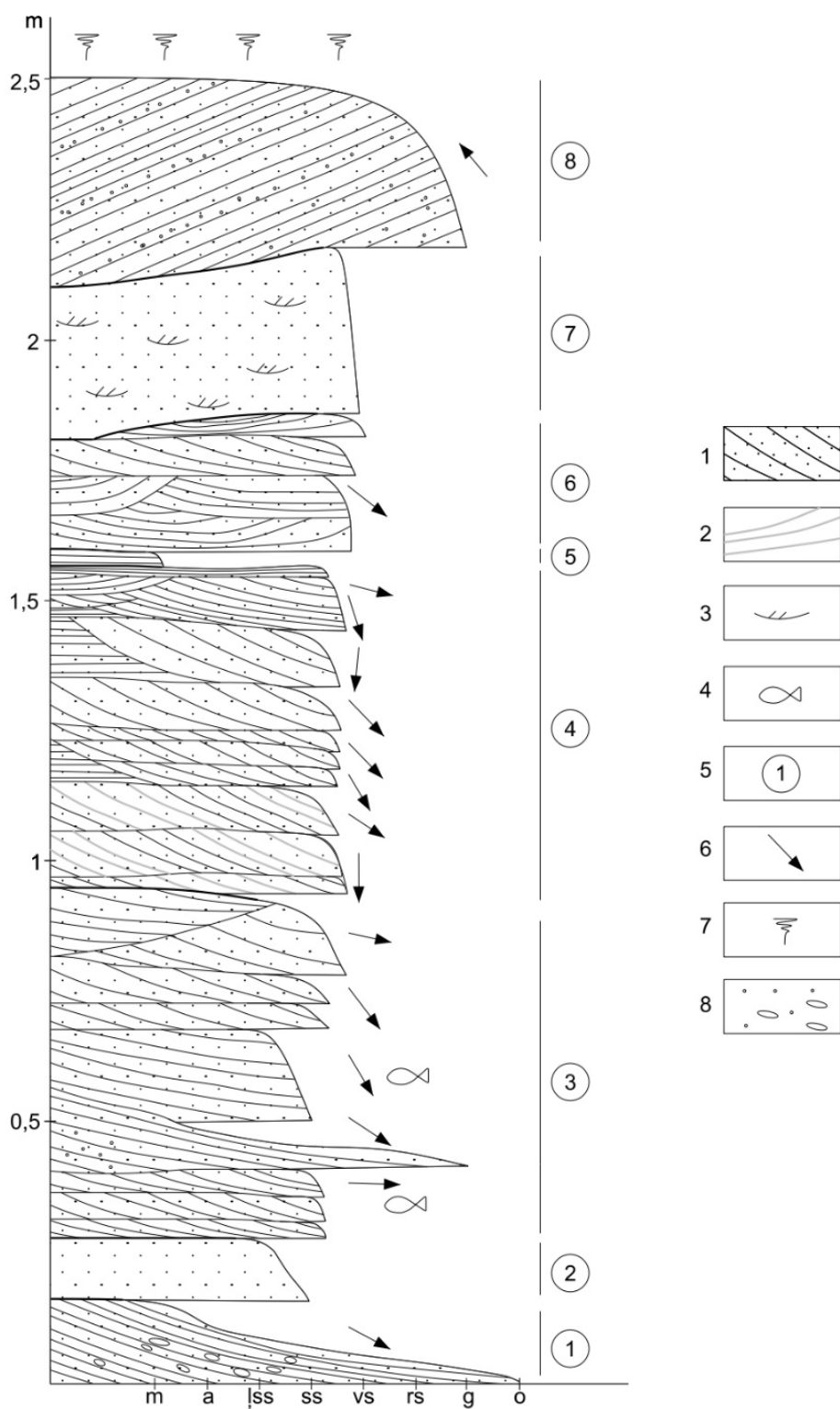


7.1.1. attēls. Vēlā devona Ogres svītas 8. atsegums Gurovas gravā



7.1.2. attēls. Vēlā devona Ogres svītas Kalnamuižas atseguma apakšējā un vidusdaļa

Ogres svītas ģeoloģiskais griezum Gurovas gravas 8. atsegumā izveidots aptuveni 250 cm biezumā (7.1.3. attēls).



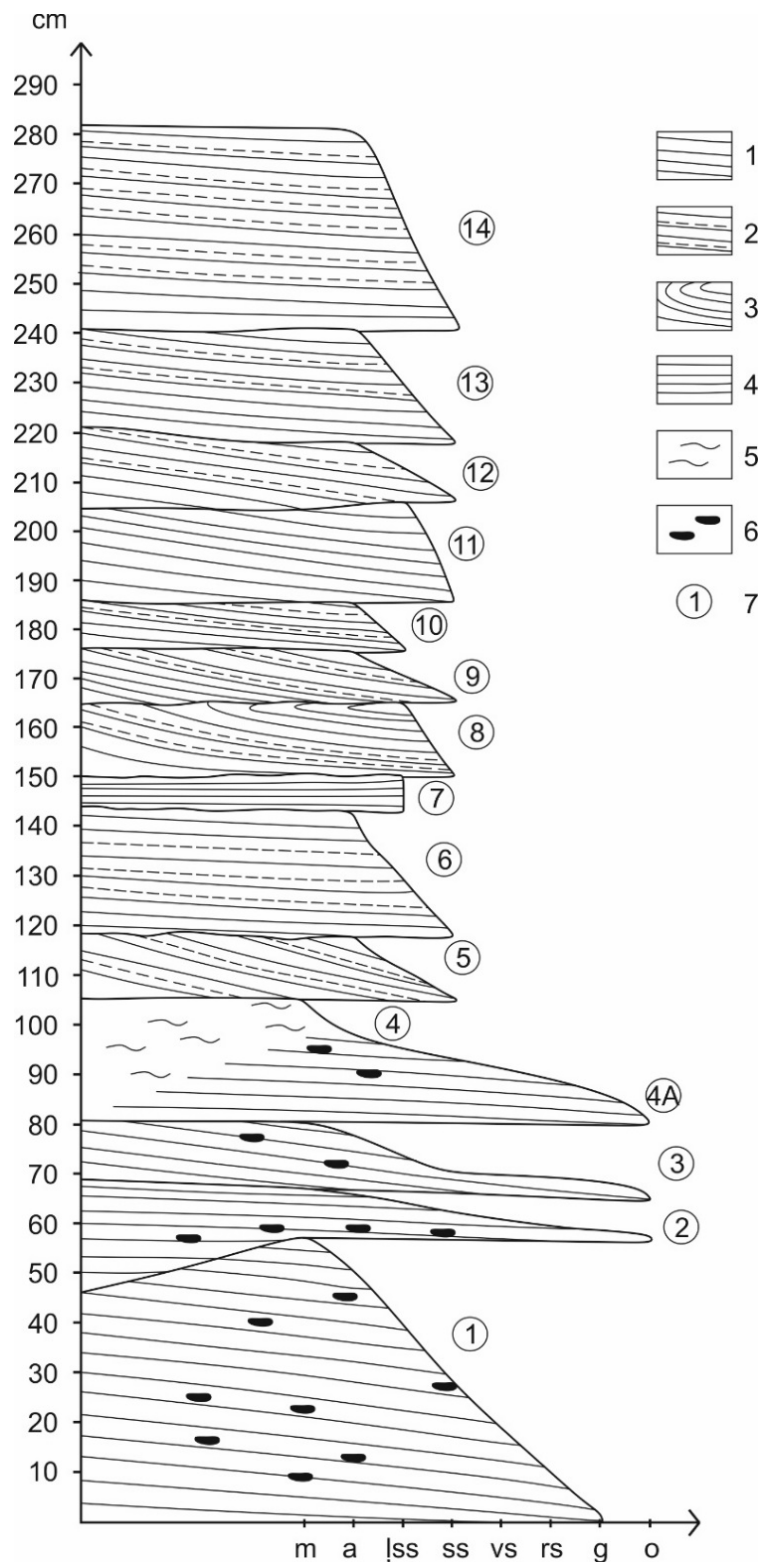
7.1.3. attēls. Ogres svītas Gurovas gravas 8. atseguma ģeoloģiskais griezum (Reķe un Mačute 2019)

Apzīmējumi: 1 - slāp slāņots smilšakmens; 2 - plūdmaiņu pazīmes; 3 - muldveida straumju ripsnojums; 4 - zivju makrofosilijas; 5 - slāņa numurs; 6 - slīpo slānīšu krituma azimuts; 7 - augsne (kvartāra nogulumi); 8 - māla saveltņi.

1. slānis: smilšakmens smalkgraudains, vāji konsolidēts, oranžā krāsā, ar zilganpelēkiem māla saveltņiem grants un oļu izmēra lielumā slāņa dienvidu daļā; slīpslāņota tekstūra. Slānīšu krituma azimuts - 118° , krituma leņķis - 22° . Mugurkaulnieku atliekas netika konstatētas. Biezums – 16 cm.
2. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; viendabīga tekstūra. Fosīlijas netika novērotas. Biezums – 11 cm.
3. slānis: smilšakmens smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā ar zilganpelēkiem māla saveltņiem garnts lielumā, kas koncentrējas slāņa dienvidu daļā, vietām sastop māla starpkārtnas; slīpslāņota tekstūra ar plūdmaiņu pazīmēm. Slīpo slānīšu krituma azimuta un krituma leņķa mērījumi griezumā uz augšu: $92^{\circ}/14^{\circ}$; $123^{\circ}/16^{\circ}$; $149^{\circ}/21^{\circ}$; $143^{\circ}/14^{\circ}$; $102^{\circ}/28^{\circ}$. Ir zivju makrofosīlijas divās slīpslāņotajās smilšakmens sērijās. Biezums – līdz 70 cm;
4. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz vidējgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; slīpslāņots smilšakmens ar izteikti identificējamām plūdmaiņu pazīmēm – vizlas un māla kārtiņas uz slīpo slānīšu virsmām. Krituma azimuta un krituma leņķa mērījumi griezumā uz augšu: $180^{\circ}/18^{\circ}$; $123^{\circ}/29^{\circ}$; $149^{\circ}/30^{\circ}$; $136^{\circ}/18^{\circ}$; $136^{\circ}/17^{\circ}$; $186^{\circ}/26^{\circ}$; $162^{\circ}/22^{\circ}$; $104^{\circ}/26^{\circ}$. Šajā slāņkopā un turpmāk griezumā mugurkaulnieku makroatliekas nav konsatējamas. Biezums – līdz 60 cm.
5. slānis: māls, vāji konsolidēts, zilganpelēkā krāsā; nav izteikta tekstūra. Biezums – līdz 5 cm.
6. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz vidējgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; muldveida slāņojuma tekstūra ar plūdmaiņu pazīmēm. Slāņkopas centrālajā daļā krituma azimuts - 128° , krituma leņķis - 18° . Biezums – līdz 30 cm.
7. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz vidējgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; maza mēroga muldveida slāņojuma tekstūra ar straumju ripsnojuma pazīmēm. Biezums – līdz 30 cm.
8. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz vidējgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar grants izmēra māla saveltņiem uz slīpo slānīšu virsmām; slīpslāņota tekstūra. Krituma azimuts 320° , krituma leņķis - 28° . Biezums – līdz 40 cm.

Ogres svītas nogulumieži 8. atsegumā Gurovas gravā tika nodalītas sešs fācijās: slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem (Nr. 1), slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), smilšakmens ar straumju ripsnojumu (Nr. 6), slīpslāņots smilšakmens (Nr. 7), smilšakmens ar viendabīgu tekstūru (Nr. 8), mālainie nogulumieži ar viendabīgu tekstūru (Nr. 15) (sk. 1. pielikumu).

Kalnamuižas atseguma izveidotā griezuma augšējā robeža sniedzas aptuveni 280 cm augstumā (7.1.4. attēls)



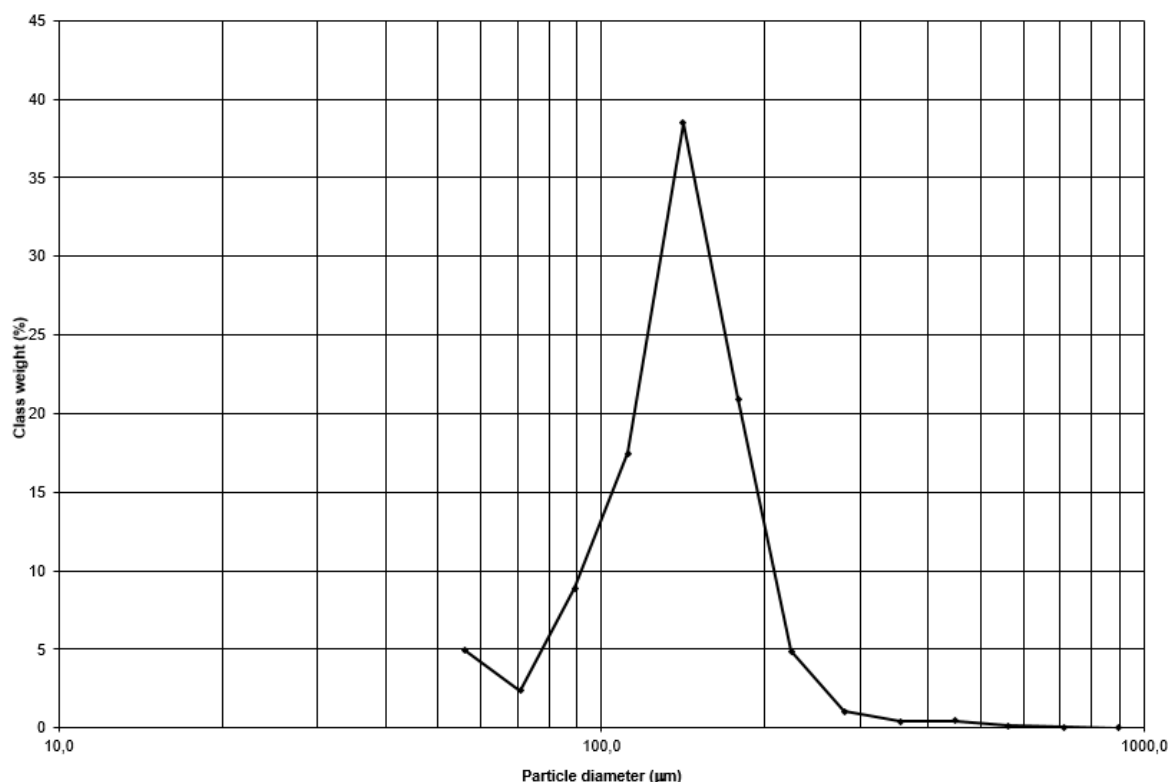
7.1.4. attēls. Ogres svītas Kalnamuižas atseguma ģeoloģiskais griezum

Apzīmējumi: 1 - slīpslāņots smilšakmens; 2 - slīpslāņots smilšakmens ar vizlas kārtiņām gar slīpo slānīšu virsmu; 3 - smilšakmens ar konvolūtu slāņojuma tekstūra; 4 - smilšakmens ar horizontālu slāņojuma tekstūru; 5 - smilšakmens ar viļņu ripsnojuma pazīmēm; 6 - mālaini aleirītiska materiāla saveltņi; 7 - slāņa numurs.

1. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar zilgana māla saveltņiem grants lielumā; slīpslāņota tekstūra. Griezumā mugurkaulnieku makroatliekas netika konstatētas; biezums mainīgs, no 46 cm līdz 56 cm.
2. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, atsevišķās vietās ar zilgana māla saveltņiem oļu lielumā; muldveida slāņojuma tekstūra. Biezums mainīgs, no 11 cm līdz 23 cm.
3. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; muldveida slāņojuma tekstūra, atsevišķās vietās gar slānīšu virsmu novērojami zilgana māla saveltņi oļu lielumā. Biezums - 12 cm.
- 4A. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar retiem zilgana māla saveltņiem oļu lielumā; slīpslāņota tekstūra. Maksimālais biezums - 17 cm.
4. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar viļņu ripsnojuma pazīmēm; viendabīga tekstūra. Biezums mainīgs, no 9 līdz 25 cm.
5. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; slīpslāņota tekstūra, ko vietām gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Novērojamas labi izteiktas plūdmaiņu kopu pazīmes. Biezums mainīgs, no 12 cm līdz 13 cm.
6. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz alierītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā līdz gaiši pelēkā krāsā, ar vizlas piejaukumu; muldveida slāņojuma tekstūra; neregulāra slāņa pamatne. Maksimālais biezums - 23 cm.
7. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; horizontāli slāņota tekstūra. Neregulāra slāņa pamatne. Maksimālais biezums – 8 cm.
8. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā līdz gaiši pelēkā krāsā, ar vizlas piejaukumu; konvolūta slāņojuma tekstūra. Neregulāra slāņa pamatne. Maksimālais biezums – 15 cm.
9. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz alierītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā līdz gaiši pelēkā krāsā; slīpslāņota tekstūra, ko vietām gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Novērojams cikliskums, kas raksturo plūdmaiņu pazīmes. Neregulāra slāņa pamatne. Maksimālais biezums – 12 cm.
10. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā līdz gaiši pelēkā krāsā; slīpslāņota tekstūra, ko atsevišķās vietās gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Vērojamas plūdmaiņu pazīmes. Biezums – 10 cm.
11. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; slīpslāņota tekstūra. Biezums mainīgs, no 19 cm līdz 21 cm.

12. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā līdz gaiši pelēkā krāsā, atsevišķās vietās slānīša virsmu pasvītro vizla; slīpslāņota tekstūra. Vērojamas cikliskuma pazīmes. Biezums mainīgs, no 11 cm līdz – 17 cm.
13. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar vizlas piejaukumu; slīpslāņota tekstūra, ko ziemeļu daļā pasvītro vizla gar slīpo slānīšu virsmu. Biezums mainīgs, no 19 cm līdz – 24 cm.
14. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā līdz pelēkā krāsā, ar samērā lielu vizlas piejaukumu; slīpslāņota tekstūra. Viscaur saskatāmas cikliskuma pazīmes. Biezums - 42 cm.

Granulometriskās analīzes rezultāti uzrāda, ka smilšakmens pārsvarā ir smalkgraudains, vidējais ģeometriskais variē no 0,136 mm ($\phi = 2,879$) 9. slānī (7.1.5. attēls) līdz 0,180 mm ($\phi = 2,476$) 2. slānim (7.1.1. tabula). Jāmin, ka vienīgi 4. slānī 4A paraugs (saveltnis) atbilst ļoti smalkgraudaini smilšaina rupjā aleirolīta frakcijai ar vidējo ģeometrisko 0,079 mm ($\phi = 3,662$). Pēc aprēķinātajiem datiem, var secināt, ka lielākoties graudu šķirotība ir laba (šķirotības koeficients mainās no 0,392 līdz 0,499), bet sastopams arī vidēji labi šķirots smilšakmens paraugs – 4A (šķirotības koeficients – 0,681), ko visticamāk ietekmē parauga ņemšanas vieta (sk. 9.-14. pielikumus).



7.1.5. attēls. Kalnamuižas atseguma 9. slāņa granulometriskā sastāva variācijas līkne ļoti smalkgraudainam smilšakmenim

Kalnamuižas atseguma siliciklastisko nogulumu granulometriskā sastāva dati

Nr. p. k.	Par. nr.	Vid. geom. (mm)	Vid. ϕ	Frakcijas nosaukums	Šķirotības koeficients	Šķirotība
1	2	0,180	2,476	Smalkgraudaina smilts	0,481	Laba
2	3	0,164	2,606	Smalkgraudaina smilts	0,392	Laba
3	4	0,159	2,649	Smalkgraudaina smilts	0,407	Laba
4	4A	0,079	3,662	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,681	Vidēji laba
5	6	0,138	2,861	Smalkgraudaina smilts	0,439	Laba
6	9	0,136	2,879	Smalkgraudaina smilts	0,480	Laba
7	11	0,151	2,729	Smalkgraudaina smilts	0,499	Laba

Ogres svītas Kalnamuižas atsegumā, tāpat kā atsegumā Gurovas gravā, ir nodalītas sešas fācijas: slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem (Nr. 1), slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), smilšakmens ar deformācijas tekstūrām (Nr. 5), slīpslāņots smilšakmens (Nr. 7), smilšakmens ar viļņu ripsnojumu (Nr. 9), horizontāli slāņots smilšakmens (Nr. 11) (sk. 2. pielikumu).

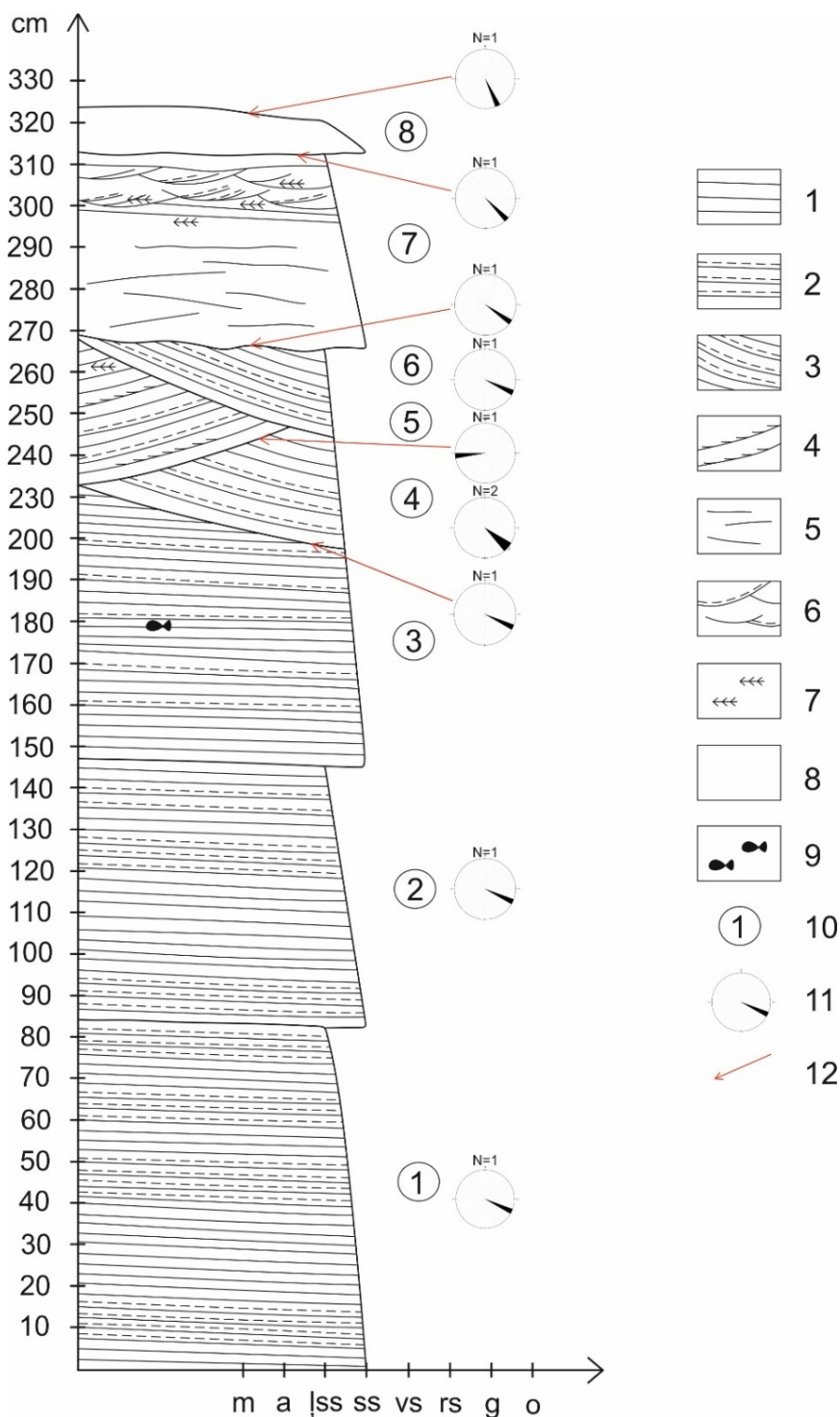
7.2. Nogulumu sastāvs, tekstūras un fācijas Amulas svītas Gavēņu atsegumā

Vēlā devona Amulas svītas nogulumos Gavēņu atsegumā (7.2.1. attēls), kas atrodas augšpus Lejas Gavēņiem, tika nodalīti astoņi slāņi. Tie galvenokārt atšķiras pēc slāņojuma tekstūras, kā arī floras un faunas atlieku satura. Pēc autores datiem Amulas svīta šeit sastāv no pelēkiem līdz tumši pelēkiem, vāji konsolidētiem, ļoti smalkgraudainiem un smalkgraudainiem smilšakmeņiem ar ievērojamu vizlas klātbūtni, kā arī atsevišķās vietās ar zivju un augu makro- un mikroatliekām.



7.2.1. attēls. Vēlā devona Amulas svītas Gavēņu atseguma apakšējā daļa

Amulas svītas ģeoloģiskais griezumā Gavēņu atsegumā izveidots aptuveni 325 cm biežumā (7.2.2. attēls).



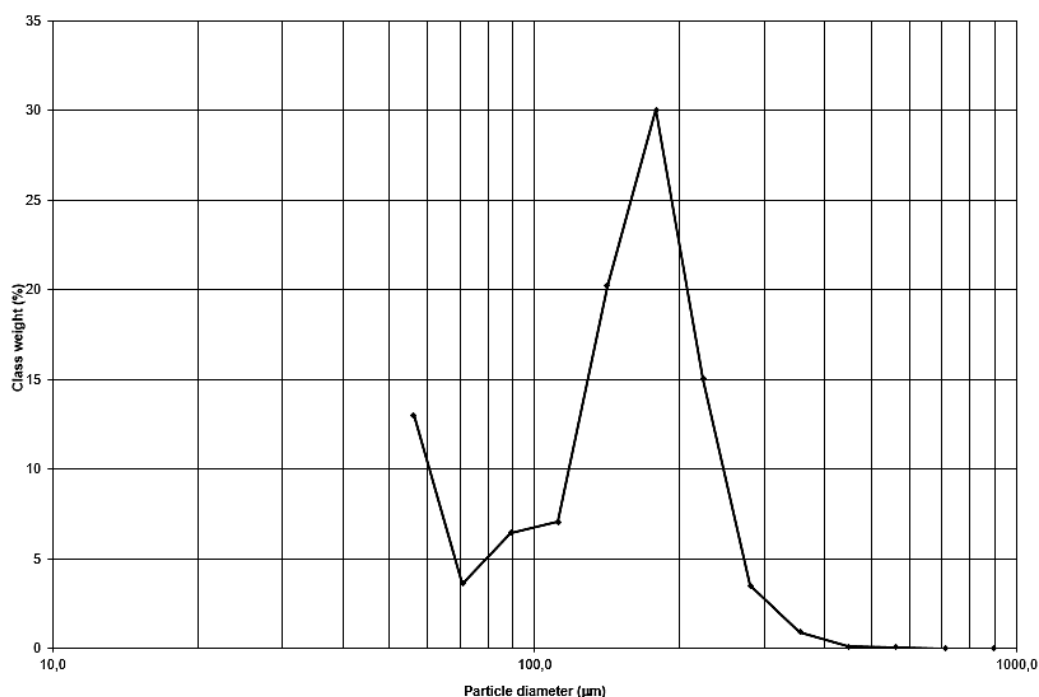
7.2.3. attēls. Amulas svītas Gavēņu atseguma ģeoloģiskais griezumā

Apzīmējumi: 1 - slīpslāņots smilšakmens; 2 - slīpslāņots smilšakmens ar vizlas kārtiņām gar slīpo slānīšu virsmu; 3 - smilšakmens ar muldevida slāņojuma tekstūru un ar vizlas kārtiņām gar slīpo slānīšu virsmu; 4 - kāpjošais ripsnojums; 5 - smilšakmens ar neizteiktu slāņojuma tekstūru; 6 - smilšakmens ar maza mēroga muldveida slāņojumu; 7 - augu atliekas; 8 - smilšakmens ar viendabīgu tekstūru; 9 - zivju fosīlijas; 10 - slāņa numurs; 11 - rozēs diagramma; 12 - krituma azimuta un krituma leņķa mērījuma vieta.

1. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, tumši pelēkā krāsā, ar samērā lielu organikas piejaukumu (griezumā organisko vielu saturs samazinās uz augšu); lēzeni slāņota tekstūra, ko vietām gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Vizlainās kārtiņas smilšakmenī veido ritmītus, kuros novērojamas izteiktas plūdmaiņu kopas. Krituma azimuts – 120° , krituma leņķis – 14° . Zivju atliekas netika konstatētas; biežums mainīgs, no 83 cm līdz 84 cm.
2. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, pelēkā krāsā; lēzeni slāņota tekstūra, ko vietām gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Līdzīgi kā 1. slānī, novērojamas izteiktas plūdmaiņu kopas. Krituma azimuts – 118° , krituma leņķis – 12° . Mugurkaulnieku atliekas netika novērotas; biežums mainīgs, no 62 cm līdz 63 cm.
3. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, pelēkā krāsā; lēzeni slāņojums, ko atsevišķās vietās gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Novērojami neizteikti plūdmaiņu ritmīti. Konstatēta zivju makrofosīlija; biežums mainīgs, no 51 cm līdz 63 cm.
4. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, pelēkā krāsā; muldveida slāņojuma tekstūra, ko vietām gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Slīpslāņotās sērijas šuves apakšējās virsmas krituma azimuts – 118° , krituma leņķis – 14° , slānīšu krituma azimuta un krituma leņķa mērījumi – $132^{\circ}/21^{\circ}$; $130^{\circ}/19^{\circ}$. Fosīlijas netika novērotas. Maksimālais biežums - 43 cm.
5. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, pelēkā krāsā, ar vizlas piejaukumu; muldveida slāņojuma tekstūra ar kāpjošo ripsnojumu. Slīpslāņotās sērijas šuves apakšējās virsmas krituma azimuts – 268° , krituma leņķis – 11° . Konstatētas augu atliekas, savukārt zivju atliekas netika novērotas. Maksimālais biežums – 34 cm.
6. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, pelēkā krāsā; muldveida slāņojuma tekstūra, ko vietām gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Slīpslāņotās sērijas šuves apakšējās virsmas krituma azimuts – 123° , krituma leņķis – 21° . Slānīšu krituma azimuts – 114° , krituma leņķis – 23° . Mugurkaulnieku atliekas netika atrastas. Līdz šim novērotas plūdmaiņu kopas. Maksimālais biežums – 21 cm.
7. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, pelēkā krāsā ar vizlas piejaukumu slāņa ziemeļu daļā; griezuma ziemeļu daļā maza mēroga muldveida slāņojums, lielākoties neizteikta tekstūra; neregulāra slāņa pamatne. Plūdmaiņu kopas un zivju atliekas nav konstatētas. Slāņa ziemeļu daļā bieži vērojamas augu atliekas. Maksimālais biežums – 46 cm.
8. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, pelēkā krāsā; viendabīga tekstūra. Neregulāra slāņa augšdaļa – erozijas virsma. Sērijas šuves

apakšējās virsmas krituma azimuts – 140°, krituma leņķis – 14°; augšējās virsmas krituma azimuts – 156°, krituma leņķis – 33°. Mugurkaulnieku atliekas netika atrastas. Maksimālais biezums – 11 cm.

Sprīžot pēc granulometriskās analīzes rezultātiem, kas iegūti, izmantojot *Gradistat* programmu, smilšakmens lielākoties ir ļoti smalkgraudains, vidējais ģeometriskais variē no 0,092 mm ($\phi = 3,439$) 5. slānī līdz 0,123 mm ($\phi = 3,024$) 7. slānim (7.2.1. tabula). Jāatzīmē, ka vienīgi 6. slānī iegūtais smilšakmens paraugs atbilst smalkgraudainas smilts frakcijai ar vidējo ģeometrisko 0,136 mm ($\phi = 2,880$) (7.2.3. attēls). Pēc aprēķinātajiem datiem, var konstatēt, ka graudu šķirotība ir vidēji laba (šķirotības koeficients mainās no 0,523 līdz 0,698) (sk. 15.-21. pielikumus).



7.2.3. attēls. Gavēņu atseguma 6. slāņa granulometriskā sastāva variācijas līkne smalkgraudainam smilšakmenim

7.2.1. tabula.

Gavēņu atseguma siliciklastisko nogulumu granulometriskā sastāva dati

Nr. p. k.	Par. nr.	Vid. ģeom. (mm)	Vid. ϕ	Frakcijas nosaukums	Šķirotības koeficients	Šķirotība
1	1	0,097	3,363	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,633	Vidēji laba
2	2	0,100	3,314	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,692	Vidēji laba
3	3	0,104	3,272	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,640	Vidēji laba
4	4	0,121	3,049	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,528	Vidēji laba
5	5	0,092	3,439	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,652	Vidēji laba
6	6	0,136	2,880	Smalkgraudaina smilts	0,698	Vidēji laba
7	7	0,123	3,024	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,523	Vidēji laba
8	8	0,121	3,050	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,576	Vidēji laba

Amulas svītas Gavēņu atsegumā tika nodalītas piecas fācijas: slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), liela biezuma slīpslāņots smilšakmens (Nr. 3), slīpslāņots smilšakmens ar kāpjošo ripsnojumu (Nr. 4), slīpslāņots smilšakmens (Nr. 7), smilšakmens ar viendabīgu tekstūru (Nr. 8) (sk. 3. pielikumu).

7.3. Nogulumu sastāvs, tekstūras un fācijas Mūru svītas Ķurbju, Vilku un Rukūzes atsegumos

Pēfītie Ķurbju, Vilku un Rukūzes atsegumi pārstāv Mūru svītu. Ķurbju atsegumā tika izdalīti seši slāņi, savukārt Vilku un Rukūzes pārstāvētajos atsegumos – četri slāņi. Slāņi lielākajā gadījumā nodalīti pēc tekstūras un struktūras, primārajiem piejaukumiem, kā arī faunas atliekām un nospiedumiem. Jāmin, ka vienīgi Rukūzes atsegumos netika novērotas organismu atlieku vai pēdu pazīmes. Mūru svītu pēfītajos atsegumos raksturo stipri līdz vāji konsolidēti siliciklastiski nogulumi, vietām ar dolomīta cementu, jo īpaši – Ķurbju atsegumā (7.3.1. attēls). Nogulumi ir smalkgraudaini līdz ļoti smalkgraudaini smilšakmeņi. Ķurbju, arī Vilku atsegumā sastop māla saveltņus oļu izmēra lielumā. Vizlas klātbūtne dominē atsegumu dienvidu daļās (7.3.2. attēls).

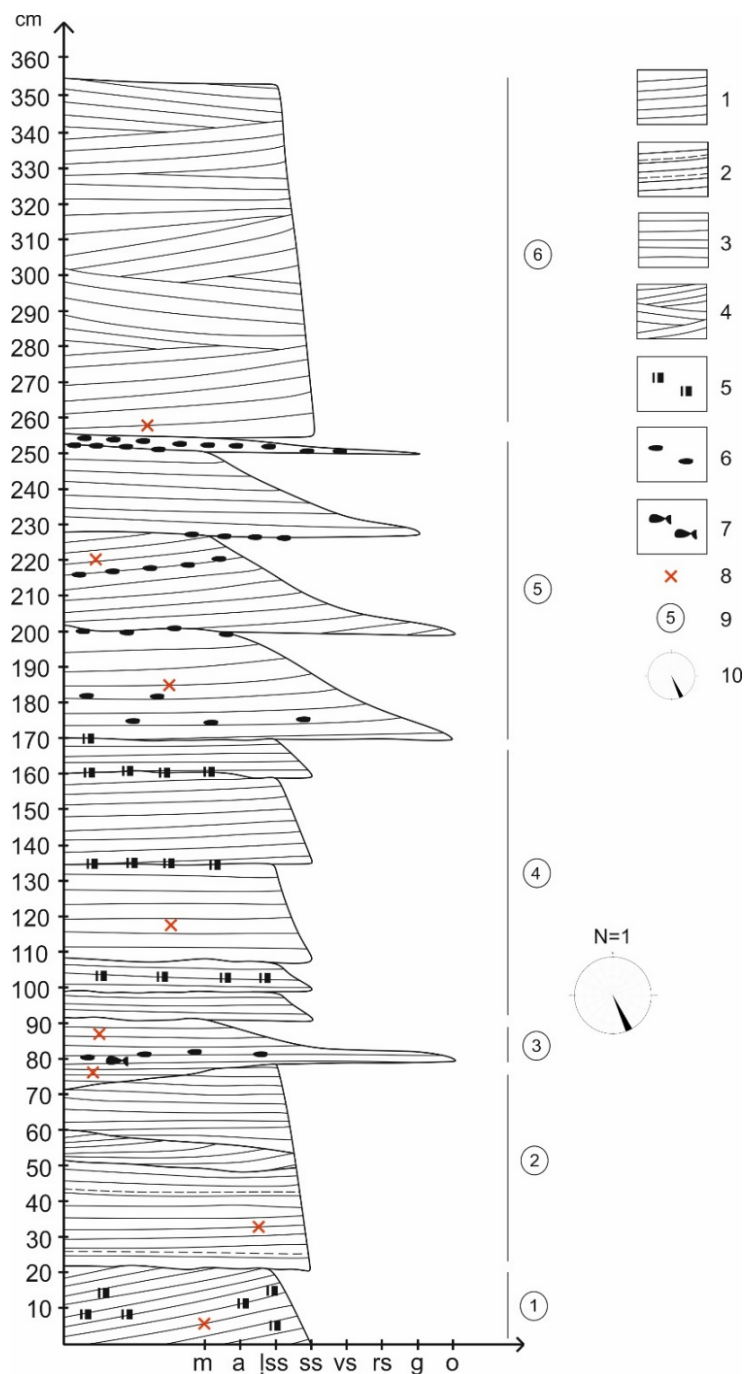


7.3.1. attēls. Vēlā devona Mūru svītas Ķurbju atsegums



7.3.2. attēls. Vēlā devona Mūru svītas Vilku atsegums

Mūru svītas ģeoloģiskais griezumā Ķurbju atsegumā izveidots aptuveni 355 cm biežumā (7.3.3. attēls).



7.3.3. attēls. Mūru svītas Ķurbju atseguma ģeoloģiskais griezum

Apzīmējumi: 1 - slīpslāņots smilšakmens; 2 - slīpslāņots smilšakmens ar vizlas kārtiņām gar slīpo slānīšu virsmu; 3 – smilšakmens ar horizontālu slāņojuma tekstūru; 4 - smilšakmens ar muldevida slāņojuma tekstūru; 5 – dolomīta cementi; 6 - mālaini aleirītiska materiāla saveltņi; 7 – zivju fosīlijas; 8 – parauga ņemšanas vieta; 9 - slāņa numurs; 10 - rozes diagramma.

1. slānis: smilšakmens smalkgraudains, konsolidēts, brūnā krāsā, ar dolomīta garoziņām un dzelzs piejaukumu; slīpslāņota tekstūra. Zivju atliekas netika konstatētas; biezums - 23 cm.
2. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, konsolidēts – plātņains, brūnā krāsā, ar nelielu vizlas piejaukumu; muldveida slāņojums ar mainīgiem slīpo slānīšu

biezumiem, no 3 līdz 7 mm. Relatīvi ritmiska mainība. Fosīlijas netika novērotas; biežums mainīgs, no 49 līdz 56 cm.

3. slānis: smilšakmens smalkgraudains, konsolidēts, brūnā krāsā, ar zilgana māla saveltņiem oļa lielumā; vāji izteikta slīpslāņota tekstūra. Slāņa dienvidrietumu daļā tika konstatētas mugurkaulnieku atliekas; biežums mainīgs, no 15 līdz 20 cm.
4. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vietām visai stipri konsolidēts ar dolomīta cementu, rozā krāsā; slīpslāņota, vietām horizontāli slāņota tekstūra. Slāņa dienvidu daļā krituma azimuts – 4°, krituma leņķis – 154°. Tiek novērota pārtraukuma virsma pie augstuma - 1.35 m. Zivju atliekas netika konstatētas; biežums – 78 cm.
5. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz vidējgraudains, konsolidēts, brūnā krāsā, ar samērā bieži izplatītiem zilgana māla saveltņiem grants un oļu lielumā; novērojami līzegangu joslu veidojumi; muldveida slāņojums. Fosīlijas netika konstatētas; biežums – 73 cm.
6. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz vidējgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; muldveida slāņojums ar mainīgiem slīpo slānīšu sēriju biežumiem, no 11 līdz 23 mm. Mugurkaulnieku atliekas netiek novērotas; biežums – 1 m.

Līdzīgi kā Amulas svītas Gavēņu atsegumā, arī Mūru svītas Ķurbju atseguma dominējošā frakcija pēc granulometrijas datu analīzes atbilst ļoti smalkgraudainai smiltij, vidējais ģeometriskais mainās no 0,081 mm ($\phi = 3,630$) 2. slānī līdz 0,125 mm ($\phi = 3,000$) 5. slānim. Smalkgraudains smilts frakcijai atbilst tikai 3. slāņa smilšakmens nogulumu, tā vidējais ģeometriskais 0,128 mm ($\phi = 2,966$). Pēc aprēķinātajiem datiem, var secināt, ka lielākoties graudu šķirotība ir laba (šķirotības koeficients variē no 0,354 3. slāņa 2. paraugā līdz 0,475 5. slāņa 2. paraugam). Vienā gadījumā konstatēti arī ļoti labi šķiroti nogulumu, kas sastopami 2. slānī ar šķirotības koeficientu 0,308, savukārt 5. slānī parādās vidēji labi šķiroti siliciklastiskie nogulumu, kur šķirotības koeficients atbilst 0,513 (sk. 22.-29. pielikumu).

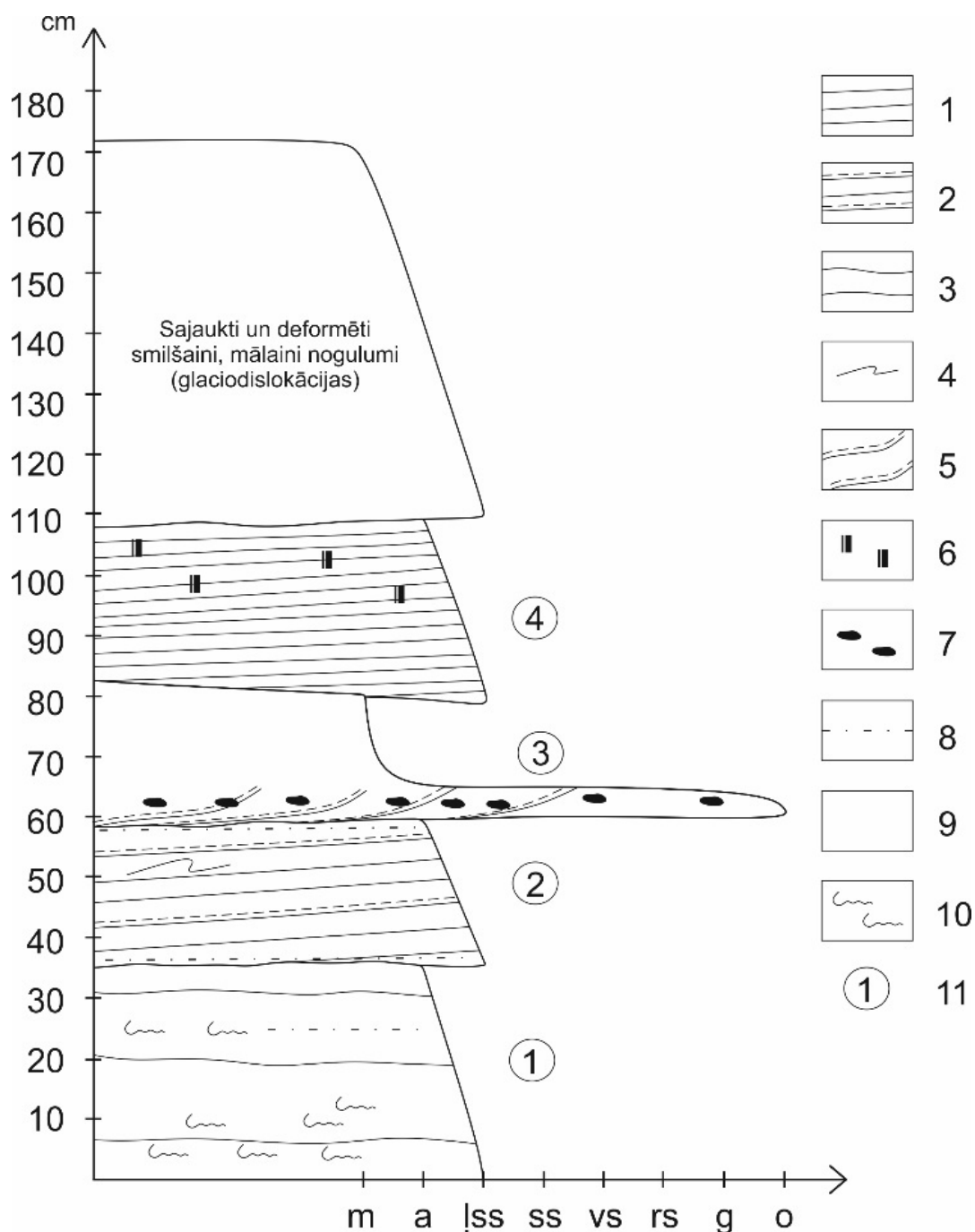
7.3.1. tabula.

Ķurbju atseguma siliciklastisko nogulumu granulometriskā sastāva dati

Nr. p. k.	Par. nr.	Vid. ģeom. (mm)	Vid. ϕ	Frakcijas nosaukums	Šķirotības koeficients	Šķirotība
1	1	0,116	3,103	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,454	Laba
2	2	0,081	3,630	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,308	Ļoti laba
3	3	0,128	2,966	Smalkgraudaina smilts	0,382	Laba
4	3-2	0,122	3,040	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,354	Laba
5	4	0,107	3,229	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,387	Laba
6	5	0,125	3,000	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,513	Vidēji laba
7	5-2	0,115	3,124	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,475	Laba
8	6	0,104	3,266	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,356	Laba

Kaut arī Ķurbju atsegums ir pats lielākais Mūru svītas atsegumiem, tajā izdalītas tikai četras fācijas: slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem (Nr. 1), slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), slīpslāņots smilšakmens (Nr. 7), horizontāli slāņots smilšakmens (Nr. 11) (sk. 4. pielikumu).

Vilku atseguma kopējais slāņkopu biezums sniedzas līdz 172 cm (7.3.4. attēls).



7.3.4. attēls. Mūru svītas Vilku atseguma ģeoloģiskais griezum

Apzīmējumi: 1 - slīpslāņots smilšakmens; 2 - slīpslāņots smilšakmens ar vizlas kārtiņām gar slīpo slānīšu virsmu; 3 - smilšakmens ar horizontāli viļņotu tekstūru; 4 - viļņu ripsnojums; 5 - "S" veida slāņojuma tekstūra; 6 - dolomīta cements; 7 - māla saveltņi; 8 - aleirīts; 9 - viendabīga tekstūra; 10 - ihnofosīliju horizontālu pēdu ejas; 11 - slāņa numurs.

1. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; horizontāli viļņota tekstūra ar bioturbācijas pazīmēm – ihnofosīliju horizontālu pēdu ejas, ko aizpilda olīvzaļš aleirīts. Biezums mainīgs, no 35 cm līdz 36 cm.
2. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar vizlas piejaukumu; lēzena slāņojuma tekstūra, ko vietām gar slānīšu virsmu pasvīturo vizla; ziemeļaustrumu daļā novērota viļņu ripsnojuma pazīme. Neregulāra (viļņota) slāņa pamatne un augšējā virsma, kas aizpildīta ar olīvzaļu aleirītu. Mugukaulnieku atliekas netika novērotas. Maksimālais biezums – 23 cm.
3. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar zilgana māla saveltņu piejaukumu oļu lielumā; pārsvarā viendabīga tekstūra, slāņa dienvidu daļā “S” veida slāņojuma tekstūra, ko nereti pasvīturo vizlas kārtiņa uz slāņojuma virsmas. Nav vērojamas zivju makrofosīlijas. Biezums mainīgs, no 22 cm līdz 25 cm.
4. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks, pārsvarā vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ziemeļu daļā stipri konsolidēts ar dolomīta cementu, tumši rozā krāsā; lēzena sīkslāņota tekstūra. Fosīlijas netika novērotas. Biezums mainīgs, no 24 cm līdz 30 cm.

Pēc granulometriskās analīzes datiem, Vilku atsegumā sastopami ļoti smalkgraudaini smilšakmeņi. Vidējais ģeometriskais visos slāņos ir samērā līdzīgs - no 0,086 mm ($\phi = 3,536$)

1. slānī līdz 0,091 mm ($\phi = 3,450$) 4. slānim. Atseguma dienvidu daļā sastopami ļoti labi šķīroti smilšainie nogulumi, turpretī ziemeļu daļā šķīrotība ir laba. Šķīrotības koeficients pieaug griezumā uz augšu, no 0,324 līdz 0,381 (sk. 30.-33. pielikumus).

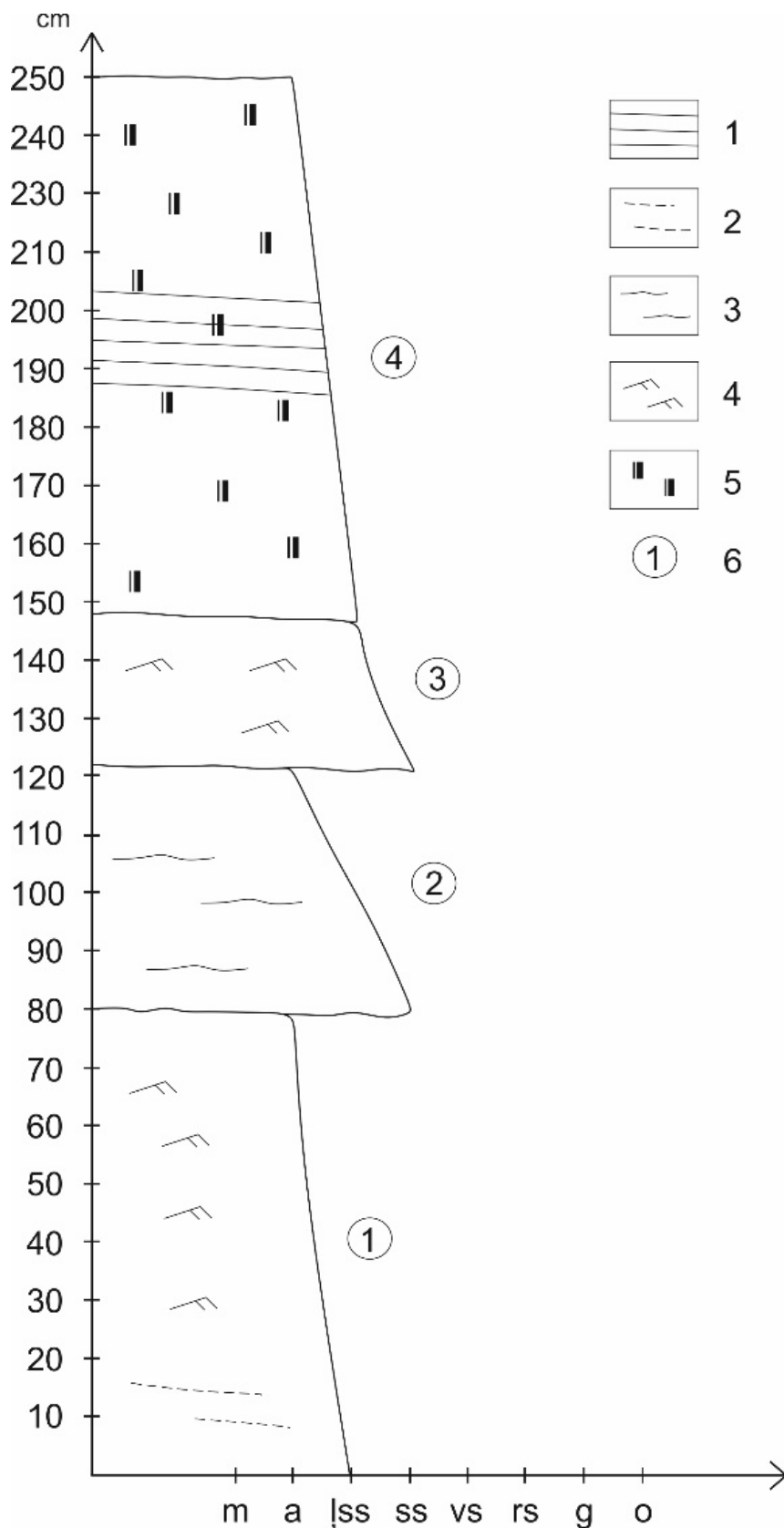
7.3.2. tabula.

Vilku atseguma siliciklastisko nogulumu granulometriskā sastāva dati

Nr. p. k.	Par. nr.	Vid. ģeom. (mm)	Vid. ϕ	Frakcijas nosaukums	Šķīrotības koeficients	Šķīrotība
1	1	0,086	3,536	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,324	Ļoti laba
2	2	0,090	3,479	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,335	Ļoti laba
3	3	0,089	3,494	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,365	Laba
4	4	0,091	3,450	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,381	Laba

Mūru svītas Vilku atsegumā var nodalīt piecas fācijas: slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem (Nr. 1), slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), smilšakmens ar viļņu ripsnojumu (Nr. 9), smilšakmens ar lēzenu slīpslāņojumu (Nr. 10), viļņoti slāņots smilšakmens (Nr. 12) (sk. 5. pielikumu).

Rukūzes ģeoloģiskais griezumā izveidots aptuveni 250 cm biezumā (7.3.5. attēls).



7.3.5. attēls. Mūru svītas Rukūzes atseguma ģeoloģiskais griezum

Apzīmējumi: 1 – lēzeni slāņots smilšakmens; 2 - vizla; 3 – smilšakmens ar viļņoti slāņotu tekstūru; 4 – straumju ripsnojums; 5 – dolomīta cements; 6 - slāņa numurs.

1. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar zemu vizlas koncentrāciju slāņa dienvidu daļā; viendabīga tekstūra ar straumju

ripsnojuma pazīmēm. Griezumā mugurkaulnieku fragmenti netika konstatēti; biezums - 80 cm.

2. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; horizontāla, nedaudz viļņota slāņojuma tekstūra, augšdaļā – viendabīga. Neregulāra slāņa pamatne. Biezums - 43 cm.
3. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz aleirītisks, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; viendabīga tekstūra ar straujumu ripsnojuma pazīmēm. Biezums - 27 cm.
4. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks, spēcīgi konsolidēts dolomīta cementa ietekmē, gaiši brūnā krāsā; pārsvarā viendabīga tekstūra, slāņa vidus daļā lēzeni slāņota. Biezums - 93 cm.

Arī Rukūzes atsegumā pēc granulometriskās analīzes rezultātiem sastopami ļoti smalkgraudaini smilšakmeņi. Vidējais ģeometriskais svārstās no 0,075 mm ($\phi = 3,729$) 3. slānī līdz 0,107 mm ($\phi = 3,219$) 2. slānim. Šķīrotība atsegumā ir dažāda: vidēji laba, laba un ļoti laba. Vidēji labi šķīroti nogulumi raksturīgi griezumā ziemeļu daļā – 4. slānī, kur šķīrotības koeficients 0,695. Labi šķīroti nogulumi sastopami 2. slānī ar šķīrotības koeficientu 0,396, savukārt 1. un 3. slānī šķīrotības koeficients variē no 0,296 līdz 0,307, kas ietilpst ļoti labi šķīrotu nogulumu kategorijā (sk. 34.-37. pielikums).

7.3.3. tabula.

Rukūzes atseguma siliciklastisko nogulumu granulometriskā sastāva dati

Nr. p. k.	Par. nr.	Vid. ģeom. (mm)	Vid. ϕ	Frakcijas nosaukums	Šķīrotības koeficients	Šķīrotība
1	1	0,081	3,618	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,307	Ļoti laba
2	2	0,107	3,219	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,396	Laba
3	3	0,075	3,729	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,296	Ļoti laba
4	4	0,098	3,345	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,695	Vidēji laba

Mūru svītas Rukūzes atsegumā, tāpat kā Vilku atsegumā, ir nodalītas piecas fācijas: slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), smilšakmens ar straujumu ripsnojuma zīmēm (Nr. 6), slīpslāņots smilšakmens (Nr. 7), smilšakmens ar viendabīgu tekstūru (Nr. 8), viļņoti slāņots smilšakmens (Nr. 12), kas norāda uz seklākiem apstākļiem (sk. 6. pielikumu).

7.4. Nogulumu sastāvs, tekstūras un fācijas Tērvetes svītas Klūnu atsegumā

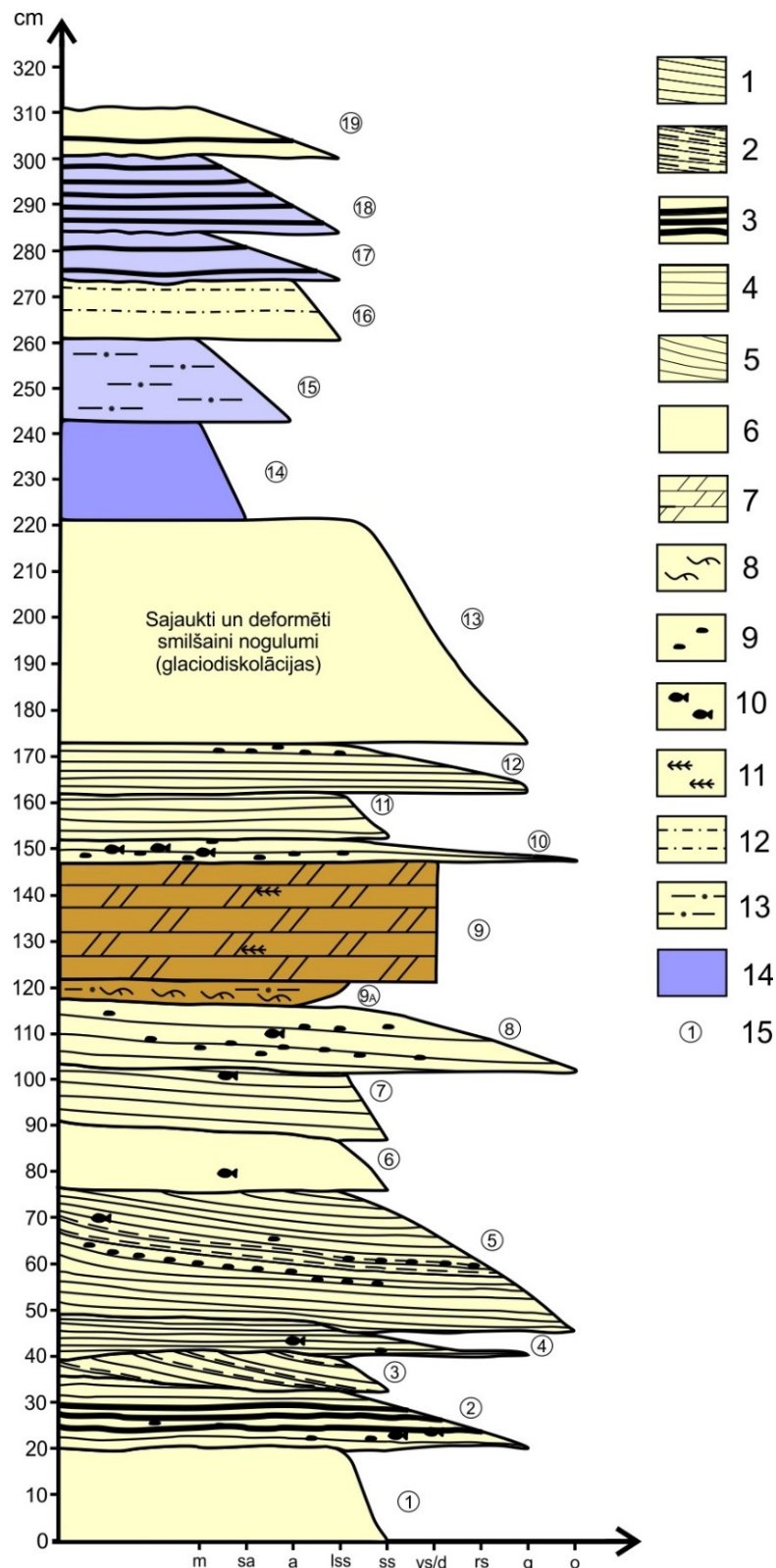
Vēlā devona Tērvetes svītas atsegums Skujenes upes labajā krastā leļpus apdzīvotas vietas Klūnas dokumentēts līdz 310 cm augstumam. Slāņu sagulums ir samērā izteikts; atsegumā ir labi nosakāmas slāņu robežas gan pēc slāņojuma tekstūras, gan slāņus veidojošā materiāla un to cementa. Atsegumā ir izdalīti 19 slāņi, ko veido gaiši brūnas krāsas vāji

konsolidēti smalkgraudaini līdz ļoti smalkgraudaini smilšaini nogulumi ar plūdmaiņu pazīmēm dienvidu daļā. Interesanti atzīmēt, ka griezuma vidusdaļā sastop dolomītmerģeli ar augu atlieku iekļāvumiem, savukārt ziemeļu daļā dominējošais komponents ir aleirītski mālains materiāls, kas lielākoties sastopams starpslāņu izteiksmē (7.4.1. attēls).



7.4.1. attēls. Vēlā devona Tērvetes svītas Klūnu atsegums

Tērvetes svītas ģeoloģiskais griezum Klūnu atsegumā izveidots aptuveni 310 cm biezumā (7.4.2. attēls).



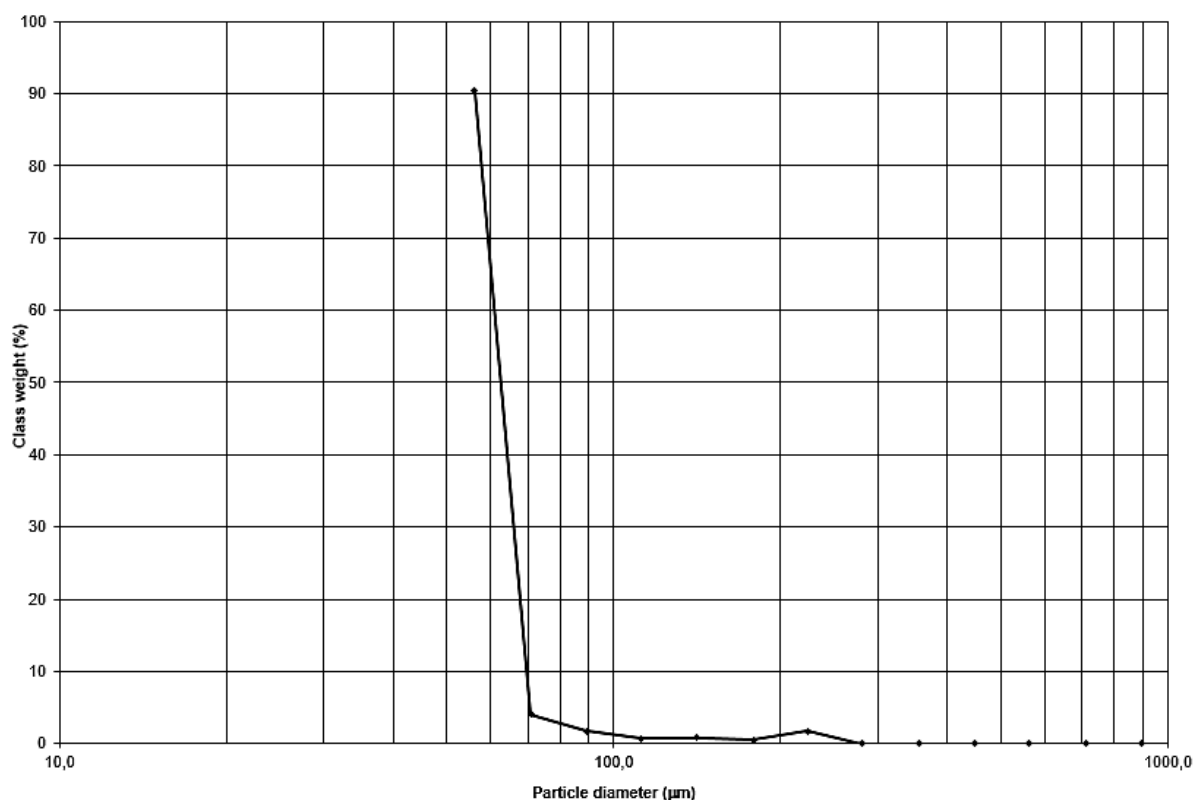
7.4.2. attēls. Tērvetes svītas Klūnu atseguma ģeoloģiskais griezum

Apzīmējumi: 1 - slīpslāņots smilšakmens; 2 – slīpslāņots smilšakmens ar vizlas kārtiņām gar slīpo slānīšu virsmu; 3 – horizontāli slāņots smilšakmens ar māla kārtiņām; 4 – smilšakmens ar horizontāli slāņotu tekstūru; 5 – smilšakmens ar “S” veida slāņojuma tekstūru; 6 – smilšakmens ar viendabīgu tekstūru; 7 – dolomītmerģelis; 8 – straumju ripsnojums; 9 – mālaini aleirītiska materiāla saveltņi; 10 – zivju fosīlijas; 11 – augu atliekas; 12 – aleirīta starpkārtas; 13 - aleirolīts; 14 – māls; 15 – slāņa numurs.

1. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; viendabīga tekstūra. Zivju atliekas netika konstatētas; biežums - 20 cm.
2. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar grants izmēra lieluma zilgana māla saveltņu veidojošām starpkārtām; slīpslāņota tekstūra. Zivju atliekas tika novērotas samērā bieži; biežums mainīgs, no 13 līdz 16 cm.
3. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; "S" veida slāņojuma tekstūra, ko atsevišķās vietās gar slānīšu virsmu pasvītro vizla. Fosīliju atliekas netika konstatētas; biežums mainīgs, no 3 līdz 9 cm.
4. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, dienvidu daļā ar zilgana māla saveltņiem grants graudu lielumā; slīpslāņota tekstūra. Visai bieži novērotas mugurkaulnieku atliekas; biežums mainīgs, no 7 līdz 10 cm.
5. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar vizlas piejaukumu un zilgana māla saveltņiem oļu lielumā centrālajā daļā; slīpslāņota tekstūra, ko centrālajā daļā pasvītro vizla gar slīpo slānīšu virsmu. Novērojamas plūdmaiņu kopas. Zivju atliekas konstatētas rietumu daļā; biežums – 27 cm.
6. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; viendabīga tekstūra. Slāņa dienvidu daļā visai bieži novēroti mugurkaulnieku fragmenti; biežums no 13 līdz 15 cm.
7. slānis: smilšakmens smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; vāji izteikta slīpslāņota tekstūra, krituma azimuts – 86° , krituma leņķis – 10° . Zivju atliekas tika novērotas slāņa ziemeļu daļā vietām; biežums no 13 cm līdz 16 cm.
8. slānis: smilšakmens smalkgraudains, konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar paaugstinātu zilgana māla saveltņu saturu; slīpslāņota tekstūra. Vietām tika konstatētas mugurkaulnieku atliekas; biežums – 14 cm.
- 9A. slānis: aleirolīts, brūnā krāsā, ar ļoti smalkgraudainas smilts piejaukumu; bieži sastopamas straumju ripsnojuma iezīmes. Fosīliju atliekas netika konstatētas. Biežums – 5 cm.
9. slānis: dolomītmerģelis, brūnā krāsā, ar ļoti smalkgraudainas smilts piejaukumu; viendabīga tekstūra vietām novērotas augu atliekas. Mugurkaulnieku atliekas netiek konstatētas; biežums – 22 cm.
10. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar oļa izmēra zilgana māla saveltņiem; slīpslāņota tekstūra. Mugurkaulnieku atliekas tika novērotas koncentrētā stāvoklī slāņa rietumu daļā; biežums – 5 cm.

11. slānis: smilšakmens smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā; horizontāla slāņojuma tekstūra. Zivju atliekas slānī un augstāk griezumā esošajos slāņos netika konstatētas; biežums – 8 cm.
12. slānis: smilšakmens ļoti smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, gar slānīša virsmu sastopami zilgana māla saveltņi grants lielumā; slīpslāņota tekstūra. Biezums – 11 cm.
13. slānis: sajaukti un deformēti smilšaini nogulumu (glacioidislokācijas). Biezums – 48 cm.
14. slānis: māls ar smalka aleirīta piejaukumu, konsolidēts, zilganlillā krāsā; viendabīga tekstūra. Makroatliekas netika novērotas; biežums – 22 cm.
15. slānis: mālainis aleirolīts, gaiši zilganlillā krāsā; horizontāli slāņota tekstūra. Biezums: 18 cm.
16. slānis: smilšakmens smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar aleirīta starpkārtām; horizontāli slāņota tekstūra. Biezums variē no 12 cm līdz 13 cm.
17. slānis: smilšakmens smalkgraudains, konsolidēts, gaiši zilganlillā krāsā, atsevišķās vietās ar māla starpkārtām; horizontāli slāņota tekstūra. Biezums mainās no 11 līdz 12 cm.
18. slānis: smilšakmens smalkgraudains, konsolidēts, zilganlillā krāsā, ar biežām paralēlām māla starpkārtām; horizontāli slāņota tekstūra. Biezums – līdz 17 cm.
19. slānis: smilšakmens smalkgraudains, vāji konsolidēts, gaiši brūnā krāsā, ar plānu māla starpkārtu; horizontāli slāņota tekstūra. Biezums variē no 10 līdz 11 cm.

Granulometriskās analīzes dati uzrāda, ka Klūnu atsegumā dominē ļoti smalkgraudaini smilšakmeņi ar vidējo ģeometrisko no 0,062 ($\phi = 4,014$) 18. slānī līdz 0,124 ($\phi = 3,011$; 3,016) 3. un 4. slānim. No 5. līdz 8. slānim, kā arī 12. slānī sastop smalkgraudainas smilts nogulumus, kur vidējais ģeometriskais variē no 0,125 mm ($\phi = 2,995$) 8. slānī līdz 0,152 mm ($\phi = 2,171$) 6. slānim, savukārt 9. slāņa 9A. paraugā raksturīgi aleirītiski nogulumu ar vidējo ģeometrisko 0,057 mm ($\phi = 4,137$) (7.4.3. attēls). Lielākoties sastop vidēji labi un labi šķirotus, retāk – ļoti labi šķirotus nogulumus (7.4. tabula). Minimālais šķirotības koeficients vidēji labi šķirotos nogulumos 0,515 4. slānī, maksimālais – 0,640 10. slānī. Ļoti laba šķirotība raksturīga 9. slāņa 9A. paraugā, kā arī 14. un 18. slāņu paraugā, kur šķirotības koeficients variē no 0,176 līdz 0,315 (sk. 38.-56. pielikumu).



7.4.3. attēls. Klūnu atseguma 9. slāņa 9A. parauga granulometriskā sastāva variācijas līkne aleirolītam

7.4. tabula.

Klūnu atseguma siliciklastisko nogulumu granulometriskā sastāva dati

Nr. p. k.	Par. nr.	Vid. geom. (mm)	Vid. ϕ	Frakcijas nosaukums	Šķīrotības koeficients	Šķīrotība
1	1	0,109	3,193	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,615	Vidēji laba
2	2	0,103	3,278	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,526	Vidēji laba
3	3	0,124	3,011	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,484	Laba
4	4	0,124	3,016	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,515	Vidēji laba
5	5	0,138	2,857	Smalkgraudaina smilts	0,464	Laba
6	6	0,152	2,717	Smalkgraudaina smilts	0,429	Laba
7	7	0,128	2,963	Smalkgraudaina smilts	0,483	Laba
8	8	0,125	2,995	Smalkgraudaina smilts	0,556	Vidēji laba
9	9A	0,057	4,137	Aleirīts	0,176	Ļoti laba
10	9	0,084	3,568	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,593	Vidēji laba
11	10	0,092	3,447	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,640	Vidēji laba
12	11	0,115	3,125	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,488	Laba
13	12	0,130	2,941	Smalkgraudaina smilts	0,546	Vidēji laba
14	13	0,102	3,295	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,443	Laba
15	14	0,065	3,954	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,310	Ļoti laba
16	15	0,069	3,856	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,448	Laba
17	16	0,116	3,113	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,375	Laba
18	17	0,103	3,273	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,467	Laba
19	18	0,062	4,014	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,315	Ļoti laba
20	19	0,087	3,515	Ļoti smalkgraudaina smilts	0,604	Vidēji laba

Astoņas fācijas tiek nodalītas Tērvetes svītas Klūnu atsegumā: slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem (Nr. 1), slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), slīpslāņots smilšakmens (Nr. 7), smilšakmens ar viendabīgu tekstūru (Nr. 8), horizontāli

slāņots smilšakmens (Nr. 11), aleirolīts ar ripsnojuma zīmēm (Nr. 13), smilšaini mālainie nogulumi ar heterolītisku slāņojumu (Nr. 14), mālainie nogulumieži ar viendabīgu tekstūru (Nr. 15) (sk. 7. pielikumu).

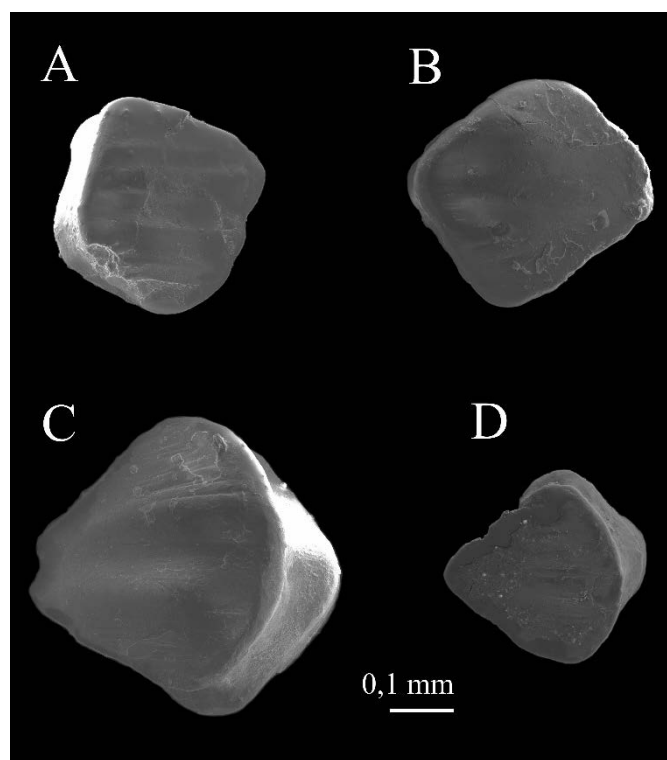
7.5. Nogulumu fācijas Ketleru svītas Ketleru atsegumā

Autores bakalaura darba izstrādes gaitā iegūtie dati par Ketleru svītas nogulumiežu sastāvu Ketleru atsegumā (Mačute 2017) tika interpretēti, lai noskaidrotu siliciklastisko nogulumu faciālo piederību. Ketleru svītas Varkaļu ridas Ketleru atsegumā (skat. 2.5.1. attēlu) var nodalīt astoņas fācijas: slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem (Nr. 1), slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām (Nr. 2), smilšakmens ar deformācijas tekstūrām (Nr. 5), slīpslāņots smilšakmens (Nr. 7), smilšakmens ar viendabīgu tekstūru (Nr. 8), smilšakmens ar lēzenu slīpslāņojumu (Nr. 10), horizontāli slāņots smilšakmens (Nr. 11), viļņoti slāņots smilšakmens (Nr. 12) (sk. 8. pielikumu).

8. AKANTOŽU MIKROFOSĪLIJU IZPLATĪBA PĒTĪTAJĀS SLĀŅKOPĀS

Galvenā uzmanība maģistra darba izstrādes gaitā tika piešķirta mugurkaulnieku mikroskopisko atlieku – akantožu zvīņu - preparēšanai no siliciklastiskajiem nogulumiem, to atpazīšanai un faciālās atkarības noskaidrošanai. Izskatītajos 47 paraugos kopumā tika atrastas 735 zvīņas. Jāatzīmē, ka akantožu mikroatliekas ir konstatētas visās pētītajās stratigrāfiskajās vienībās, tomēr Rukūzes atsegumā netika atrasta neviena akantožu zvīņa.

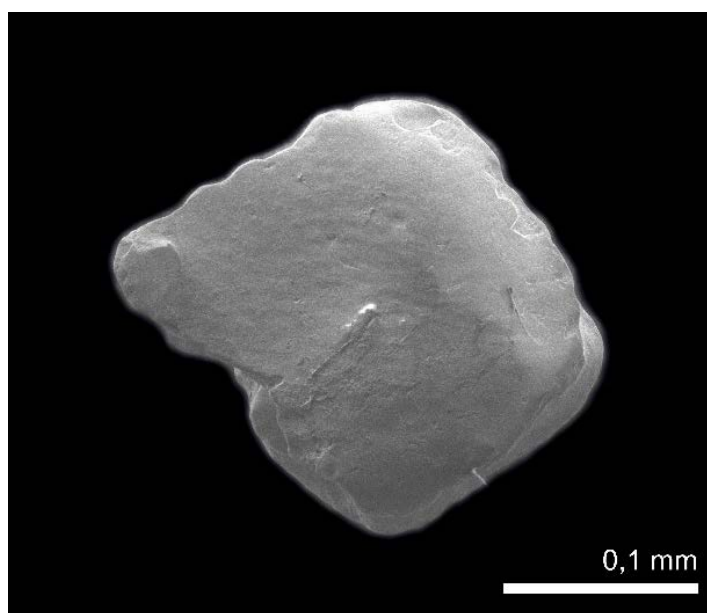
Ogres svītas 8. atsegumā Gurovas gravā tika ievākts tikai viens paraugs, kurā akantožu zvīņas konstatētas samērā nelielā daudzumā (5 zvīņas 1 gramā ieža). Bez tam, E. Lukševičam izdevās atrast dažas zvīņas arī 1. atsegumā (8.1. attēls.).



8.1. attēls. Akantožu zvīņu mikrofotogrāfijas no Ogres svītas smilšakmens 1. (C) un 8. (A, B, D) atseguma Gurovas gravā. A – *Nostolepis* tipa (?) zvīņa. B-D – „*Devononchus*” *laevis* (?) zvīņas

Vērtējot zvīņu sastopamību Kalnamuižas atseguma Ogres svītas smilšaino nogulumu slāņos ar dažādu granulometrisko sastāvu, tiek secināts, ka visvairāk akantožu mikroskopiskās atliekas atrastas smalkgraudainā līdz ļoti smalkgraudainajam smilšakmenī, 1., 2. un 11. slānī. Smilts daļiņu izmēriem palielinoties, likumsakarīgi palielinās arī zvīņu skaits (8.1. tabula); paraugos ar aleirīta piejaukumu (6. un 9. slānis) zvīņu skaits ir mazāks. Paraugos no 11. un 9. slāņa atrastas iespējamās „*Devononchus*” *ketleriensis* zvīņas (pa vienai katrā paraugā), lai gan droši sugai raksturīgās morfoloģijas pazīmes ir visai grūti nošķirt kronīšu virsmas sliktās saglabātības dēļ. Lielākoties atrastas „*Devononchus*” *tenuispinus?* zvīņas (8.2.

attēls), lai arī pagaidām nav skaidrs, vai tādas iepriekš netika uzskatītas par piederīgām „*D. laevis*” (Gross 1947).



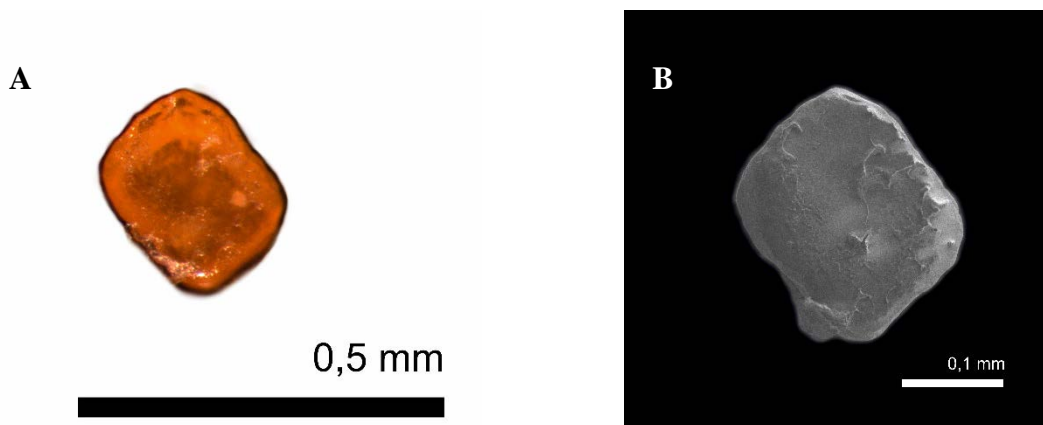
8.2. attēls. „*Devononchus*” *tenuispinus?* zvīņas mikrofotogrāfija no Ogres svītas smilšakmens 4A slāņa Kalnamuižas atsegumā; kronīša virsmu veido vāji izteikta poligonālu bedrīšu ultraskulptūra. Mēroga lineāla garums ir 0,1 mm

8.1. tabula.

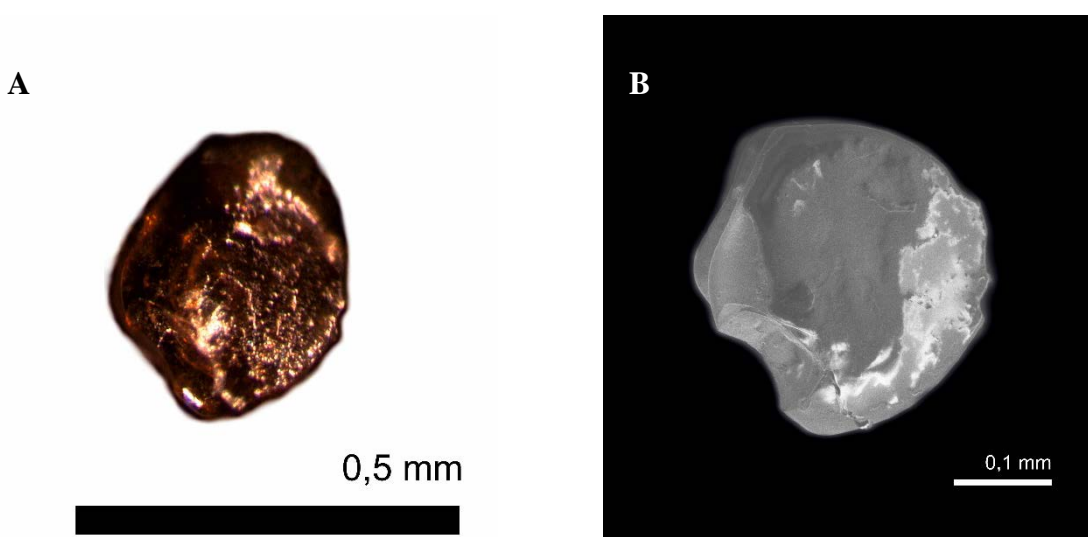
Akantožu zvīņu izplatība Kalnamuižas atsegumā

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Augsta saglabātības pakāpe	Zema saglabātības pakāpe	Zvīņu skaits uz 1 g parauga
1.	2	10	3	13
2.	3	7	1	8
3.	4	1	2	3
4.	4A	3	1	4
5.	6	0	1	1
6.	9	1	1	2
7.	11	4	1	5
				Kopā = 36

Amulas svītas Gavēņu atsegumā zvīņu sastopamība ir ļoti reta. Tās nelielā daudzumā konstatētas tikai 6. slānī, kur smilšakmens granulometriskā sastāva analīzes dati uzrāda, ka tas ir vienīgais smalkgraudainais smilšakmens, un tas atbilst fācijai Nr. 2. Interesanti atzīmēt, ka vienā paraugā atrastas zvīņas dažādās krāsās – dzintara oranžā un tumši brūnganpelēkā krāsā (8.3. un 8.4. attēls).



8.3. attēls. „*Devononchus*” cf. *tenuispinus* zvīņu mikrofotogrāfijas no Amulas svītas smilšakmens 6. slāņa Gavēņu atsegumā; kronīša virsmu raksturo vāji izteiktu valnīšu ornamentējums; viena un tā pati zvīņa optiskajā mikroskopā (A) un elektronmikroskopā (B)

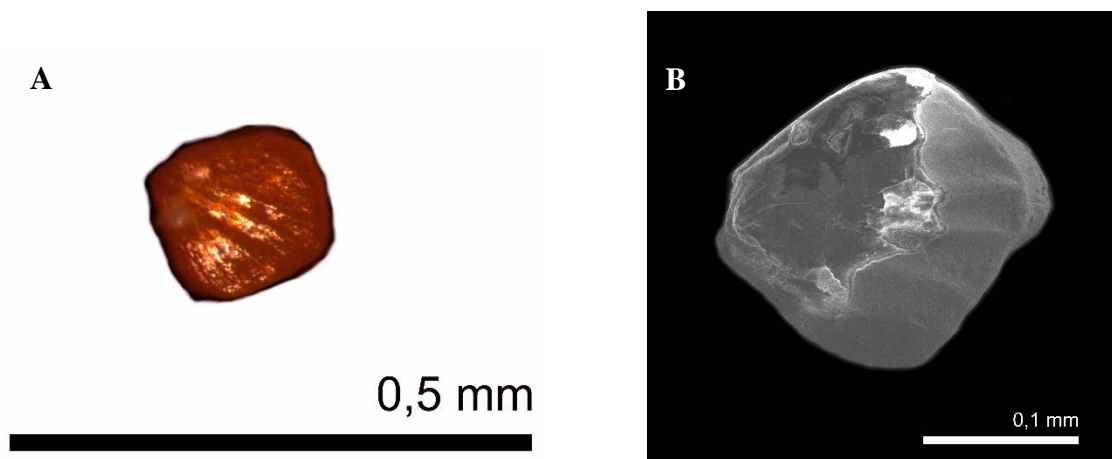


8.4. attēls. „*Devononchus*” cf. *tenuispinus* zvīņas mikrofotogrāfijas no Amulas svītas smilšakmens 6. slāņa Gavēņu atsegumā; kronīša virsmu veido stipri izteikta poligonālu bedrīšu ultraskulptūra; viena un tā pati zvīņa optiskajā mikroskopā (A) un elektronmikroskopā (B)

Neparasti tumša izskatās ļoti tumša akantodes zvīņa (8.4. attēls). Uz kronīša virsmas saskatāms lielzmēra poligonālu bedrīšu ornamentējums. Pēc virsmas ornamentējuma zvīņas atgādina „*Devononchus*” *tenuispinus* no Tērvetes un Ketleru svītas, tomēr sugas piederības noskaidrošanai ir nepieciešams noteikt zvīņu histoloģisko uzbūvi, kam vajadzīgs vēl labāk saglabājies materiāls. Saglabātības pakāpe noteikta pēc tādiem kritērijiem kā plaisainība, noapaļotība un virsmas abrāzija. Neskatoties uz reto sastopamību, visas atrastās zvīņas ir ar samērā labu saglabātības pakāpi, tomēr nepietiekamu histoloģiskās uzbūves noskaidrošanai.

No Mūru svītas pētītajiem atsegumiem izceļas Ķurbju siliciklastiskie nogulumu ar bagātīgi sastopamām akantožu zvīņām, kaut arī saglabātības pakāpe lielākoties ir zema. Zvīņu skaits katrā slānī ir visai līdzīgs, izņemot atsevišķus slāņus: 2., 4. un 6. to ir salīdzinoši maz

(8.2. tabula). Visretāk zvīņas sastop augstāk minētajā 2. slānī, kuru veido ļoti smalkgraudaina smilts, kas pēc granulometriskā sastāva atšķiras ar ļoti labu šķirotības pakāpi. Atsegumā „*Devononchus*” *ketleriensis* sastopamas no 4. slāņa līdz griezuma augšdaļai – 6. slānim (8.5. attēls). Arī te tās sastopamas salīdzinoši reti – katrā slānī atrasta viena šīs sugas zvīņa; pārējās pieder „*Devononchus*” *tenuispinus*.



8.5. attēls. „*Devononchus*” *ketleriensis* zvīņas mikrofotogrāfijas no Mūru svītas smilšakmens 4. slāņa Ķurbju atsegumā. A-B – viena un tā pati zvīņa optiskajā mikroskopā (A) un elektronmikroskopā (B)

8.2. tabula.

Akantožu zvīņu izplatība Ķurbju atsegumā

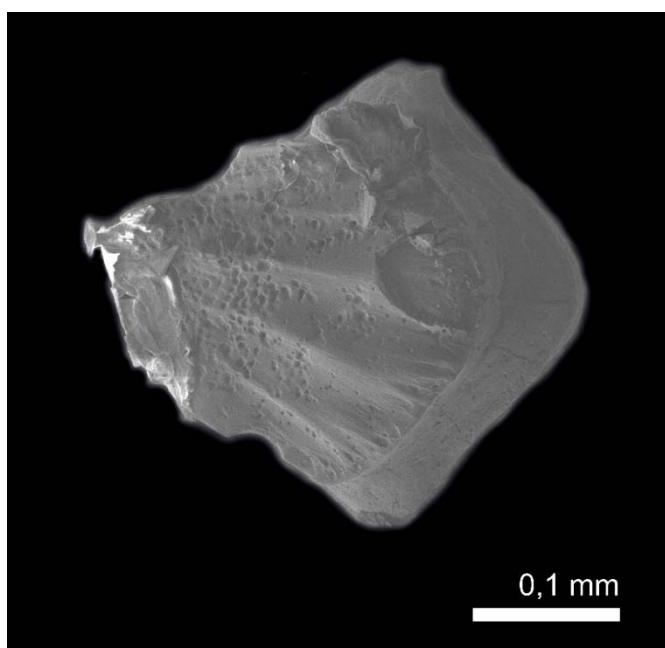
Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Augsta saglabātības pakāpe	Zema saglabātības pakāpe	Zvīņu skaits uz 1 g parauga
1.	1	20	14	34
2.	2	0	3	3
3.	3	9	18	27
4.	Par. 3-2	11	16	27
5.	4	6	7	13
6.	5	11	19	30
7.	Par. 5-2	11	23	34
8.	6	3	5	8
				Kopā = 176

Visai nabadzīgi akantožu zvīņas ir pārstāvētas Vilku atsegumā (8.3. tabula). Kā viens no rādītājiem ir granulometriskais sastāvs – visus slāņus veido ļoti smalkgraudains smilšakmens. Lai gan sastopamība ir visai vāji izteikta, tomēr kopumā „*D.*” *ketleriensis* suga Vilku atsegumā pārstāvēta visbiežāk: no piecām kopumā atrastajām akantožu zvīņām, iespējams, trīs pieder „*D.*” *ketleriensis*, tomēr šo zvīņu sliktās saglabātības dēļ, kronīša virsmas ornamentējuma atspoguļošana nav izdevusies.

Akantožu zvīņu izplatība Vilku atsegumā

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Augsta saglabātības pakāpe	Zema saglabātības pakāpe	Zvīņu skaits uz 1 g parauga
1.	1	2	0	2
2.	2	1	1	2
3.	3	0	1	1
4.	4	0	0	0
				Kopā = 5

Akantožu mikroskopiskās atliekas Klūnu atsegumā ir atrastas gandrīz visos analizētajos paraugos (8.4. tabula). Tās netika konstatētas 14. un 15. slānī, bet vismazāk atrastas 9A. un 9. slānī, domājams, aleirītiski mālainā materiāla piesātinājuma dēļ, kā arī augsta iežu dolomitizācijas pakāpes dēļ. Kaut arī 8. un 10. slānī ir konstatētas salīdzinoši daudz mugurkaulnieku makroatliekas, tomēr akantožu zvīņas sastopamas visai reti. Vispiesātinātākie ar akantožu zvīņām ir 5. un 12. slānis, kur pēdējā slānī uz 91 „*Devononchus*” tipa zvīņām atrastas divas “*D.*” *ketleriensis* zvīņas – viena no tām ar ļoti savdabīgu virsmas ornamentējumu (8.5. attēls). Tikpat “*D.*” *ketleriensis* zvīņas atrastas 3. slānī; pa vienai katrā – 2. un 5. slānī. Pēc mikroskopiskiem novērojumiem, zvīņu saglabātības pakāpe Klūnu smilšainajos nogulumos ir visaugstākā, salīdzinot ar iepriekš aprakstītajiem atsegumiem.



8.5. attēls. „*Devononchus*” *ketleriensis* zvīņas mikrofotogrāfijas no Tērvetes svītas smilšakmens 12. slāņa Klūnu atsegumā; kronīša virsmu veido liela biezuma valnīši un īpatnējs virsmas ornamentējums no smalkām bedrītēs (patoloģija?). Mēroga lineāla garums ir 0,1 mm

Akantožu zvīņu izplatība Klūnu atsegumā

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Augsta saglabātības pakāpe	Zema saglabātības pakāpe	Zvīņu skaits uz 1 g parauga
1.	1	10	12	22
2.	2	10	4	14
3.	3	15	19	34
4.	4	13	10	23
5.	5	34	50	84
6.	6	17	36	53
7.	7	21	27	48
8.	8	3	3	6
9.	9A	0	1	1
10.	9	0	1	1
11.	10	0	3	3
12.	11	34	19	53
13.	12	65	26	91
14.	13	11	3	14
15.	14	0	0	0
16.	15	0	0	0
17.	16	10	12	22
18.	17	8	11	19
19.	18	6	9	15
20.	19	7	5	12
				Kopā = 515

DISKUSIJA

Veicot detalizētus sedimentoloģiskos pētījumus vēlā devona Franas un Famenas stāva nogulumu Ogres svītas Kalnamuižas atsegumā, Amulas svītas Gavēņu, Mūru svītas Ķurbju, Vilku un Rukūzes, kā arī Tērvetes svītas Klūnu atsegumu griezumos, ir izveidoti nogulumiežu griezumumu apraksti, precizēts siliciklastisko nogulumiežu sastāvs un nodalītas 15 to fācijas, kas ļauj veikt to veidošanās apstākļu interpretāciju, kā arī noskaidrota akantožu zvīņu izplatība atkarībā no nogulumu granulometriskā sastāva un dažādu veidu fācijās (9. un 10. tabula). Lai noskaidrotu akantožu mikroskopisko atlieku faciālo atkarību Ketleru svītas Varkaļu ridas Ketleru atsegumu veidojošos nogulumos, izmantoti bakalaura darba iztrādes gaitā iegūtie dati, savukārt Ogres svītas Gurovas gravas 8. atseguma raksturošanai izmantots Terēzes Reķes veidotais ģeoloģiskais griezumums. Lai noteiktu, vai 1 grams ietverošā ieža būtu pietiekams akantožu zvīņu konstatēšanai un to skaita statistikas datu ticamības pārbaudei, tika veikta salīdzinošā testēšana diviem paraugiem viena slāņa ietvaros: Ķurbju atsegumā no 3. slāņa iegūtais makroparagvs tika sadalīts vairākos; analizētajos 3. un 3-2. paraugā zvīņu skaits sakrita (27 un 27), bet no 5. slāņa noņemtajos divos paraugos salīdzināšana uzrādīja pozitīvu rezultātu – attiecīgi atrastas 30 un 34 zvīņas (atšķirība apmēram par 10%).

Franas pēdējā trešdaļā devona seklajās un stipri sāļajās jūrās galvenokārt izgulsnējās dolomīti, dolomītmerģeļi un ģipši, bet Ogres svīta šajā pārsvarā karbonātiskajā devona daļā izceļas ar savu paaugstināto smilšainību. Pētījumā apskatīta Ogres svītas smilšainā daļa. Spriežot pēc literatūras datiem, domājams, pētītie Ogres svītas siliciklastiskie nogulumi atbilst Lielvārdes ridas apakšējai daļai, ko raksturo zaļganpelēki vizlaini, smalkgraudainis kvarc-laukšpata smilšakmeņi, kuriem ir muldveida slīpslāņojums un sīki viļņots slāņojums (Lukševičs un Stinkulis 2018). Gurovas gravā 8. atsegumā, pēc lauka darbu novērojumiem, dominē smalkgraudaini līdz vidējgraudaini smilšakmeņi, ar vizlas kārtiņām uz slīpo slānīšu virsmas un māla saveltņiem (fācija Nr. 1 un fācija Nr. 2), kas liecina par nogulu veidošanos vilkmes straumēs fluviālos kanālos vai retāk sērēs, kur migrēja zemūdens grēdas un kur sedimentācijas procesus būtiski ietekmēja plūdmaiņu straumes. Mazākā mērā, bet pietiekami plašā intervālā, aptuveni 30 cm biežumā, nogulumu tekstūru veido maza mēroga muldveida slāņojums ar straumju ripsnojuma zīmēm, kas norāda uz seklūdens un mierīgākiem hidrodinamiskiem apstākļiem (fācija Nr. 6). Kalnamuižas atsegumā nogulumus lielākoties veido labi šķirotā smalkgraudaina smilts. Smilšu šķirotība ir atkarīga no vides enerģijas, sedimentācijas ātruma un daļiņu skaita, kā arī nogulu daļiņu transportēšanas mehānisma (Nichols 1999). Griezumā apakšējā daļa veidojusies augstas enerģijas vidē, par ko liecina liela

9. tabula. Fācijas Franās stāva pētītajos griezumos

Nr.	Nosaukums	Fāciju raksturojums			Akantožu zvīņu skaits (min/maks)	Fāciju atkārtojamība griezumos		
		Struktūra	Biezums, cm	Veidošanās apstākļi		8. ats. Gurovas gravā	Kalnamuižas ats.	Gavēņu ats.
1.	Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Ļoti smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	12-56	Veidojās vilkmes straumēs, 2D vai 3D zemūdens grēdām migrējot kanālos, augstas enerģijas vidē	4-13/25	3 reizes	4 reizes	-
2.	Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Ļoti smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	5-43	Veidojās vilkmes straumēs, migrējot 3D vai 2D zemūdens grēdām kanālos vai sērēs, kur plūdmaiņas sistemātiski ietekmēja straumju stiprumu un virzienu	1-6/14	3 reizes	7 reizes	2 reizes
3.	Liela biezuma slīpslāņots smilšakmens	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	51-84	Veidojas liela izmēra 3D grēdu migrācijas rezultātā, plūdmaiņu ietekmētos kanālos un/vai sērēs	0	-	-	3 reizes
4.	Slīpslāņots smilšakmens ar kāpjošo ripsnojumu	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	34	Veidojās vilkmes straumēs, migrējot 3D vai 2D zemūdens grēdām kanālos vai sērēs, kur plūdmaiņas sistemātiski ietekmēja straumju stiprumu un virzienu	0	-	-	1 reizi
5.	Smilšakmens ar deformācijas tekstūrām	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	15	Veidojās vilkmes straumju ietekmē, deformējot pagulošo slāni	-	-	1 reizi	-
6.	Smilšakmens ar straumju ripsnojuma zīmēm	Smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	30	Veidojās vilkmes straumēs zemas enerģijas vidē	-	1 reizi	-	-
7.	Slīpslāņots smilšakmens	Ļoti smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	3-34	Veidojās vilkmes straumēs, migrējot 2D vai 3D zemūdens grēdām	0-13/26	1 reizi	3 reizes	2 reizes
8.	Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	11	Iespējams, veidojās apakšējās plūsmas režīmā lēni uzkrājoties nogulām	0	1 reizi	-	1 reizi
9.	Smilšakmens ar viļņu ripsnojumu	Smalkgraudains smilšakmens	9-25	Veidojās seklūdens vidē viļņu ietekmē	3	-	1 reizi	-
10.	Smilšakmens ar lēzenu slīpslāņojumu	-	-	Veidojās straumēs tuvu augšējās plūsmas režīmam	-	-	-	-
11.	Horizontāli slāņots smilšakmens	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	8	Veidojās augšējā plūsmas režīmā, drupu materiālam izgulsnējoties, pārvietojoties pa gludu gultni. Mainīgos plūsmas apstākļos veidojas gradācijas slāņojums	-	-	1 reizi	-
12.	Viļņoti slāņots smilšakmens	-	-	Veidojās hidrodinamiski mierīgos apstākļos, iespējams, zem normāla viļņojuma bāzes	-	-	-	-
13.	Aleiolīts ar ripsnojuma zīmēm	-	-	Veidojās vilkmes straumēs ļoti zemas enerģijas vidē	-	-	-	-
14.	Smilšaini mālainie nogulumi ar heterolītisku slāņojumu	-	-	Veidojās, klastiskajam materiālam izgulsnējoties no suspensijas vāju straumju klātbūtnē. Iespējams, sīko kārtiņu slāņmija saistīta ar plūdmaiņu procesa ritmiskumu	-	-	-	-
15.	Mālainie nogulumieži ar viendabīgu tekstūru	Māls	15	Veidojas, sīkdispersam materiālam uzkrājoties ļoti lēnas vai straujas plūsmu darbības ietekmē	5	1 reizi	-	-

10. tabula. Fācijas Famenas stāva pētītajos griezumos

Fāciju raksturojums					Akantožu zvīņu skaits (min/maks)	Fāciju atkārtojamība griezumos				
Nr.	Nosaukums	Struktūra	Biezums, cm	Veidošanās apstākļi		Ķurbju ats.	Vilku ats.	Rukūzes ats.	Klūnu ats.	Ketleru ats.
1.	Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	3-20	Veidojās vilkmes straumēs, 2D vai 3D zemūdens grēdām migrējot kanālos, augstas enerģijas vidē	1-91/281	2 reizes	1 reizi	-	6 reizes	9 reizes
2.	Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	3-30	Veidojās vilkmes straumēs, migrējot 3D vai 2D zemūdens grēdām kanālos vai sērēs, kur plūdmaiņas sistemātiski ietekmēja straumju stiprumu un virzienu	0-84/122	1 reizi	1 reizi	1 reizi	2 reizes	13 reizes
5.	Smilšakmens ar deformācijas tekstūrām	Smalkgraudains smilšakmens	11-16	Veidojās vilkmes straumju ietekmē, deformējot pagulošo slāni	-	-	-	-	-	2 reizes
6.	Smilšakmens ar straumju ripsnojuma zīmēm	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Slāņkopa: 27-63	Veidojās vilkmes straumēs zemas enerģijas vidē	0	-	-	2 reizes	-	-
7.	Slīpslāņots smilšakmens	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens, var būt ar dolomīta garoziņām un cementu	5-32	Veidojās vilkmes straumēs, migrējot 2D vai 3D zemūdens grēdām	0-34/138	5 reizes	-	1 reizi	1 reizi	3 reizes
8.	Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens, var būt ar dolomīta cementu	3-40	Iespējams, veidojās apakšējās plūsmas režīmā lēni uzkrājoties nogulām	0-53/78	-	-	1 reizi	2 reizes	5 reizes
9.	Smilšakmens ar viļņu ripsnojumu	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	5	Veidojās seklūdens vidē viļņu ietekmē	2	-	1 reizi	-	-	1 reizi
10.	Smilšakmens ar lēzenu slīpslāņojumu	Ļoti smalkgraudains smilšakmens, var būt ar dolomīta cementu	3-30	Veidojās straumēs tuvu augšējās plūsmas režīmam	0-2/2	-	2 reizes	1 reizi	-	1 reizi
11.	Horizontāli slāņots smilšakmens	Ļoti smalkgraudains smilšakmens, var būt ar dolomīta cementu	3-26	Veidojās augšējā plūsmas režīmā, drupu materiālam izgulsnējoties, pārvietojoties pa gludu gultni. Mainīgos plūsmas apstākļos veidojas gradācijas slāņojums	13-53/66	1 reizi	-	-	1 reizi	2 reizes
12.	Viļņoti slāņots smilšakmens	Ļoti smalkgraudains līdz aleirītisks smilšakmens, var būt bioturbēts, ar horizontālām organismu ejām	4-43	Veidojās hidrodinamiski mierīgos apstākļos, iespējams, zem normāla viļņojuma bāzes	0-2/2	-	1 reizi	1 reizi	-	3 reizes
13.	Aleirolīts ar ripsnojuma zīmēm	Aleirolīts	5	Veidojās vilkmes straumēs ļoti zemas enerģijas vidē	13	-	-	-	1 reizi	-
14.	Smilšaini mālainie nogulumi ar heterolītisku slāņojumu	Mālainis aleirolīts līdz smalkgraudains smilšakmens	10-18	Veidojās, klastiskajam materiālam izgulsnējoties no suspensijas vāju straumju klātbūtnē. Iespējams, sīko kārtiņu slāņmija saistīta ar plūdmaiņu procesa ritmiskumu	12-22/68	-	-	-	5 reizes	-
15.	Mālainie nogulumieži ar viendabīgu tekstūru	Aleirolīts ar māla un ļoti smalkas smiltis piejaukumu	22	Veidojās, sīkdispersam materiālam uzkrājoties ļoti lēnas vai straujas plūsmu darbības ietekmē	0	-	-	-	1 reizi	-

un maza izmēra māla saveltņu klātbūtne, kas liek domāt, ka netālu tikuši izskaloti māla slāņi. Augstāk novērotas viļņu ripsnojuma zīmes, kas norāda uz sekla ūdens apstākļiem (fācija Nr. 9). Abos Ogres svītas griezumos plaši izplatītas plūdmaiņu pazīmes, kas liecina par paisuma un bēguma procesu būtisku ietekmi uz nogulu uzkrāšanos attiecīgajā laikposmā. Tiek izteikts viedoklis, ka visticamāk šajā laikposmā bijuši deltu vai estuāru apstākļi (Lukševičs un Stinkulis 2018). Šajā pētījumā iegūtie dati nav pretrunā ar šo viedokli, bet iegūto datu apjoms un izmantotās metodes neļauj izdarīt secinājumus par to, vai pētītos Ogres svītas griezumos atsegtie nogulumieži veidojās deltas vai estuāra apstākļos.

Akantožu zvīņas Ogres svītas nogulumos nav pētītas katrā slāņa nogulumos, līdz ar to šajā gadījumā nevar izdarīt pārliecinošus secinājumus par to, kādi vides apstākļi zivīm bijuši labvēlīgi un kādi – ne tik labi. Tomēr, kopumā Ogres svītā akantožu atliekas sastop pietiekamā daudzumā, pārsvarā plūdmaiņu ietekmētos kanālu nogulumos, lai varētu teikt, ka šādos nogulumos ir bijuši fosilizācijai labvēlīgi apstākļi.

Amulas svītas Gavēņu atsegums līdz šim, spriežot pēc publicētiem literatūras avotiem, netika detalizēti pētīts ne no sedimentoloģijas, ne paleontoloģijas viedokļa. Šeit svītas griezuma apakšējo daļu, aptuveni līdz 2,3 m, raksturo vidēji labi šķiroti smilšaini nogulumi, kas veidojušies plūdmaiņu ietekmē, uz ko norāda vizlas un māla kārtiņas uz slīpajiem slānīšiem, kā arī ritmiska to uzbūve. Par plūdmaiņu pazīmēm liecina arī kāpjošais ripsnojums uz slīpo slānīšu virsmām, kas interesantā kārtā atsegumā konstatēts kopā ar augu atliekām. Literatūras avotos minēts, ka Amulas laikposmā nogulumi veidojušies jūras regresijas laikā (Brangulis u.c. 1998). Kā viena no liecībām varētu būt Gavēņu atsegumā atrastās augu atliekas, kas liecina par pārejas zonu starp sauszemi un baseinu, jo augu atliekas nespēj pārciest ilgstošu transportu. Nogulu uzkrāšanās pārsvarā notikusi migrējošās zemūdens grēdās, kā arī sēkļos. Par to liecina liela biezuma slīpslāņota smilšakmens fācijas (Nr. 3) raksturīgās slīpslāņoto slāņu sērijas, kas atbilst sēkļu veidojumiem. Kaut arī griezumā ir visai izteiktas plūdmaiņu liecības, pārsteidzošā kārtā, akantožu zvīņas ir sastopamas ļoti reti. To varētu izskaidrot ar baseina norobežošanos no atklātas jūras un līdz ar to mainīgiem – organismiem nelabvēlīgiem – apstākļiem Amulas laikposmā.

Famenas laikmeta baseinu raksturo atklātas jūras klātesamība dienvidu un dienvidrietumu virzienā un sauszemes tuvums – ziemeļu virzienā. Mūru laikposmā raksturīga palielināta smilts pieplūde no denudācijas apgabala (Brangulis u.c. 1998). Ķurbju atsegumā sastop pārsvarā ļoti smalkgraudainus smilšakmeņus ar māla saveltņu klātbūtni, kas liecina par hidrodinamiski aktīvu vidi. Akantožu zvīņas no pētījumā ietvertiem Mūru svītas iežiem, te konstatētas visai lielā daudzumā, līdz pat 34 vienā gramā viena slāņa ietvaros. Siliciklastiskie nogulumi pārsvarā ir ar labu šķirotības pakāpi. Mūru svītas Vilku atsegumā sastopamos

nogulumus kopējā Mūru svītas griezumā ir visai sarežģīti interpretēt šī atseguma nelielā izmēra dēļ. Te nelielā intervālā atsedzas ļoti labi līdz labi šķiroti ļoti smalkgraudains smilšakmens ar daudzveidīgām tekstūrām un piejaukumiem. Bioturbācijas pazīmes varētu liecināt, ka smilšakmens uzkrājies visai tālu no krasta, zem normāla viļņojuma bāzes – vairāk kā 10 metru dziļa ūdens apstākļos. Tomēr, spriežot pēc augstāk atsegumā konstatētā viļņu ripsnojuma zīmēm, tur varēja izpausties paisuma un bēguma straumes. Inhofosīliju horizontālo eju klātbūtne liecina par nestabilu gultnes substrātu, kas ticis traucēts straumju vai stipru viļņu ietekmē (Stow 2006). Pēc L. Savvaitovas viedokļa, šādi nogulumu uzkrāšanās apstākļi atbilst transgresijas ritmam (Savvaitova 1997). Akantožu zvīņas sastopamas ļoti reti, visticamāk, dziļāka ūdens apstākļu dēļ. Rukūzes atseguma nogulumus veido ļoti smalkgraudains smilšakmens. Visai plašā intervālā ļoti labi šķirotos nogulumos novērotas straumju ripsnojuma pazīmes, kas liecina par samērā mierīgiem hidrodinamiskiem apstākļiem un sekla ūdens vidi. Iespējams, tas izskaidro, kāpēc akantožu zvīņas šajā atsegumā nav konstatētas.

Lauka darbu gaitā Klūnu atsegumā izdevās dokumentēt Tērvetes svītas griezuma apakšējo un vidusdaļu, tādēļ nogulumu fāciju analīze nav pilnīga, tomēr tā paver iespējas visai būtiski papildināt iepriekšējos viedokļus par šo nogulumu veidošanās apstākļiem. Tērvetes laikposmā nogulas uzkrājušās seklūdens apstākļos upju ūdens straumju ietekmē, kas ienesa klastisko materiālu sekļajā jūras baseinā un stipri pazemināja tā ūdens sāļumu. Sakarā ar pazemināto jūras ūdens sāļumu, šajā baseinā mitinājās galvenokārt zivis un mieturaļģes (Brangulis u.c. 1998), bet pēdējā laikā atrastas arī pēdu fosīlijas un konulārijas (Lukševičs 2018). Lielākā daļa pētnieku uzskata, ka akantodes pamatā ir bijušas jūras zivis, kas ar laiku (iespējams, devona beigās vai karbonā) pielāgojušās saldūdens apstākļiem (Janvier 2002). Tērvetes svītas Klūnu atseguma nogulumi ir pārpilni ar akantožu zvīņām, kur vienā slānī 1 gramu lielā paraugā atrastas līdz pat 91 vienībai. No tā izriet secinājums, ka pazemināts ūdens sāļums bijis akantodēm visai labvēlīga vide, bet šāda daudzuma akantožu atlieku izplatība apšaubā viedokli par Tērvetes svītas nogulumu veidošanos noslēgtā, ezera tipa baseinā. To apstiprina arī citi dati, piemēram, par tādu atlieku, kā milzīgas plēsīgas bruņuzivis *Dunkleosteus* sp. apakšzoklis, atradumu tajā pašā Klūnu atsegumā (Lukševičs 2019): tiek uzskatīts, ka šādas, vairāk kā 3 metrus garas zivis varēja eksistēt tikai marīnos, atklātās jūras baseinos. Visbiežāk akantožu zvīņas sastop augstas enerģijas vidē (fācija Nr. 1) un plūdmaiņu ietekmētās vidēs (fācija nr. 2). Tērvetes svītas Klūnu atsegumā dominē smalkgraudaini smilšakmeņi, bet sastop arī aleirolītus ar māla un ļoti smalkas smilts piejaukumu. Griezuma augšdaļā sastopamās aleirītiskās māla starpkārtas uzkrājušās mierīgā sedimentācijas vidē, taču, tai aktivizējoties, ir uzkrājušies smilšainie nogulumi. Sedimentācijas apstākļiem

mainoties – ūdens režīmam kļūstot mierīgākam – atkal ir uzkrājušies aleirītiska māla nogulumu. Atkārtotamība norāda uz sedimentācijas apstākļu cikliskumu. Atseguma vidusdaļā konstatētie dolomītmerģeļi norāda uz būtisku sedimentācijas apstākļu maiņu, samazinoties drupu graudu pieplūdumam. Pilnīgs zivju mikroskopisko fosīliju trūkums dolomītmerģeļī varētu norādīt uz organismu dzīvei, vai arī fosilizācijai nelabvēlīgiem apstākļiem.

Ketleru svītas Varkaļu rida Ketleru atsegumā lielākoties sastāv no smalkgraudainiem smilšakmeņiem ar vidēji labu šķirotības pakāpi. Visā Varkaļu ridas dienvidu atsegumā smilšakmens lielākoties ir ar augstu vizlas koncentrāciju un ar izteiktām slīpslāņojuma tekstūrām, kas norāda uz ūdens straumju darbību, bet vizlas kārtiņu klātbūtne uz slīpajiem slāņīšiem un šo kārtiņu biezuma ritmiskas izmaiņas liecina par plūdmaiņu procesiem (fācija Nr. 2). Jāatzīmē, ka atsegumā tika konstatētas arī viļņu ripsnojuma pazīmes, kas liecina par nogulumu uzkrāšanos sekla ūdens apstākļos (fācija Nr. 9). Spriežot pēc nogulumu sastāva un augstāk aprakstītajām smilšakmens tekstūrām un piejaukumiem, var secināt, ka Varkaļu rida veidojusies sekla jūras apstākļos, kur ieplūda daudz terīgēnā materiāla. Ketleru svītā atrastajām zvīnām iepriekš netika veikta statistiskā analīze, bet tās tika ievāktas citam mērķim – lai noteiktu morfoloģiskās un histoloģiskās pazīmes. Līdz ar to nav bijis iespējams noskaidrot Ketleru svītas Varkaļu ridas Ketleru atseguma smilšakmeņos sastopamo akantožu zvīņu izplatības statistiskos rādītājus.

Salīdzinot akantožu mikroskopisko atlieku izplatību dažādās fācijās Franas un Famenas stāva nogulumos, nevar nepamanīt, ka Ogres un Amulas svītas pētītajos griezumos akantožu zvīņas konstatētas tikai piecās fācijās, galvenokārt tajās, kas saistītas ar migrējošām zemūdens grēdām fluviālos kanālos, turklāt lielākoties smilšu uzkrāšanās ir bijusi plūdmaiņu ietekmēta. Mierīgākos režīmos, lēnajās vai periodiski aktīvākas straumēs, tajā skaitā, iespējams, plūdmaiņu ietekmē, veidojušajos nogulumos zvīņu skaits ir daudz mazāks. Savukārt Famenas stāva nogulumu slāņkopās fācijas ar akantožu atliekām ir divreiz vairāk – zvīņas atrastas vismaz 10 dažādās fācijās. Arī Famenas slāņkopa akantožu zvīņas sastopamas lielākajā skaitā fācijā Nr. 1, Nr. 2 un Nr. 7, līdzīgi Franas slāņkopai, tomēr to izplatība faciāli ir plašāka. Fācijas Nr. 3 un Nr. 4 (liela biezuma slīpslāņots smilšakmens un slīpslāņots smilšakmens ar kāpjošo ripsnojumu) Famenas slāņkopa netika konstatētas, tāpēc akantožu atliekas tajās arī nav atrastas. Kopumā arī Famenas stāvam atbilstošo svītu griezumos akantožu zvīņas pārsvarā atrodamas plūdmaiņu ietekmēto apstākļu smilšakmeņos, retāk cita sastāva nogulumiežos, kas tomēr bieži vien uzrāda iespējamās plūdmaiņu ietekmes pazīmes (piemēram, fācijā Nr. 11).

Tā kā silickilastiskajiem nogulumiem, kuros konstatēta vairāk kā 10% daļiņu klātbūtne, kas ir mazāka par 0,063 mm, netika veikta aleirītisko un mālaino daļiņu satura noteikšana, tie

tika apvienoti vienā frakcijā – 0,063-0,05 mm. Veicot granulometriskās analīzes datu apstrādāšanu, ievadot tos *Gradistat* programmatūrā, statistikas dati tādā gadījumā uzrāda nepilnīgus vai pat aplamus rezultātus. Kā par piemēru var minēt 4A paraugu no Kalnamuižas atseguma (sk. 12. pielikumu). Smalkne veido 63% no kopējās parauga masas. *Gradistat* programmas piedāvātais nosaukums – rupjgraudains aleirīts ar smalkgraudainas smilts piejaukumu. Vidējais ģeometriskais pēc Folka un Varda metodes (*Folk & Ward method*) ir 0,079 mm ($\phi = 3,662$), kas atbilst ļoti smalkgraudainai smiltij; šādu iznākumu var skaidrot vienīgi ar to, ka visas aleirīta un māla daļiņas tika apvienotas vienā, rupjā aleirīta frakcijā. Arī asimetrija līdz ar to tiek ietekmēta. Šāda metodoloģijas nepilnība neatstāja būtisku ietekmi uz fāciju nodalīšanu un līdz ar to arī uz sasniegtiem rezultātiem, tomēr detalizētiem sedimentoloģiskiem pētījumiem vienmēr jācenšas veikt pilnu granulometrisko analīzi, ieskaitot arī mālaino daļiņu satura noskaidrošanu.

SECINĀJUMI

Pētījuma gaitā, balstoties uz autores sastādītajiem augšējā devona Ogres, Amulas, Mūru, Tērvetes un Ketleru svītas nogulumiežu ģeoloģiskajiem griezumiem, kā arī citu autoru sastādīto griezumu datu interpretāciju, izmantojot detalizētu sedimentoloģisko un mikropaleontoloģisko pētījumu metodes, kopumā tika nodalītas 15 siliciklastisko nogulumu fācijas un izdevās precizēt Franas un Famenas stāva smilšaini mālainos nogulumos Kurzemes, Zemgales un Latgales teritorijā sastopamo akantožu atlieku ģeogrāfisko un vertikālo izplatību griezumā, kā arī noskaidrot to faciālo atkarību. Pētījumā iegūtie rezultāti ļauj izdarīt šādus secinājumus par akantožu zvīņu izplatību atkarībā no siliciklastisko nogulumiežu granulometriskā sastāva, sedimentācijas vides apstākļiem un fācijām:

- Akantožu zvīņas atrastas visos pētītajos atsegumos, izņemot Mūru svītas Rukūzes atsegumu, ko varētu skaidrot ar plašā intervālā pārstāvēto smilšakmens ar straujuma ripsnojuma pazīmēm fāciju (fācija Nr. 6), kas liecina par samērā mierīgiem hidrodinamiskiem apstākļiem un sekla ūdens vidi; akantožu zvīņas reti sastaptas arī Mūru svītas Vilku atsegumā, kur nogulumu veidojušies jūras baseina dziļākajā daļā zem normāla viļņojuma bāzes.
- Tērvetes svītas nogulumu Klūnu atsegumā ir pārpilni ar akantožu zvīņām, kur vienā slānī noņemtajā 1 gramu smagajā paraugā atrastas līdz pat 91 vienībai. Akantožu zvīņu bagātība ļauj apstiprināt samērā nesen izvirzīto viedokli par Tērvetes laika baseinu kā seklo jūru ar stipri pazeminātu sāļumu, kur nogulu uzkrāšanos lielā mērā ietekmēja gan upju ūdens straumes ar lielu daudzumu drupiežu materiāla, gan plūdmaiņu straumes.
- Visbiežāk akantodes sastop plūdmaiņu ietekmētās vidēs, īpaši daudz atrastas slīpslāņotos smilšakmeņos ar māla saveltņiem (fācija Nr. 1), kuri veidojās hidrodinamiski aktīvos apstākļos, migrējot zemūdens grēdām fluviālos kanālos, kā arī citos smilšakmeņos un heterolītiskos nogulumos ar plūdmaiņu ietekmes pazīmēm. Vienīgi Amulas svītas Gavēņu atsegumā pētītajos smilšakmeņos, kuros izteikti raksturīgas plūdmaiņu pazīmes, zvīņas sastopamas ārkārtīgi reti. To varētu skaidrot ar mainīgiem – organismiem nelabvēlīgiem – apstākļiem Amulas laikposmā, uz ko daļēji norāda Amulas svītai kopumā raksturīgais ģipša cements, kas liecina par klimata ariditāti.
- Salīdzinot akantožu zvīņu sastopamību Franas un Famenas stāva nogulumiežos, ir jākonstatē, ka Famenas laikmetā veidojušos iežus raksturo plašāka fāciju palete, kas satur akantožu mikroskopiskās atliekas.

- Akantožu zvīņas pārsvarā atrastas ļoti smalkgraudainā līdz vidējgraudainā smilšakmenī. To sastopamība lielā mērā ir atkarīga ne tik daudz no smilts graudu izmēra kā no smilšaino nogulumu fācijām; mikroatliekas retāk sastaptas smilšainos iežos ar aleirīta un māla daļiņu piejaukumu.

Turpmākos akantožu kā nozīmīgas devona mugurkaulnieku klases pārstāvju pētījumos būtu jāņem vērā arī dažas rekomendācijas. Lai izvairītos no parauga plaisāšanas vai sliktākajā gadījumā – pazaudēšanas, tā vietā, lai histoloģiskās uzbūves pētīšanai gatavotu plānslīpējumus, kā alternatīvs paņēmiens būtu zvīņu gremdēšana imersijas eļļā; tās īpašības zvīņu padara caurredzamu, kā arī ļauj novērot paraugu ar lielāku izšķirtspēju un palielinājuma jaudu. Ir nepieciešams turpināt gan morfoloģiskos, gan histoloģiskos pētījumus, lai precizētu akantožu atlieku taksonomisko piederību un paveiktu šīs grupas taksonomisko revīziju.

PATEICĪBAS

Pētījuma autore vēlas izteikt lielu pateicību Dr. ģeol., prof. Ervīnam Lukševičam par padomu sniegšanu un palīdzību darba tapšanas laikā; LU Ķīmijas fakultātes maģistra programmas studentam Danielam Jevdokimovam par elektronmikroskopa izmantošanu zvīņu fotografēšanā; Dr. ģeol., asoc. prof. Ģirtam Stinkulim par palīdzību lauka darbos Gavēņu, Klūnu un Gurovas gravas atsegumu griezumu tapšanā, kā arī konsultācijas sniegšanu granulometrijas datu apstrādes veikšanā.

Autore vēlas izteikt neizsakāmi lielu paldies saviem tuviniekiem par palīdzību un morālo atbalstu maģistra darba izstrādes realizācijas procesā.

IZMANTOTĀ LITERĀTŪRA

Publicētā literatūra

- Ahlberg, P.E., Lukševičs, E., Mark-Kurik, E. 2000. A near-tetrapod from the Baltic Middle Devonian. *Palaeontology*. 43, 533-548.
- Ahlberg, P.E., Clack, J.A., Luksevics, E., Blom, H., Zupins, I. 2008. Ventastega curonica and the origin of tetrapod morphology. *Nature*. 453, 1199-1204.
- Beznosov, P. 2005. Notes on the acanthodian genus *Devononchus* Gross from the Givetian-Famennian of the East European Platform. *Ichthyolith Issues Special Publication*. 9, 3–6.
- Brangulis, A.J., Kuršs, V., Misāns, J., Stinkulis, Ģ. 1998. *Latvijas ģeoloģija*. Misāns J. (red.). Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests
- Brazeau, M. D. 2009. The braincase and jaws of a Devonian ‘acanthodian’ and modern gnathostome origins. *Nature*. 457, 305–308.
- Burrow, C., Young, G. 2005. The acanthodian fauna of the Craven peaks beds (early to middle Devonian), Western Queensland. *Memoirs of the Queensland Museum*. Brisbane, 51(1), 3-25.
- Collinson, J.D. 1996. Alluvial sediments. In: *Reading, H.G. (eds.). Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy*. 3-rd edition. Oxford, U.K., Blackwell Science Ltd, 20-54.
- Coughenour, C.L., Archer, A.W., Lacovara, K.J. 2009. Tides, tidalites, and secular changes in the Earth-Moon system. *Earth-Science Reviews*. 97, 59-79.
- Dalrymple, R.W. 1992. Tidal depositional systems. In: *Walker, R.G., James, N.P. (eds.) Facies Models: response to sea level change*. Ontario, Geological Association of Canada. 195-218.
- Dalrymple, R.W., Choi, K.S., 2007. Morphologic and facies trends through the fluvial-marine transition in the tide-dominated depositional system: A schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic interpretation. *Earth-Science Reviews*. 81, 135-174.
- Davis, R.A., 2012. Tidal signatures and their preservation potential in stratigraphic sequences. In: *Davis, R.A., Richard, A., Dalrymple, R.W. (eds.) Principles of tidal sedimentology*. Springer, 35-56.
- Esin, D., Ginter, M., Ivanov, A., Lebedev, O., Luksevics, E., Avkhimovich, V., Golubtsov, V., Petukhova, L. 2000. Vertebrate correlation of the Upper Devonian and Lower Carboniferous on the East European Platform. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 223, 341-359.
- Gross, W. 1930. Die Fische des mittleren Old Red Süd-Livlands. *Geologische und Paläontologische Abhandlungen, Neue Folge*. 22 (18), 2, 123–156.
- Gross, W. 1933. Die Fische des Baltischen Devons. *Palaeontographica*. 79, 1–74.
- Gross, W. 1940. Acanthodier and Placodermen aus Heterostius-Schichten Estlands und Lettlands. *Publications of the Geological Institution of the University of Tartu*. 60, 2–89.
- Gross, W. 1947. Die Agnathen und Acanthodier des obersilurischen Beyrichienkalks. *Palaeontographica*. A 96, 51–155.
- Gross, W. 1950. *Die paläontologische und stratigraphische Bedeutung der Wirbeltierfaunen des Old Red und der marinen altpaläozoischen Schichten*. Berlin, Akademie Verlag. 127.
- Hairapetian, V., Valiukevičius, J., Burrow, C. 2006. Early Frasnian acanthodians from central Iran. *Acta Paleontologica*. 51(3), 499-520.

- Ivanov, A., Lukševičs, E. 1994. Famennian chondrichthyans from the Main and Central Devonian fields. *Daba un Muzejs*. 5, 24-29.
- Janvier, P. 2002. Early Vertebrates. *Oxford monographs on geology and geophysics*. 33. Clarendon Press. Oxford, 393.
- Kuršs, V. 1984. *Devonā, zivju laikmetā*. Rīga, "Zinātne"
- Kuršs, V., Lukševičs, E., Upeniece, E., Zupiņš, I. 1998. Augšdevona klastiskie nogulumi un zivju atliekas Lodes mālu karjerā Latvijā. *Latvijas ģeoloģijas vēstis. I daļa*. 5, 7-19.
- Lebedev, O.A., Lukševičs, E. 2017. *Glyptopomus bystrowi* (Gross, 1941), an "osteolepidid" tetrapodomorph from the Upper Famennian (Upper Devonian) of Latvia and Central Russia. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 97(3), 615-632.
- Liepiņš, P. 1951. Daži devona stratigrafiņas jautājumi galvenā devona lauka rietumu daļā. *Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis*. 6, 983-988.
- Long, J.A. 1995. The Rise of Fishes. 500 Million Years of Evolution. *The John Hopkins University Press*. Baltimore and London, 223.
- Lukševičs, E. 1992. Palaeoichthyocenoses of the Famennian brackish seas of the Baltic area. *In: Mark-Kurik, E. (ed.) Fossil Fishes as Living Organisms*. Academia I. Tallinn, Academy of Sciences of Estonia, 273-280.
- Lukševičs, E. 1999. Mugurkaulnieku paleontoloģija. *Mācību līdzeklis*. Rīga, Elpa, 102.
- Lukševičs, E. 2001. Bothriolepid antiarchs (Vertebrata, Placodermi) from the Devonian of the north-western part of the East European Platform. *Geodiversitas*. 23(4), 489-609.
- Lukševičs, E. 2018. Pirmais konularīdu atradums augšdevona Tērvetes svītas nogulumos. *Latvijas Universitātes 76. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne*. Referātu tēzes. Rīga, Latvijas Universitāte. 265.-268. lpp.
- Lukševičs, E. 2019. Vēlā devona Tērvetes un Ketleru laika faunas retie elementi: gigantiskas zivis no Baltijas paleobaseina. *Latvijas Universitātes 77. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne*. Referātu tēzes. Rīga, Latvijas Universitāte.
- Lukševičs, E., Zupiņš I. 2004. Sedimentology, fauna, and taphonomy of the Pavari site, Late Devonian of Latvia. *Latvijas Universitātes raksti. Zemes un Vides zinātne*. 679, 99-119.
- Lukševičs, E., Ahlberg, P., Stinkulis, Ģ., Vasiļkova, J., Zupiņš, I. 2011. Frasnian vertebrate taphonomy and sedimentology of macrofossil concentrations from the Langsēde Cliff, Latvia. *Lethaia*. 45, 359-370.
- Lukševičs, E., Meškis, S., Linde, K. 2015. Vēlā Devona mugurkaulnieku atliekas un ihnofosīlijas no Ketleru atseguma. *Latvijas Universitātes 73. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, Ģeoloģija, Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 207-210.
- Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ. 2018. Devona un karbona sedimentācijas baseini. Nikodemus, O. u.c. (red.) *Latvija, Zeme, daba, tauta, valsts*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 156-159.
- Lyarskaya, L. 1981. Pantsyrnyje ryby devona Pribaltiki. *Asterolepididae*. Rīga, Zinātne, 152.
- Łarska, L., Lukševičs, E. 1992. Sostav i rasprostranenie besčelyustnyh i rib v silurijskih i devonskih otloženijah Latvii [Composition and distribution of agnathan and vertebrate assemblages in the Silurian and Devonian deposits of Latvia]. *Sorokins, V.S. (red.) Paleontologiya i stratigrafiya fanerozoja Latvii i Baltijskogo morya*. Rīga, Zinātne, 46-62.
- Mačute, S., Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ. 2019. Akantožu (Acanthodei) atliekas augšējā devona Ogres, Tērvetes un Ketleru svītas siliciklastiskos nogulumos. *Latvijas Universitātes 77. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, Ģeoloģija, Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- McManus, J. 1988. Grain size determination and interpretation. *In: Tucker M. E. (ed.) Techniques in Sedimentology*. Blackwell Science. 63-85.

- Misāns, J., Mūrnieks, A., Strautnieks, I. 2001. *Latvijas ģeoloģiskā karte M 1:200 000 32. Jelgava*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests, 25.
- Nichols, G. 1999. *Sedimentology and stratigraphy*. London, University of London, 1–328.
- Obruchev, D. V. 1964. Branch Agnatha. In: *Obruchev, D. V. (ed.) Fundamentals of Paleontology. Agnatha, Pisces*. Vol. 11. Moscow, Nauka, 36-167.
- Reineck, H.E., Singh, I.B. 1975. *Depositional Sedimentary Environments*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer.
- Savvaitova, L. 1994. Ketleru svīta. *Kavacs, G. (red.) Latvijas daba: enciklopēdija*. 2. sēj. Rīga, Preses Nams, 240.
- Savvaitova, L. 1997. Mūru svīta. *Kavacs, G. (red.) Latvijas daba: enciklopēdija*. 4. sēj. Rīga, Preses Nams, 18.
- Savvaitova, L. 1998. Tērvetes svīta. *Kavacs, G. (red.) Latvijas daba: enciklopēdija*. Rīga, Preses Nams, 211-212.
- Sorokin, V.S. 1978. *Etapu razvitiya severo-zapada Russkoy platformy vo franskom veke*. Rīga, Zinātne, 282.
- Sorokin, V.S. 1981a. Franskij yaruss. *Sorokin, V. S. (ed.) Devon i karbon Pribaltiki*. Rīga, Zinātne, 142-301.
- Sorokin, V.S. 1981b. Famenskij yaruss. *Sorokin, V. S. (ed.) Devon i karbon Pribaltiki*. Rīga, Zinātne, 301-333.
- Sorokins, V. 1997. Amulas svīta. *Kavacs, G. (red.) Latvijas Daba IV*. Rīga, Preses Nams, 55.
- Sorokins, V. 1997. Ogres svīta. *Kavacs, G. (red.) Latvijas Daba IV*. Rīga, Preses Nams, 52-53.
- Stow, D.A.V. 2006. *Sedimentary rocks in the field – a color guide*. London, Academic Press, 320.
- Tucker, M. E. 1991. *Sedimentary Petrology*. Blackwell Science. 260.
- Tānavsuu-Milkeviciene, K., Plink-Björklund, P. 2009. Recognizing tide-dominated versus tide-influenced deltas: Middle Devonian strata of the Baltic Basin. *Journal of Sedimentary Research*. 79, 887-905
- Upeniece, I., 1996. Jauna devona bārķšpuru zivju suga *Strunius kurshi* sp. nov. *Latvijas Universitātes 55.zinātniskā konference. Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu sekcija. Tēzes un programmas*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 49-50.
- Upeniece, I. 2010. Latvijas vidējā un vēlā devona akantodes. *Latvijas Universitātes 68.zinātniskā konference. Ģeogrāfija, Ģeoloģija, Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 380-383.
- Valiukevičius, J. 1985. Acanthodians from the Narva Regional Stage of the Main Devonian Field [in Russian with English summary]. *Mokslas Publishing House, Vilnius*. 144.
- Valiukevičius, J. 1998. Acanthodians and zonal stratigraphy of Lower and Middle Devonian in East Baltic and Byelorussia. *Palaeontographica, Abt. A*. 248, 1–53.
- Valiukevičius, J. 2000. Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia. *Courier Foorschungsinstitut Senckenberg*, 223, 271–289.
- Van den Berg, J.H., Boersma, J.R., van Gelder, A. 2007. Diagnostic sedimentary structures of the fluvial-tidal transition zone. Evidence from deposits of the Rhine and Meuse. *Netherlands Journal of Geosciences*. 86, 287-306.
- Vasiļkova, J., Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ., Zupiņš, I. 2012. Taphonomy of the vertebrate bone beds from the Klūnas fossil site, Upper Devonian Tērvete Formation of Latvia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 61, 2: 105-119.
- Берг, Л.С. 1955. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. Москва, Зоологический институт АН СССР, 178.
- Биргер, Л. В. 1979. Фаменский ярус. *Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии*. Рига, Зинатне, 160-163.

- Брангулис, А.П., Страуме, Я.А., Бендруп, Л.П., Биргер, А.Я., Биркис, А.П., Брио, Х.С., Гаврилова, А.В., Меиронс, З.В., Юшкевич, В.В. 1984. *Геология Латвийской ССР*. Рига, Зинатне, 210.
- Куршс, В. М. 1975. *Литология и полезные ископаемые терригенного девона Главного поля*. Рига, 219.
- Лярская, Л. А., Савваитова, Л. С. 1974. Строение и ихтиофауна кетлерской свиты Латвии. *Региональная геология Прибалтики*. Рига, Зинатне, 90-99.
- Савваитова, Л. С. 1977. Строение, литолого-стратиграфическая характеристика отложений и их фациальные особенности. *Фамен Прибалтики*. Рига, Зинатне, 128.

Nepublicētā literatūra

- Buls, T. 2007. *Viļņu ripsnojums un tā tipi Rīgas līča austrumu piekrastē*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Gailīte, L. I., Kuršs, V., Lukševiča, L., Lukševičs, E., Pomeranceva, R., Savvaitova, L., Stinkulis, Ģ., Zabele, A. 2000. *Latvijas pamatiežu ģeoloģisko karšu apzīmējumi*. Rīga, Valsts Ģeoloģijas Dienests, 101.
- Ignatovs, K. 2008. *Mugurkaulnieku mikroatlieku izplatība Franās stāva nogulumos Vidzemē*. Maģistra darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Kreišmane, D. 2014. *Burtnieku svītas nogulumu sedimentācijas apstākļi Baltijas devona paleobāzēna ziemeļu daļā*. Maģistra darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Mačute, S. 2017. *Vēlā devona akantodes Ketleru svītas Varkaļu ridas smilšakmeņos*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Reķe, T. 2019. *Ogres svītas nogulumiežu sastāvs, to veidošanās apstākļi un mugurkaulnieku atliekas Makšīnavas un Gurovas gravas atsegumos*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Upeniece, I. 2011. *Devona bruņzivju un akantožu paleoekoloģija un to mazuļi Lodes iegulā*. Promocijas darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Qu, Q. 2015. Three-dimensional virtual histology of early vertebrate scales revealed by synchrotron X-ray phase-contrast microtomography. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 1213*. Uppsala, Acta Universitatis Upsaliensis, 49.
- Пинахина, Д. В. 2018. *Среднедевонские акантодовые рыбы (Acanthodii) северо-западного субрегиона Восточно-Европейской платформы*. Автореферат диссертации. Фалкон-Принт, Санкт-Петербург, 23.

Kartogrāfiskais materiāls

- Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra (LĢIA) 2019. *Topogrāfiskā karte mērogā 1:50 000. Viļakas lapa*. LU ĢZZF WMS. Sk. 13.05.2019. Pieejams <https://www.geo.lu.lv/kartes/>

PIELIKUMI

1. pielikums. Ogres svītas nogulumu un fāciju raksturojums 8. atsegumā Gurovas gravā.....	92
2. pielikums. Ogres svītas Kalnamuižas atseguma nogulumu un fāciju raksturojums.....	92
3. pielikums. Amulas svītas Gavēņu atseguma nogulumu un fāciju raksturojums.....	93
4. pielikums. Mūru svītas Ķurbju atseguma nogulumu un fāciju raksturojums.....	93
5. pielikums. Mūru svītas Vilku atseguma nogulumu un fāciju raksturojums.....	94
6. pielikums. Mūru svītas Rukūzes atseguma nogulumu un fāciju raksturojums.....	94
7. pielikums. Tērvetes svītas Klūnu atseguma nogulumu un fāciju raksturojums.....	95
8. pielikums. Ketleru svītas Ketleru atseguma nogulumu un fāciju raksturojums.....	96
9. pielikums. Kalnamuižas atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	97
10. pielikums. Kalnamuižas atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	98
11. pielikums. Kalnamuižas atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	99
12. pielikums. Kalnamuižas atseguma 4A. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	100
13. pielikums. Kalnamuižas atseguma 6. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	101
14. pielikums. Kalnamuižas atseguma 11. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	102
15. pielikums. Gavēņu atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	103
16. pielikums. Gavēņu atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	104
17. pielikums. Gavēņu atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	105
18. pielikums. Gavēņu atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	106
19. pielikums. Gavēņu atseguma 5. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	107
20. pielikums. Gavēņu atseguma 7. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	108
21. pielikums. Gavēņu atseguma 8. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	109
22. pielikums. Ķurbju atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	110

23. pielikums. Ҙurbju atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	111
24. pielikums. Ҙurbju atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	112
25. pielikums. Ҙurbju atseguma 3. slāņa 2. parauga nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	113
26. pielikums. Ҙurbju atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	114
27. pielikums. Ҙurbju atseguma 5. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	115
28. pielikums. Ҙurbju atseguma 5. slāņa 2. parauga nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	116
29. pielikums. Ҙurbju atseguma 6. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	117
30. pielikums. Vilku atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	118
31. pielikums. Vilku atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	119
32. pielikums. Vilku atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	120
33. pielikums. Vilku atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	121
34. pielikums. Rukūzes atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	122
35. pielikums. Rukūzes atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	123
36. pielikums. Rukūzes atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	124
37. pielikums. Rukūzes atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	125
38. pielikums. Klūnu atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	126
39. pielikums. Klūnu atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	127
40. pielikums. Klūnu atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	128
41. pielikums. Klūnu atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	129

42. pielikums. Klūnu atseguma 5. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	130
43. pielikums. Klūnu atseguma 6. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	131
44. pielikums. Klūnu atseguma 7. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	132
45. pielikums. Klūnu atseguma 8. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	133
46. pielikums. Klūnu atseguma 9. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	134
47. pielikums. Klūnu atseguma 10. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	135
48. pielikums. Klūnu atseguma 11. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	136
49. pielikums. Klūnu atseguma 12. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	137
50. pielikums. Klūnu atseguma 13. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	138
51. pielikums. Klūnu atseguma 14. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	139
52. pielikums. Klūnu atseguma 15. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	140
53. pielikums. Klūnu atseguma 16. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	141
54. pielikums. Klūnu atseguma 17. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	142
55. pielikums. Klūnu atseguma 18. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	143
56. pielikums. Klūnu atseguma 19. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem.....	144

1. pielikums. Ogres svītas nogulumu un fāciju raksturojums 8. atsegumā Gurovas gravā

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācijas numurs, nosaukums	Tekstūra	Struktūra	Makroatliekas (Ir; Nav)	Akantožu zviņas (n/g)	Biezums
1.	1., 3., 8.	Nr. 1. Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Slīpslāņota	Smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	Nav	-	14-40
2.	2.	Nr. 8. Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru	Viendabīga	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Nav	-	11
3.	3., 4., 6.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Slīpslāņota	Smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	Ir – 3. slānī	5	5-20
4.	5.	Nr. 15. Mālainie nogulumieži ar viendabīgu tekstūru	Neizteikta	Māls	Nav	-	5
5.	7.	Nr. 7. Slīpslāņots smilšakmens	Maza mēroga muldveida slāņojuma	Smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	Nav	-	3-5
6.	7.	Nr. 6. Smilšakmens ar straumju ripsnojumu	Straumju ripsnojuma zīmes	Smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens	Nav	-	30

2. pielikums. Ogres svītas Kalnamuižas atseguma nogulumu un fāciju raksturojums

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācija	Tekstūra	Struktūra	Akantožu zviņas (n/g)	Biezums
1.	1., 2., 3., 4A.	Nr. 1. Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Slīpslāņota	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	4-13	12-56
2.	2., 3., 11.	Nr. 7. Slīpslāņots smilšakmens	Muldveida slīpslāņojums	Smalkgraudains smilšakmens	5-13	12-23
3.	4.	Nr. 9. Smilšakmens ar viļņu ripsnojumu	Viendabīga, ar viļņu ripsnojuma zīmēm	Smalkgraudains smilšakmens	3	9-25
4.	5., 6., 9., 10., 12., 13., 14.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Slīpslāņota, t.sk. muldveida (6. sl.)	Smalkgraudains smilšakmens	1-2	10-42
5.	7.	Nr. 11. Horizontāli slāņots smilšakmens	Horizontāli slāņota	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	-	8
6.	8.	Nr. 5. Smilšakmens ar deformācijas tekstūrām	Konvolūta	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	-	~15

Makroatliekas nav atrastas.

3. pielikums. Amulas svītas Gavēņu atseguma nogulumu un fāciju raksturojums

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācija	Tekstūra	Struktūra	Makroatliekas (Ir;Nav)	Akantožu zvīņas (n/g)	Biezums
1.	1., 2., 3.	Nr. 3. Liela biezuma slīpslāņots smilšakmens	Lēzens slīpslāņojums, smilšakmens ar vizlas kārtiņām uz slīpo slāņīšu virsmas	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Ir – 3. slānī	0	51-84
2.	4., 6.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Muldveida slīpslāņojums	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	Nav	6	21-43
3.	5., 7.	Nr. 7. Slīpslāņots smilšakmens	5. slānī – muldveida slīpslāņojums; 7. slānī – maza mēroga muldveida slāņojums	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Ir – augu atliekas	0	15-34
4.	5.	Nr. 4. Slīpslāņots smilšakmens ar kāpjošo ripsnojumu	Kāpjošā ripsnojuma zīmes	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Nav	0	34
5.	8.	Nr. 8. Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru	Viendabīga	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Nav	0	11

4. pielikums. Mūru svītas Ķurbju atseguma nogulumu un fāciju raksturojums

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācija	Tekstūra	Struktūra	Makroatliekas (Ir; Nav)	Akantožu zvīņas (n/g)	Slāņa biezums
1.	1., 2., 4.-6.	Nr. 7. Slīpslāņots smilšakmens	Slīpslāņota, t.sk. muldveida (2., 5., 6. sl.)	Ļoti smalkgraudains smilšakmens, ar dolomīta garoziņām 1. slānī un dolomīta cementu 4. slānī	Nav	3-34	9-32
2.	2.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Muldveida slīpslāņojums	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Nav	3	30
3.	3., 5.	Nr. 1. Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Slīpslāņota	Smalkgraudains smilšakmens	Ir – 3. slānī	27-34	15-20
4.	4.	Nr. 11. Horizontāli slāņots smilšakmens	Paralēli horizontāla	Ļoti smalkgraudains smilšakmens, ar dolomīta cementu	Nav	13	7-26

5. pielikums. Mūru svītas Vilku atseguma nogulumu un fāciju raksturojums

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācija	Tekstūra	Struktūra	Akantožu zvīņas (n/g)	Slāņa biezums
1.	1.	Nr. 12. Viļņoti slāņots smilšakmens	Horizontāli viļņota	Ļoti smalkgraudains bioturbēts smilšakmens ar pēdu fosilijām, kur ejas aizpilda mālaini aleirītisks materiāls	2	36
2.	2., 4.	Nr. 10. Smilšakmens ar lēzenu slīpslāņojumu	Lēzens paralēls slīpslāņojums, 2. sl. vietām vizlas kārtiņas	Ļoti smalkgraudains smilšakmens, 4. sl. ar dolomīta cementu	1 – 2. sl.	7-30
3.	2.	Nr. 9. Smilšakmens ar viļņu ripsnojumu	Slīpslāņota ar viļņu ripsnojuma zīmēm	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	2	5
4.	3.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Muldveida (3. sl.) slīpslāņojums	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	1	15-18
5.	3.	Nr. 1. Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Slīpslāņota	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	1	7

Makroatliekas nav atrastas.

6. pielikums. Mūru svītas Rukūzes atseguma nogulumu un fāciju raksturojums

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācija	Tekstūra	Struktūra	Akantožu zvīņas (n/g)	Biezums
1.	1.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Slīpslāņota	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	0	17
2.	1., 3.	Nr. 6. Smilšakmens ar straumju ripsnojuma zīmēm	Straumju ripsnojums	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	0	Slāņkopas: 27-63
3.	2.	Nr. 12. Viļņoti slāņots smilšakmens	Horizontāli viļņota	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	0	43
4.	4.	Nr. 8. Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru	Viendabīga	Ļoti smalkgraudains smilšakmens ar dolomīta cementu	0	36-40
5.	4.	Nr. 7. Slīpslāņots smilšakmens	Lēzens slīpslāņojums	Ļoti smalkgraudains smilšakmens ar dolomīta cementu	0	17

Makroatliekas un mikroatliekas nav atrastas.

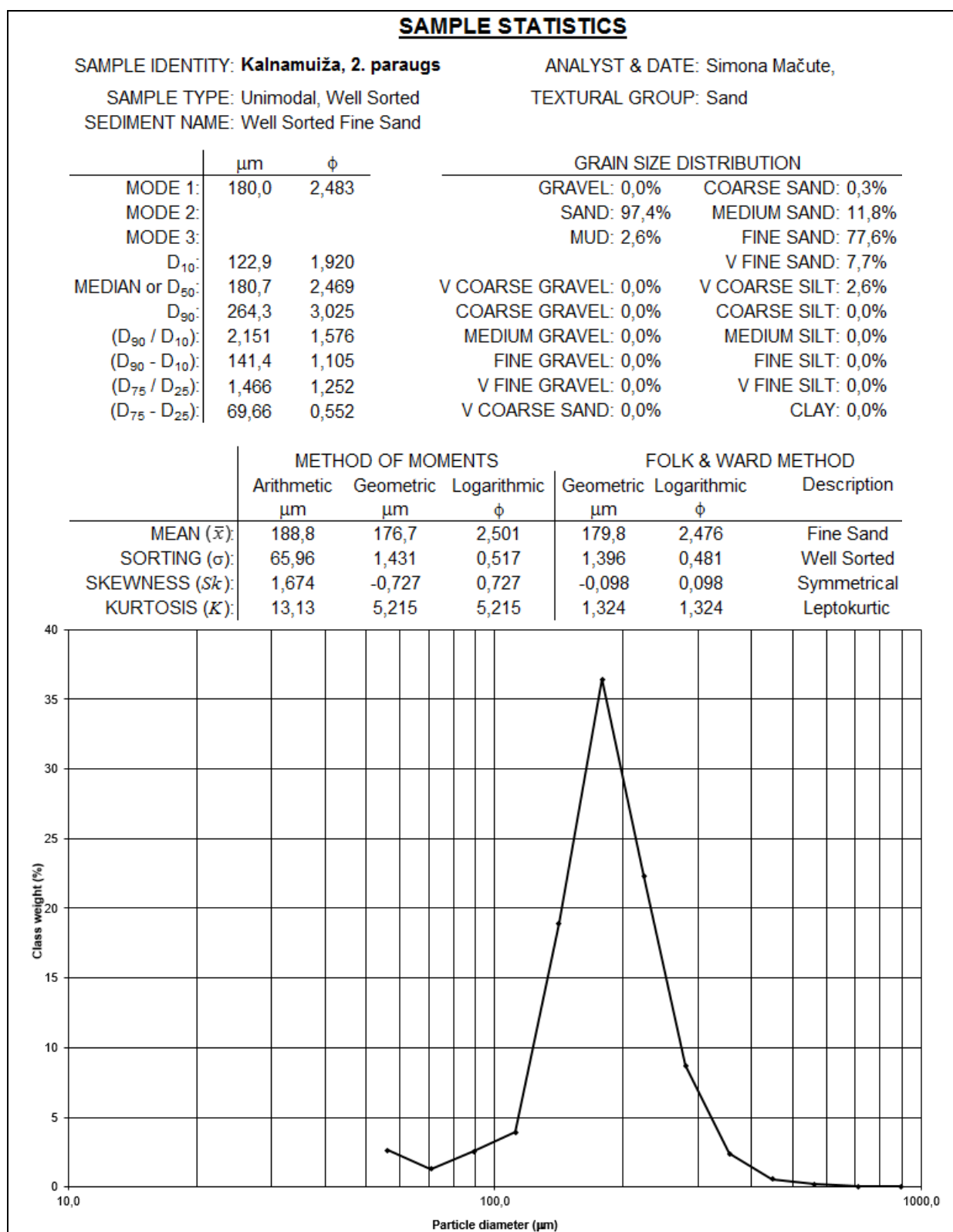
7. pielikums. Tērvetes svītas Klūnu atseguma nogulumu un fāciju raksturojums

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācija	Tekstūra	Struktūra	Makroatliekas (Ir;Nav)	Akantožu zviņas (n/g)	Slāņa biezums
1.	1., 6.	Nr. 8. Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru	Viendabīga	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	Ir – 6. slānī	22-53	13-20
2.	2., 4., 5., 8., 10., 12.	Nr. 1. Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Slīpslāņota	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	Ir - 2., 4., 5., 8., 10. slānī	3-91	4-14
3.	15., 16., 17., 18., 19.	Nr. 14. Smilšaini mālainie nogulumi ar heterolītisku slāņojumu	Paralēls horizontāls slāņojums	Smilšains aleirolīts līdz smalkgraudains smilšakmens	Ir – 2. slānī	12-22	10-18
4.	3., 5.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Slīpslāņota	Ļoti smalkgraudains līdz smalkgraudains smilšakmens	Ir – 5. slānī	34-84	9-27
5.	7.	Nr. 7. Slīpslāņots smilšakmens	Slīpslāņota	Smalkgraudains smilšakmens	Ir	48	13-16
6.	9A.	Nr. 13. Aleirolīts ar ripsnojuma zīmēm	Straumju ripsnojums	Aleirolīts	Nav	1	5
7.	11.	Nr. 11. Horizontāli slāņots smilšakmens	Horizontāli slāņota	Ļoti smalkgraudains smilšakmens	Nav	53	8
8.	14.	Nr. 15. Mālainie nogulumieži ar viendabīgu tekstūru	Viendabīga	Aleirolīts ar māla un ļoti smalkas smilts piejaukumu	Nav	0	22

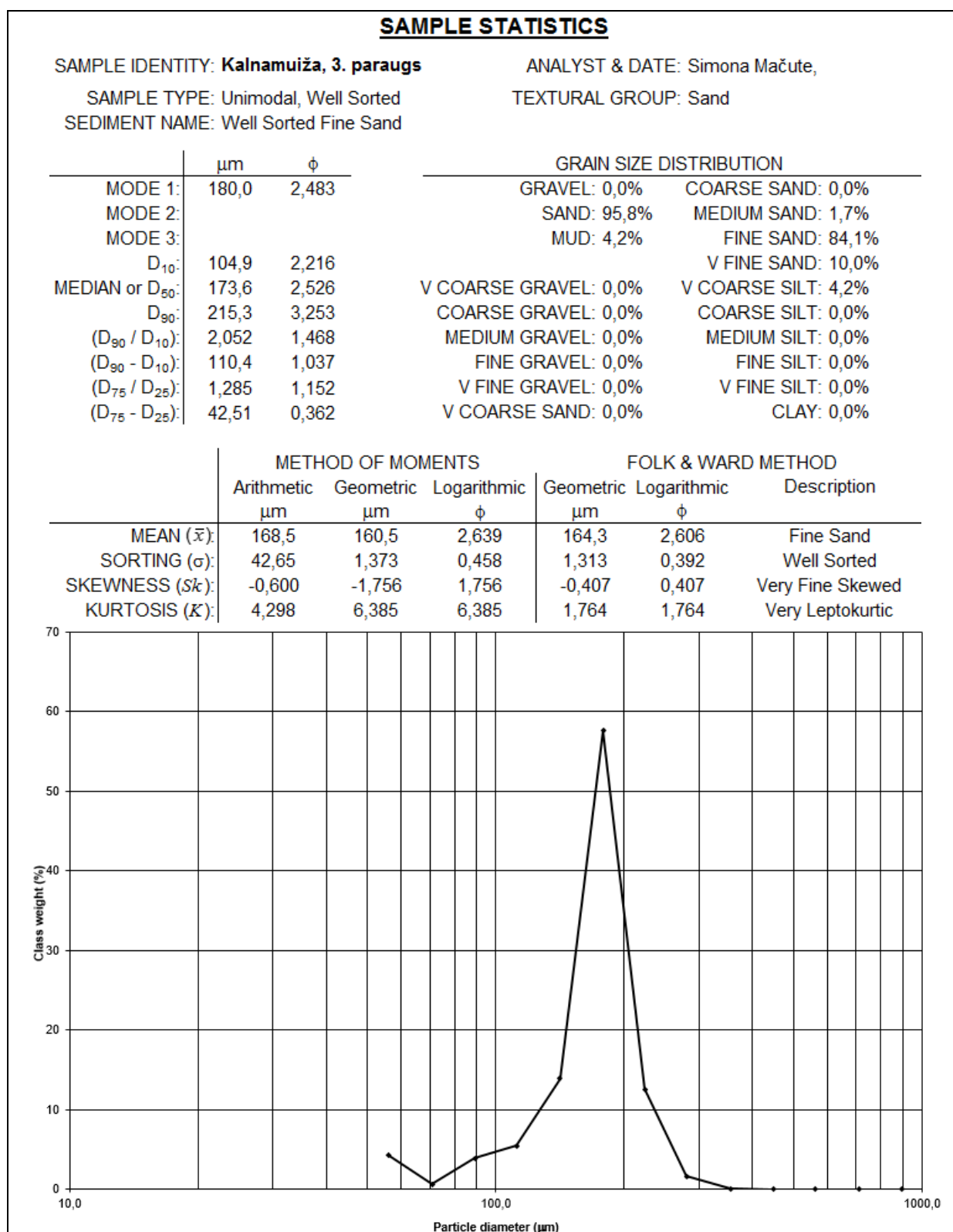
8. pielikums. Ketleru svītas Ketleru atseguma nogulumu un fāciju raksturojums

Nr. p. k.	Slāņa Nr.	Fācija	Tekstūra	Struktūra	Makroatliekas (Ir; Nav)	Akantožu zvīņas (Ir; Nav)	Slāņa biezums, cm
1.	1., 3.- 6., 8., 14., 18., 20., 22., 27., 29., 32.	Nr. 2. Slīpslāņots smilšakmens ar vizlas/māla kārtiņām	Slīpslāņota	Smalkgraudains smilšakmens, 4. un 5., sl. ar dolomīta cementu	Ir – 6., 8., 14., 18., 27. slānī	Ir – 3., 6., 8., 18., 22., 27., 29. slānī	3-18
2.	2., 5.	Nr. 11. Horizontāli slāņots smilšakmens	Paralēls horizontāls slāņojums	Smalkgraudains smilšakmens ar dolomīta cementu	Nav	-	3-4
3.	4., 6., 7., 14., 31.	Nr. 8. Smilšakmens ar viendabīgu tekstūru	Viendabīga	Smalkgraudains smilšakmens, 4. sl. ar dolomīta cementu	Ir – 6., 7., 14. slānī	Ir – 6. slānī	3-13
4.	8., 11., 15., 17., 19., 20.-24., 26., 29.	Nr. 1. Slīpslāņots smilšakmens ar māla saveltņiem	Slīpslāņota	Smalkgraudains līdz vidējgraudains smilšakmens, 4. sl. ar dolomīta cementu	Ir – 8., 15., 17., 19., 21., 23., 24., 29. slānī	Ir – 8., 15., 17., 19., 21., 22., 24., 29. slānī	3-14
5.	9., 30.	Nr. 5. Smilšakmens ar deformācijas tekstūrām	Konvolūta slāņojuma – 9. slānī; Rekonvolūta slāņojuma – 30. slānī	Smalkgraudaina smilts	Ir – 9. slānī	Ir	11-16
6.	10., 12., 25.	Nr. 7. Slīpslāņots smilšakmens	Slīpslāņota	Smalkgraudaina smilts ar dolomīta garozīņām 10. un 12. sl.	Ir – 10. un 25. slānī	Ir – 10. slānī	5-22
7.	13.	Nr. 10. Smilšakmens ar lēzenu slīpslāņojumu	Lēzens paralēls slīpslāņojums	Smalkgraudaina smilts	Ir	Ir	3-10
8.	14., 16., 28.	Nr. 12. Viļņoti slāņots smilšakmens	Horizontāli viļņota	Smalkgraudaina smilts	Ir – 14., 28. slānī	Ir – 28. slānī	4-8

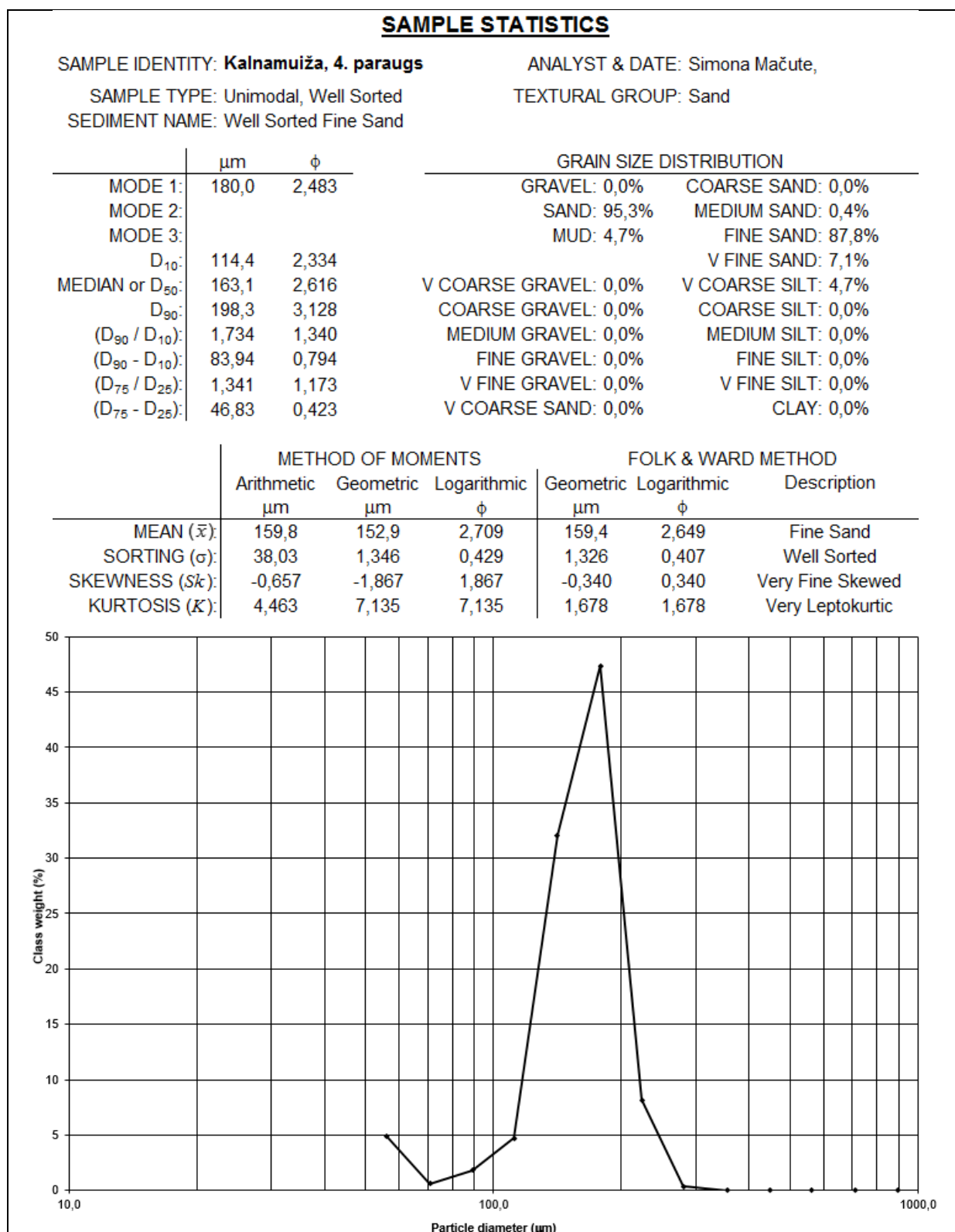
9. pielikums. Kalnamuižas atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



10. pielikums. Kalnamuižas atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



11. pielikums. Kalnamuižas atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



12. pielikums. Kalnamuižas atseguma 4A. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Kalnamuiža, 4A. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

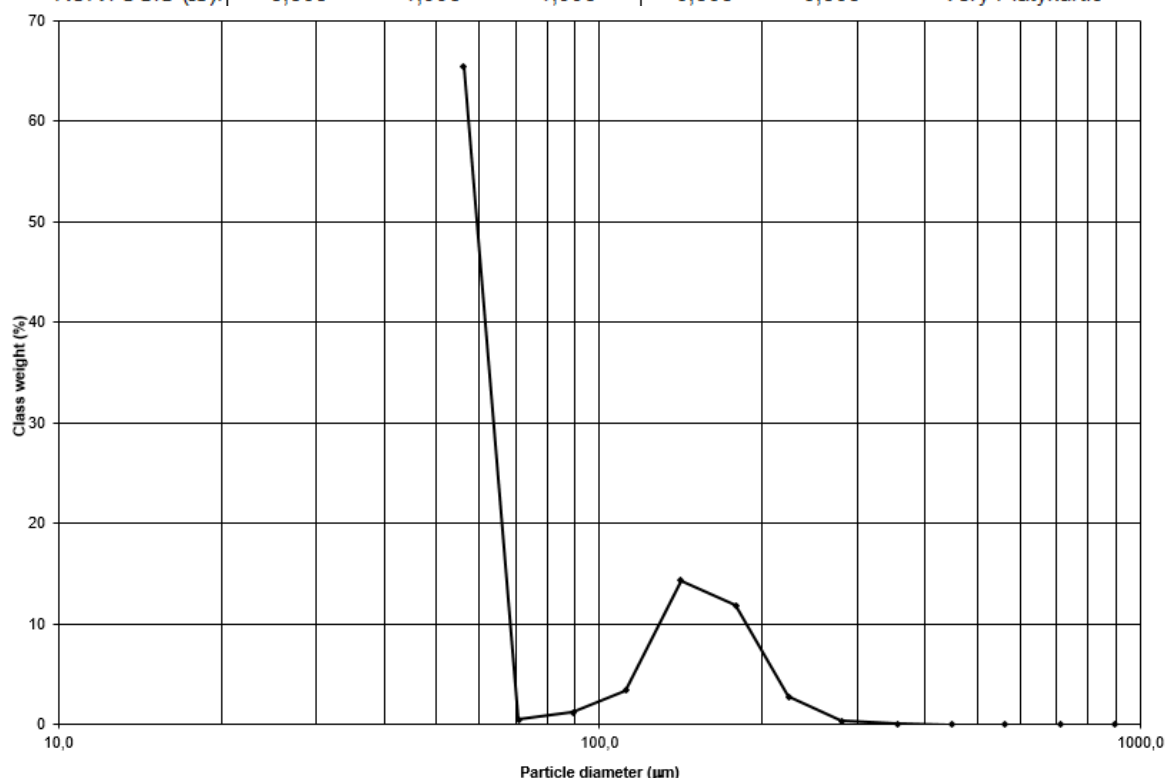
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sandy Mud

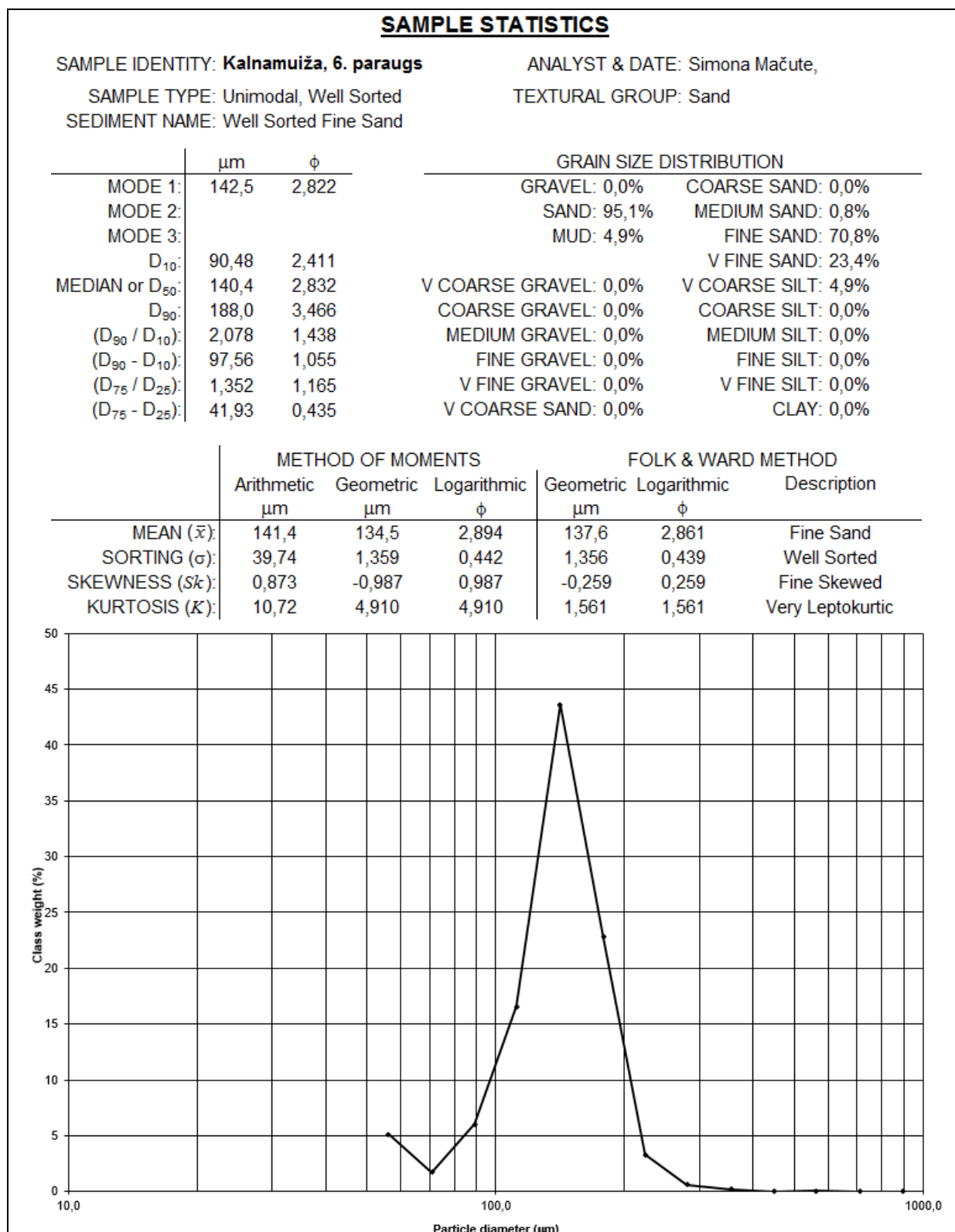
SEDIMENT NAME: Fine Sandy Very Coarse Silt

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	56,50	4,155	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	142,5	2,822	SAND: 37,0%	MEDIUM SAND: 0,4%
MODE 3:			MUD: 63,0%	FINE SAND: 29,4%
D ₁₀ :	51,80	2,516		V FINE SAND: 7,2%
MEDIAN or D ₅₀ :	59,69	4,066	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 63,0%
D ₉₀ :	174,8	4,271	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,374	1,697	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	123,0	1,754	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,473	1,452	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	80,46	1,306	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	91,56	79,39	3,655	79,02	3,662	Very Fine Sand
SORTING (σ):	52,50	1,640	0,713	1,604	0,681	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,180	0,857	-0,857	0,769	-0,769	Very Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	3,308	1,996	1,996	0,603	0,603	Very Platykurtic



13. pielikums. Kalnamuižas atseguma 6. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



14. pielikums. Kalnamuižas atseguma 11. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Kalnamuiža, 11. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

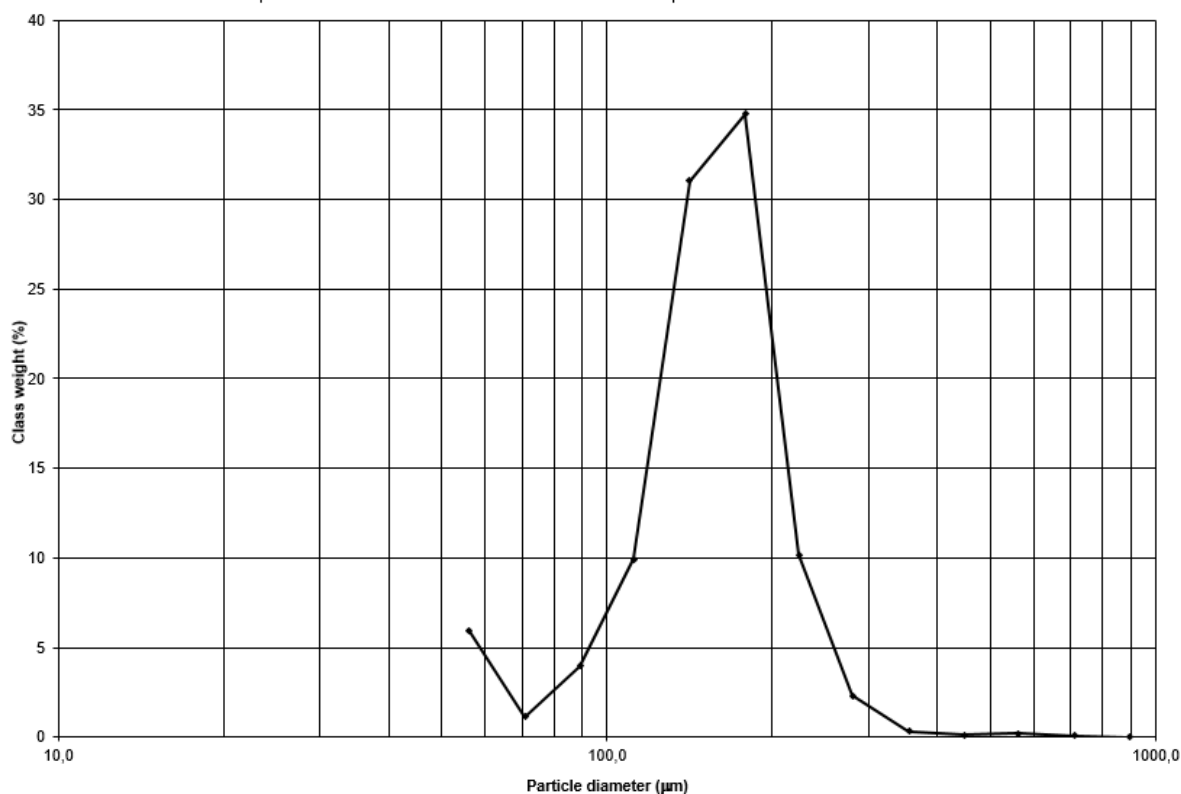
SAMPLE TYPE: Bimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

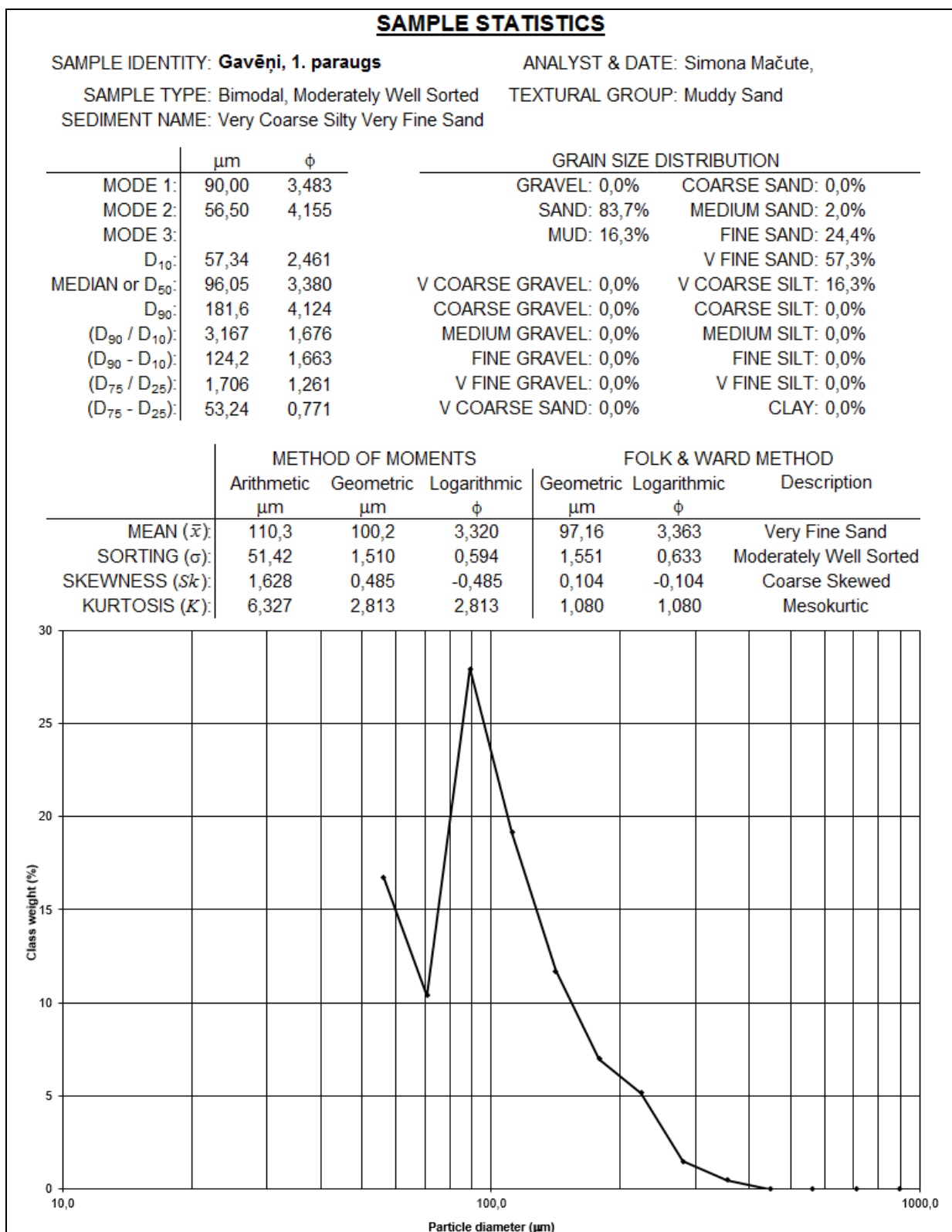
SEDIMENT NAME: Well Sorted Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	180,0	2,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,3%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 94,3%	MEDIUM SAND: 2,8%
MODE 3:			MUD: 5,7%	FINE SAND: 76,5%
D ₁₀ :	94,79	2,228		V FINE SAND: 14,8%
MEDIAN or D ₅₀ :	155,8	2,683	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 5,7%
D ₉₀ :	213,5	3,399	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,252	1,526	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	118,7	1,171	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,427	1,210	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	55,20	0,513	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

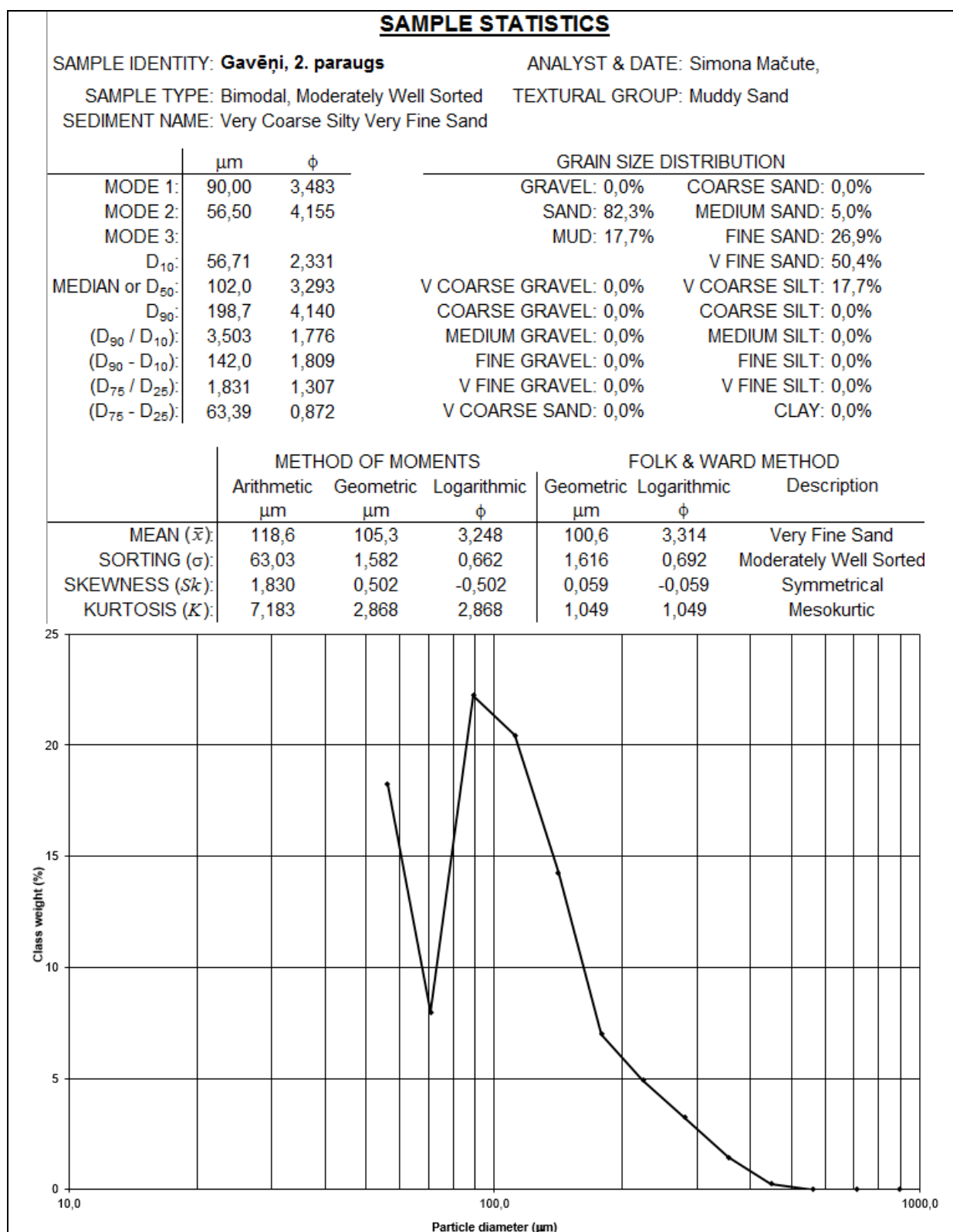
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	158,0	148,0	2,757	150,9	2,729	Fine Sand
SORTING (σ):	53,88	1,429	0,515	1,413	0,499	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,940	-0,856	0,856	-0,273	0,273	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	18,47	4,943	4,943	1,579	1,579	Very Leptokurtic



15. pielikums. Gavēņu atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



16. pielikums. Gavēņu atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



17. pielikums. Gavēņu atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Gavēņi, 3. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

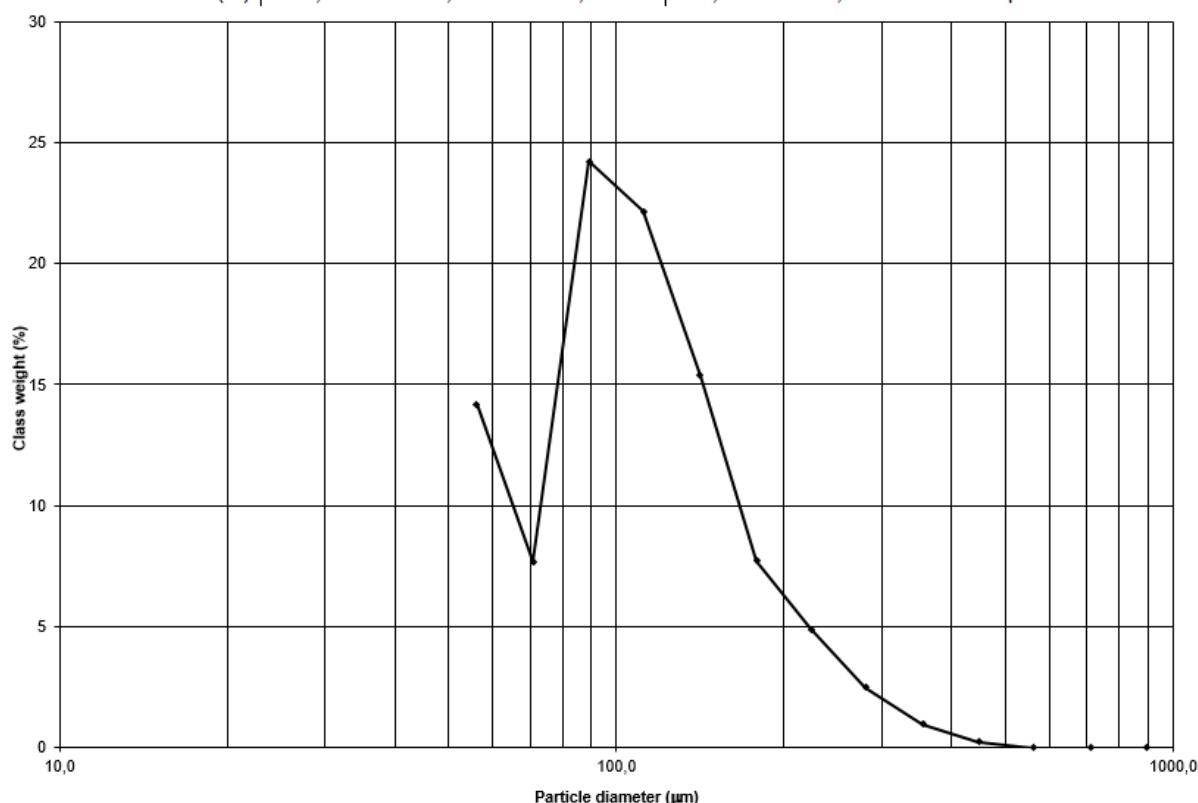
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

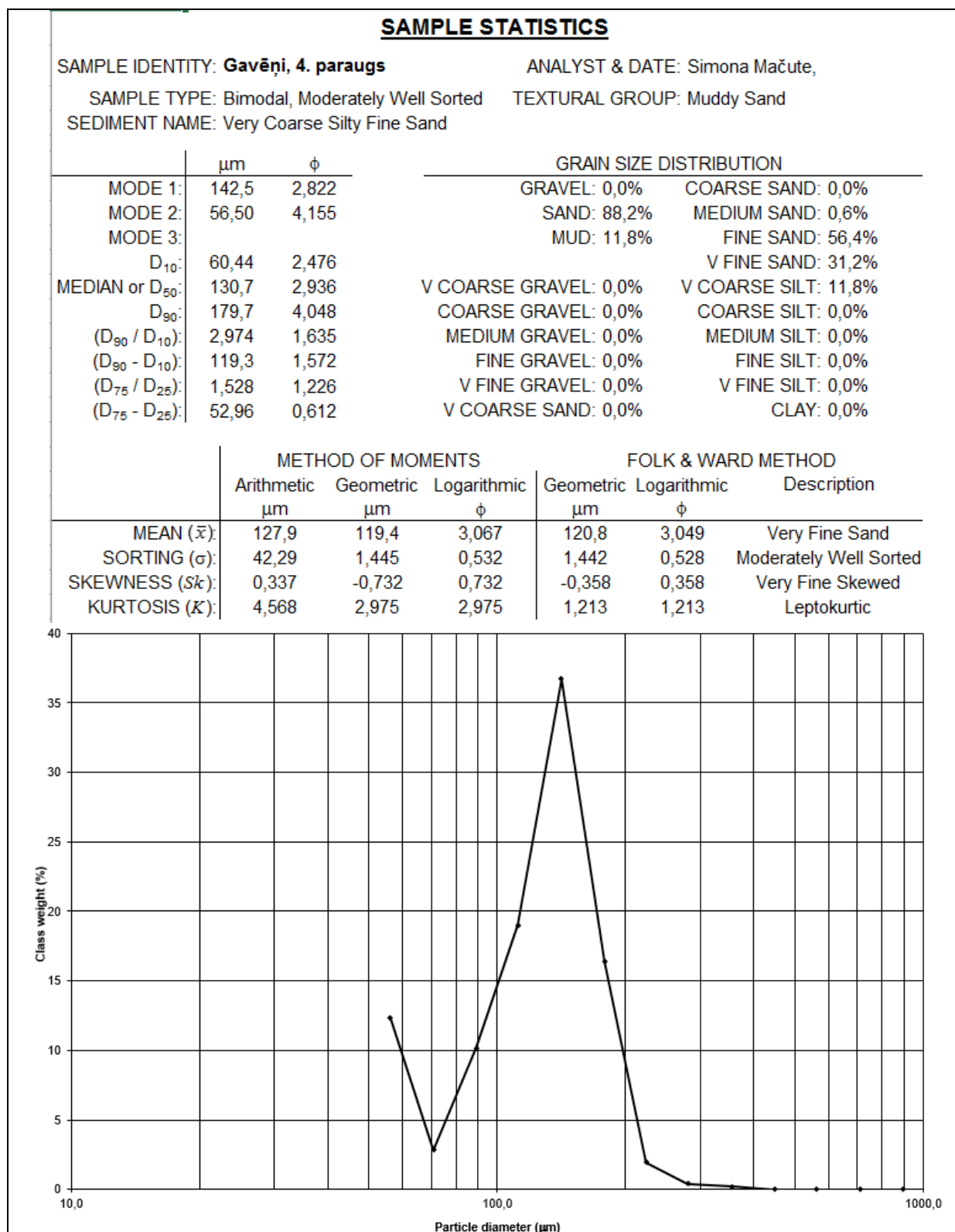
SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 86,2%	MEDIUM SAND: 3,8%
MODE 3:			MUD: 13,8%	FINE SAND: 28,8%
D ₁₀ :	58,78	2,385		V FINE SAND: 53,6%
MEDIAN or D ₅₀ :	104,4	3,260	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 13,8%
D ₉₀ :	191,4	4,089	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,256	1,714	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	132,6	1,703	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,706	1,272	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	57,91	0,770	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	118,9	107,2	3,222	103,5	3,272	Very Fine Sand
SORTING (σ):	58,03	1,533	0,616	1,558	0,640	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (sk):	1,865	0,433	-0,433	0,040	-0,040	Symmetrical
KURTOSIS (K):	7,980	3,012	3,012	1,129	1,129	Leptokurtic



18. pielikums. Gavēņu atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



19. pielikums. Gavēņu atseguma 5. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Gavēņi, 5. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

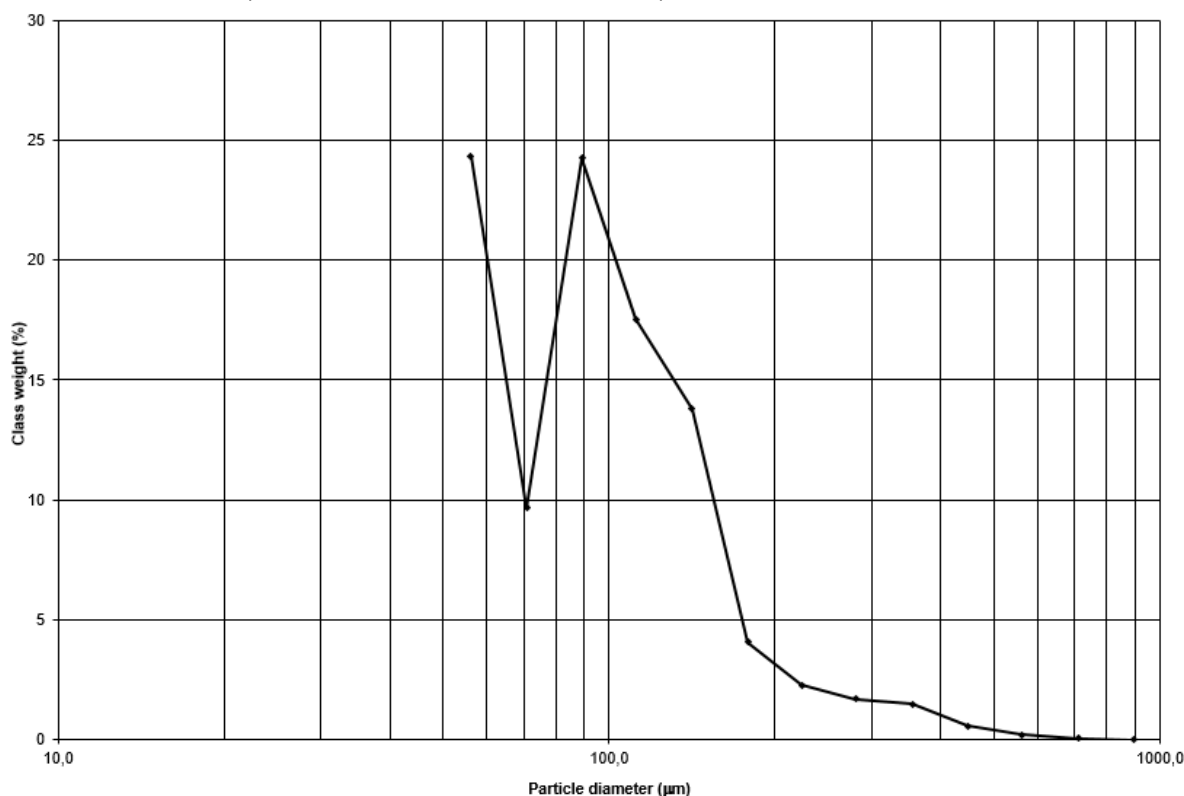
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	56,50	4,155	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,3%
MODE 2:	90,00	3,483	SAND: 76,4%	MEDIUM SAND: 3,8%
MODE 3:			MUD: 23,6%	FINE SAND: 20,9%
D ₁₀ :	54,96	2,621		V FINE SAND: 51,4%
MEDIAN or D ₅₀ :	92,74	3,431	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 23,6%
D ₉₀ :	162,5	4,185	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,957	1,597	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	107,6	1,564	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,959	1,324	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	61,26	0,970	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	109,1	96,12	3,379	92,23	3,439	Very Fine Sand
SORTING (σ):	66,66	1,577	0,657	1,572	0,652	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	3,198	0,906	-0,906	0,104	-0,104	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	18,19	4,070	4,070	0,898	0,898	Platykurtic



20. pielikums. Gavēņu atseguma 7. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Gavēņi, 7. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

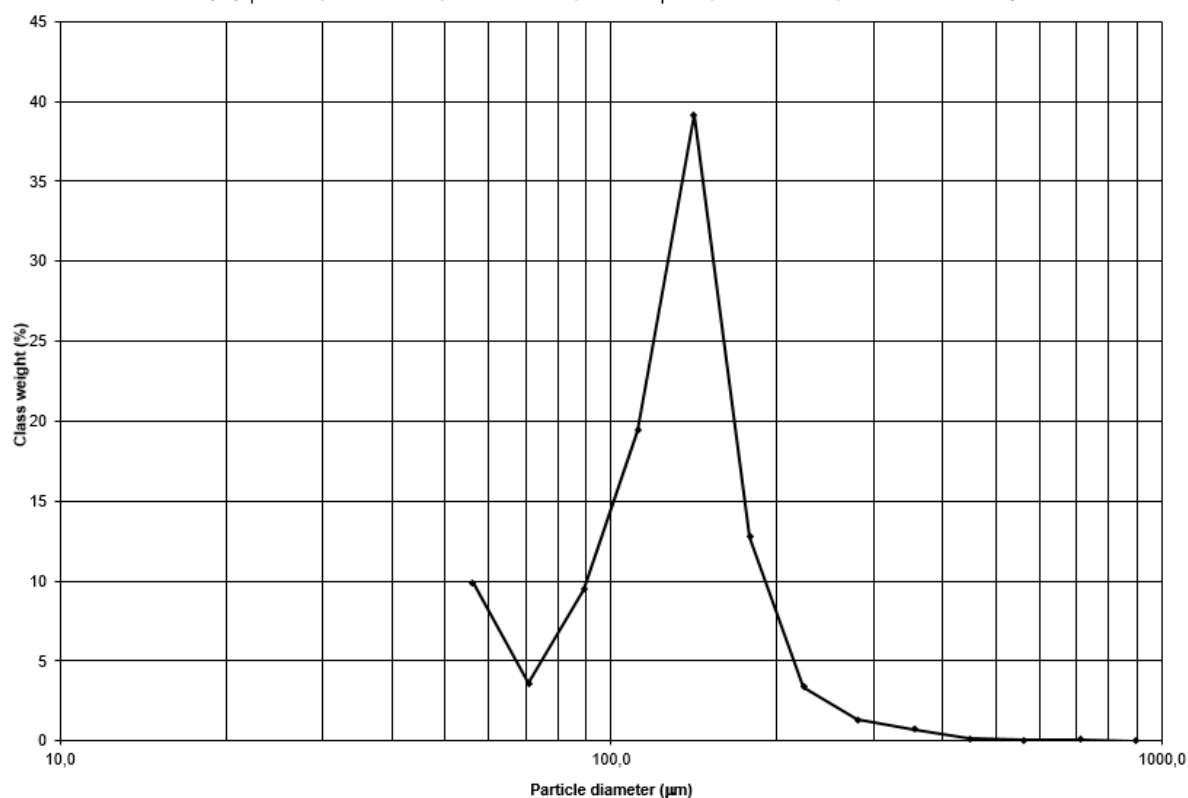
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Moderately Well Sorted Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,2%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 90,6%	MEDIUM SAND: 2,2%
MODE 3:			MUD: 9,4%	FINE SAND: 56,7%
D_{10} :	64,02	2,440		V FINE SAND: 31,6%
MEDIAN or D_{50} :	131,9	2,922	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 9,4%
D_{90} :	184,2	3,965	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D_{90} / D_{10}) :	2,878	1,625	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
$(D_{90} - D_{10})$:	120,2	1,525	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D_{75} / D_{25}) :	1,486	1,211	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
$(D_{75} - D_{25})$:	50,08	0,571	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	133,0	123,3	3,020	122,9	3,024	Very Fine Sand
SORTING (σ):	52,76	1,458	0,544	1,437	0,523	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	2,700	-0,305	0,305	-0,314	0,314	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	23,93	3,939	3,939	1,350	1,350	Leptokurtic



21. pielikums. Gavēņu atseguma 8. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Gavēņi, 8. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

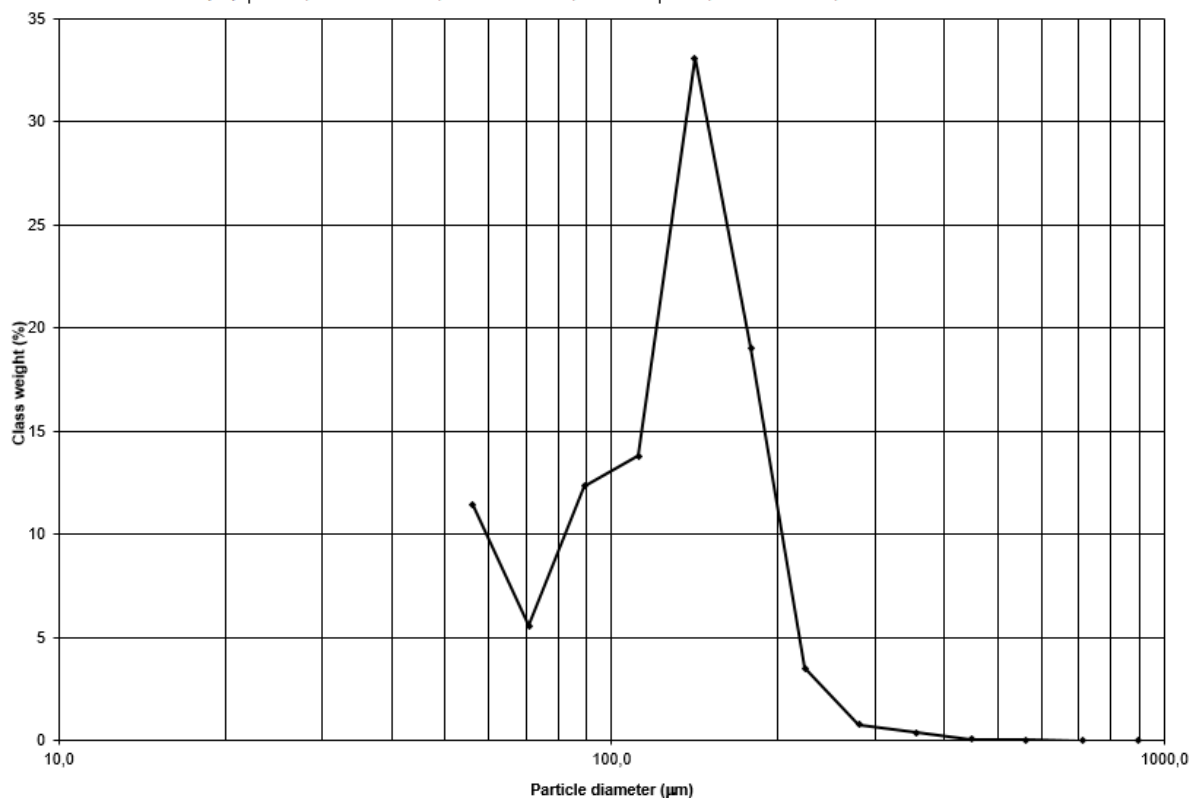
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 89,0%	MEDIUM SAND: 1,2%
MODE 3:			MUD: 11,0%	FINE SAND: 56,7%
D ₁₀ :	61,29	2,417		V FINE SAND: 31,1%
MEDIAN or D ₅₀ :	132,1	2,920	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 11,0%
D ₉₀ :	187,2	4,028	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,054	1,666	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	125,9	1,611	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,695	1,286	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	64,63	0,762	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		Description
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	
MEAN (\bar{x}):	130,3	120,3	3,055	120,7	3,050	Very Fine Sand
SORTING (σ):	48,36	1,483	0,569	1,490	0,576	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,860	-0,477	0,477	-0,345	0,345	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	6,770	2,728	2,728	0,993	0,993	Mesokurtic



22. pielikums. *Ķurbju atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem*

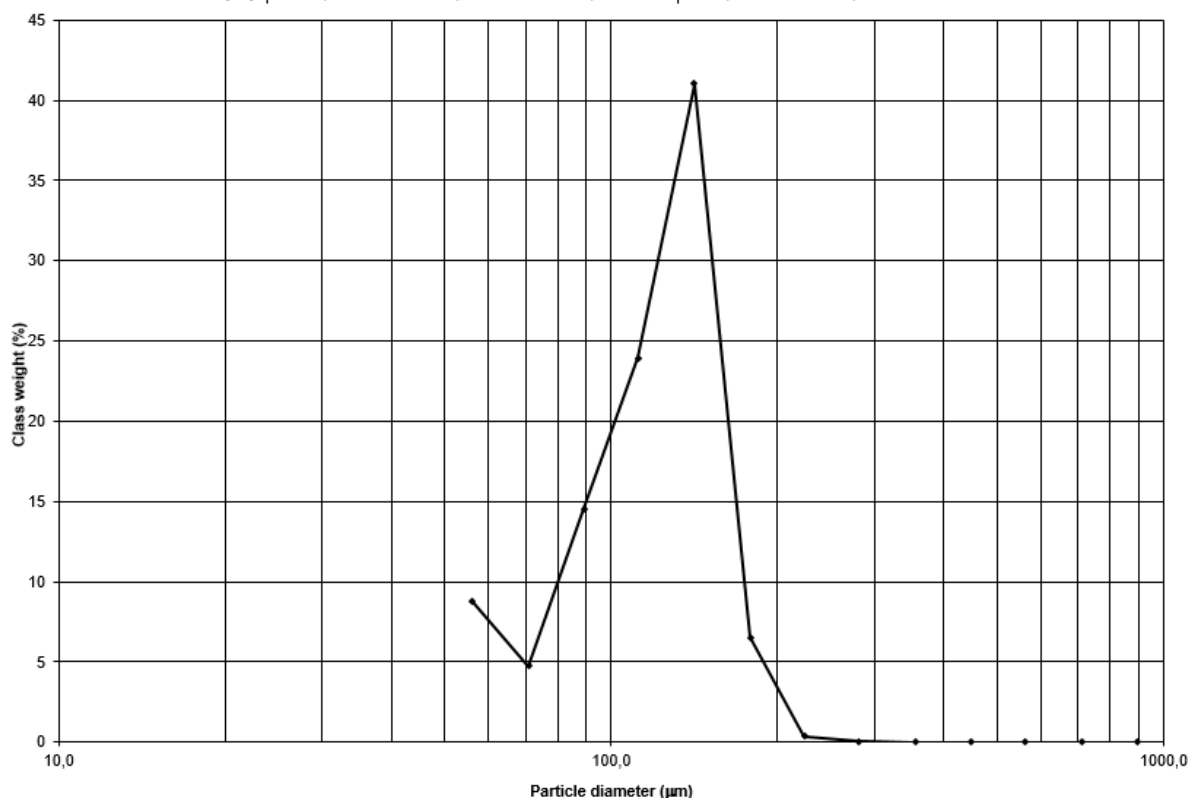
SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Ķurbji, 1. paraugs**
 SAMPLE TYPE: Bimodal, Well Sorted
 SEDIMENT NAME: Well Sorted Fine Sand

ANALYST & DATE: Simona Mačute,
 TEXTURAL GROUP: Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 91,7%	MEDIUM SAND: 0,1%
MODE 3:			MUD: 8,3%	FINE SAND: 49,8%
D ₁₀ :	67,43	2,672		V FINE SAND: 41,8%
MEDIAN or D ₅₀ :	124,9	3,002	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 8,3%
D ₉₀ :	157,0	3,890	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,328	1,456	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	89,53	1,219	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,495	1,208	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	47,74	0,581	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	120,2	114,2	3,130	116,4	3,103	Very Fine Sand
SORTING (σ):	33,13	1,366	0,450	1,370	0,454	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	-0,196	-0,886	0,886	-0,393	0,393	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	2,959	3,123	3,123	1,108	1,108	Mesokurtic



23. pielikums. Ķurbju atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Ķurbji, 2. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

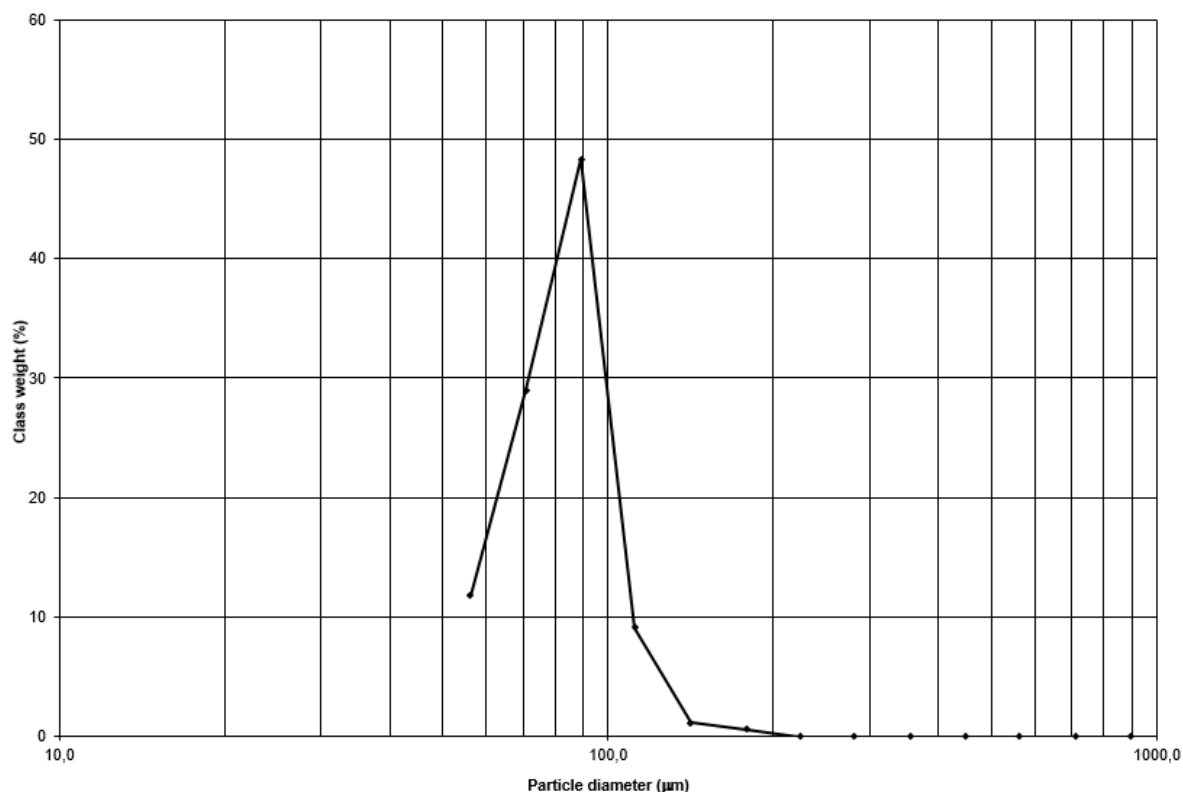
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

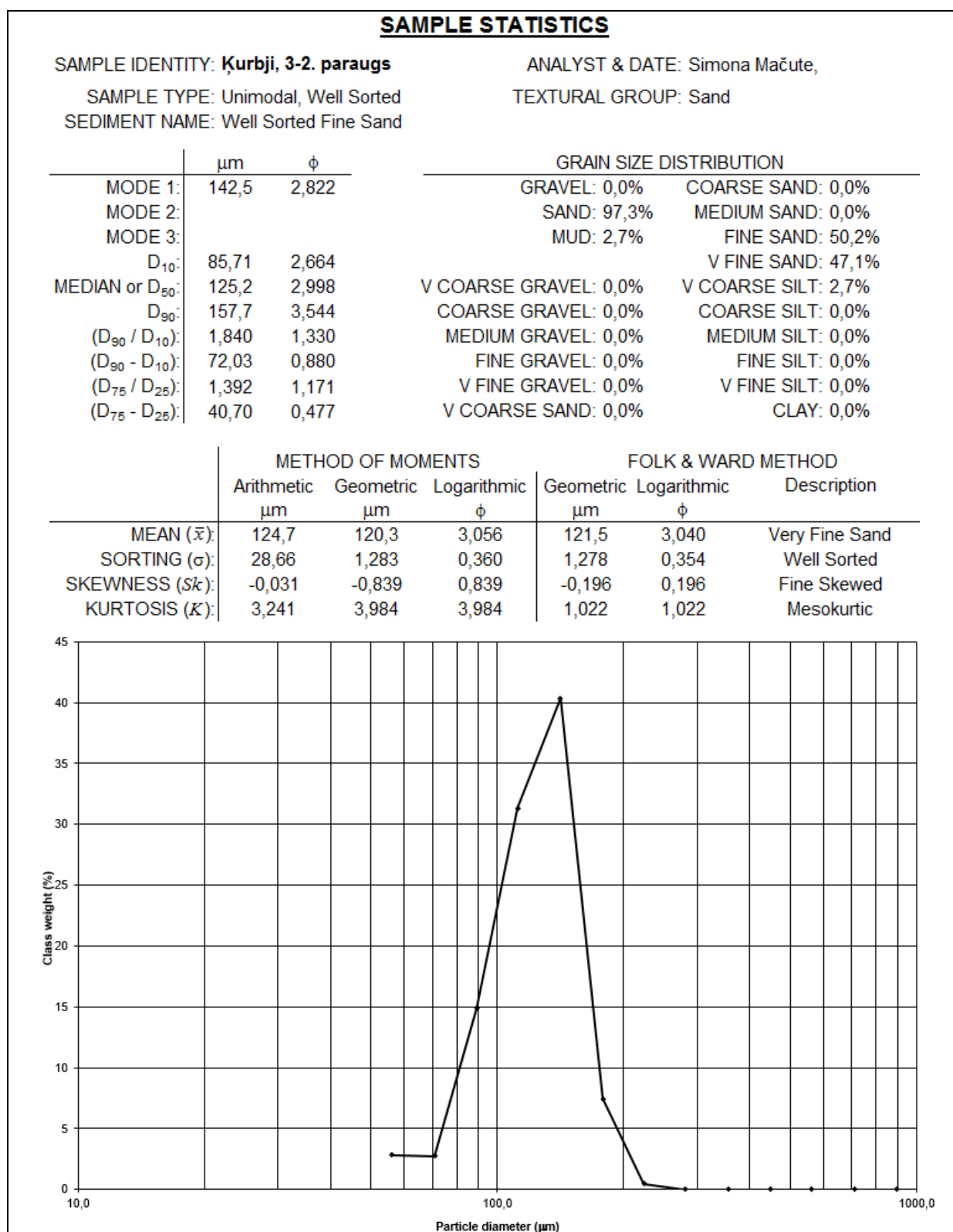
SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 88,5%	MEDIUM SAND: 0,0%
MODE 3:			MUD: 11,5%	FINE SAND: 1,8%
D ₁₀ :	60,69	3,296		V FINE SAND: 86,6%
MEDIAN or D ₅₀ :	83,01	3,591	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 11,5%
D ₉₀ :	101,8	4,042	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,677	1,226	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	41,09	0,746	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,338	1,123	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	23,60	0,420	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	83,59	81,26	3,621	80,76	3,630	Very Fine Sand
SORTING (σ):	18,02	1,230	0,298	1,238	0,308	Very Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,256	0,179	-0,179	-0,156	0,156	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	7,682	3,726	3,726	1,041	1,041	Mesokurtic



25. pielikums. *Ķurbju atseguma 3. slāņa 2. parauga nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem*



26. pielikums. Ķurbju atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Ķurbji, 4. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

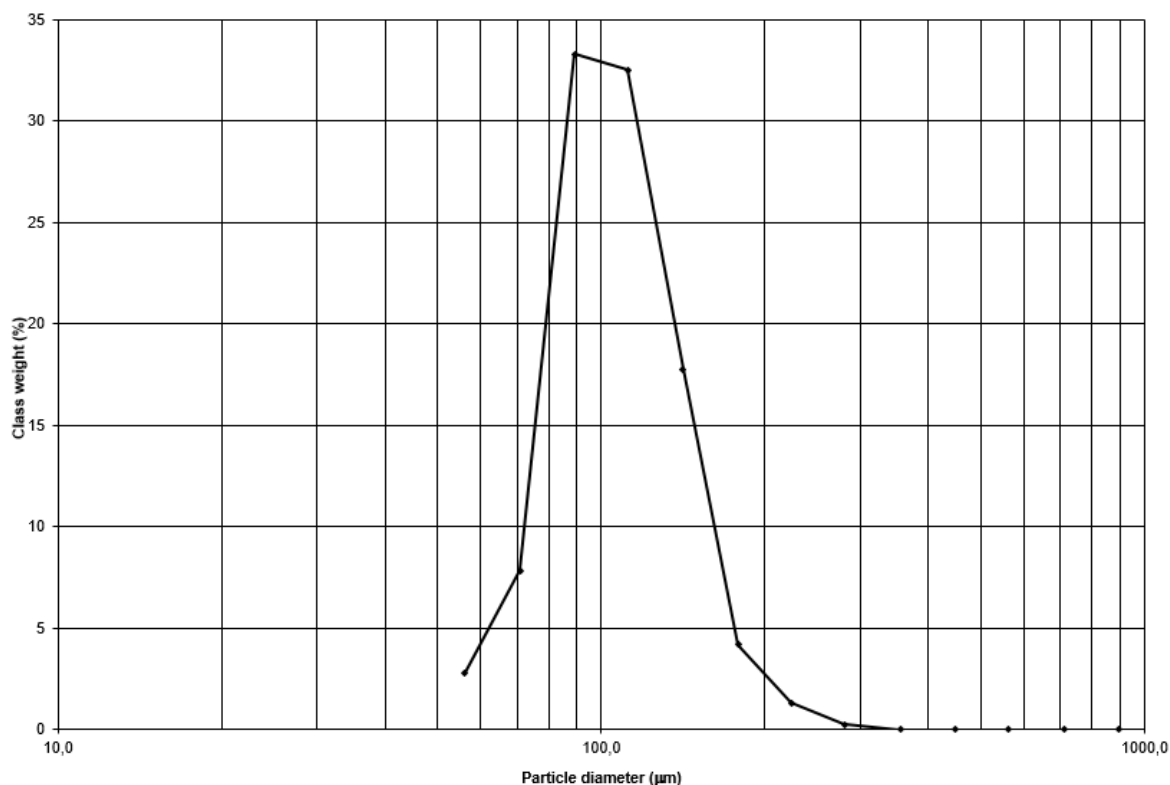
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 97,3%	MEDIUM SAND: 0,3%
MODE 3:			MUD: 2,7%	FINE SAND: 24,6%
D ₁₀ :	77,70	2,725		V FINE SAND: 72,5%
MEDIAN or D ₅₀ :	104,7	3,256	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 2,7%
D ₉₀ :	151,2	3,686	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,946	1,353	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	73,54	0,961	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,417	1,168	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	36,75	0,503	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		Description
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	
MEAN (\bar{x}):	110,7	106,0	3,238	106,7	3,229	Very Fine Sand
SORTING (σ):	31,33	1,307	0,386	1,307	0,387	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,291	0,216	-0,216	0,061	-0,061	Symmetrical
KURTOSIS (K):	6,282	3,453	3,453	1,060	1,060	Mesokurtic



27. pielikums. Ķurbju atseguma 5. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Ķurbji, 5. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

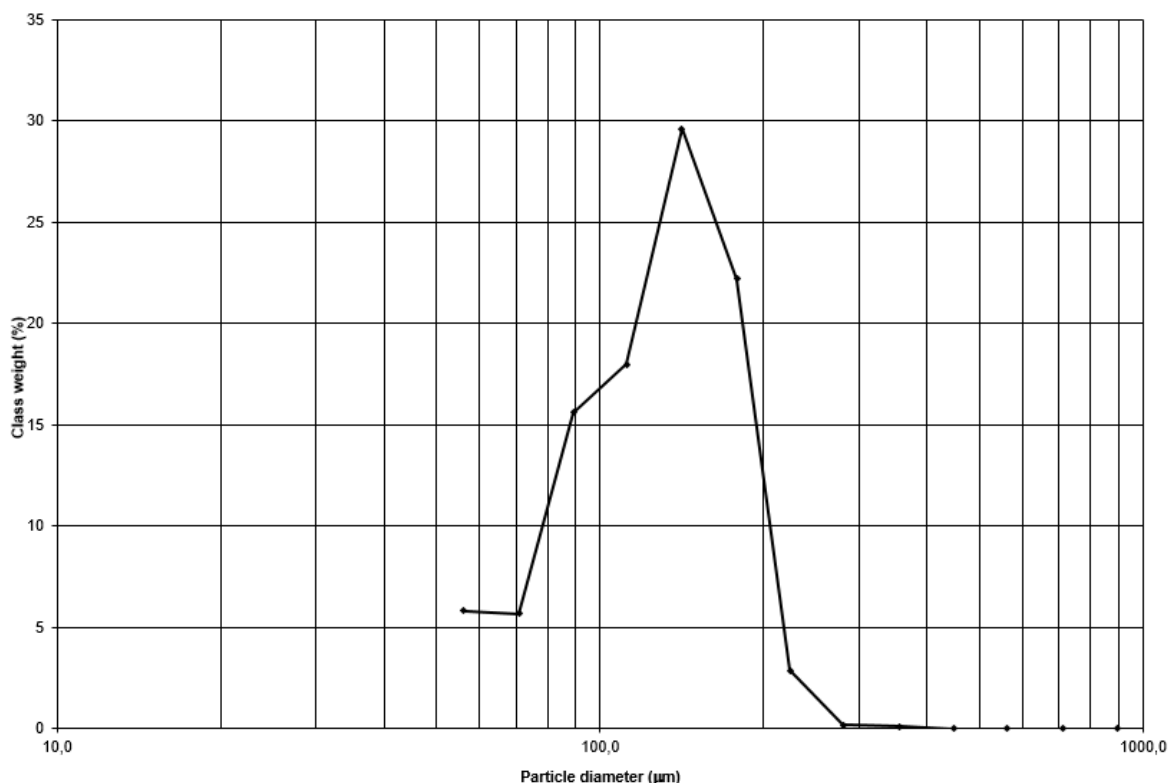
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

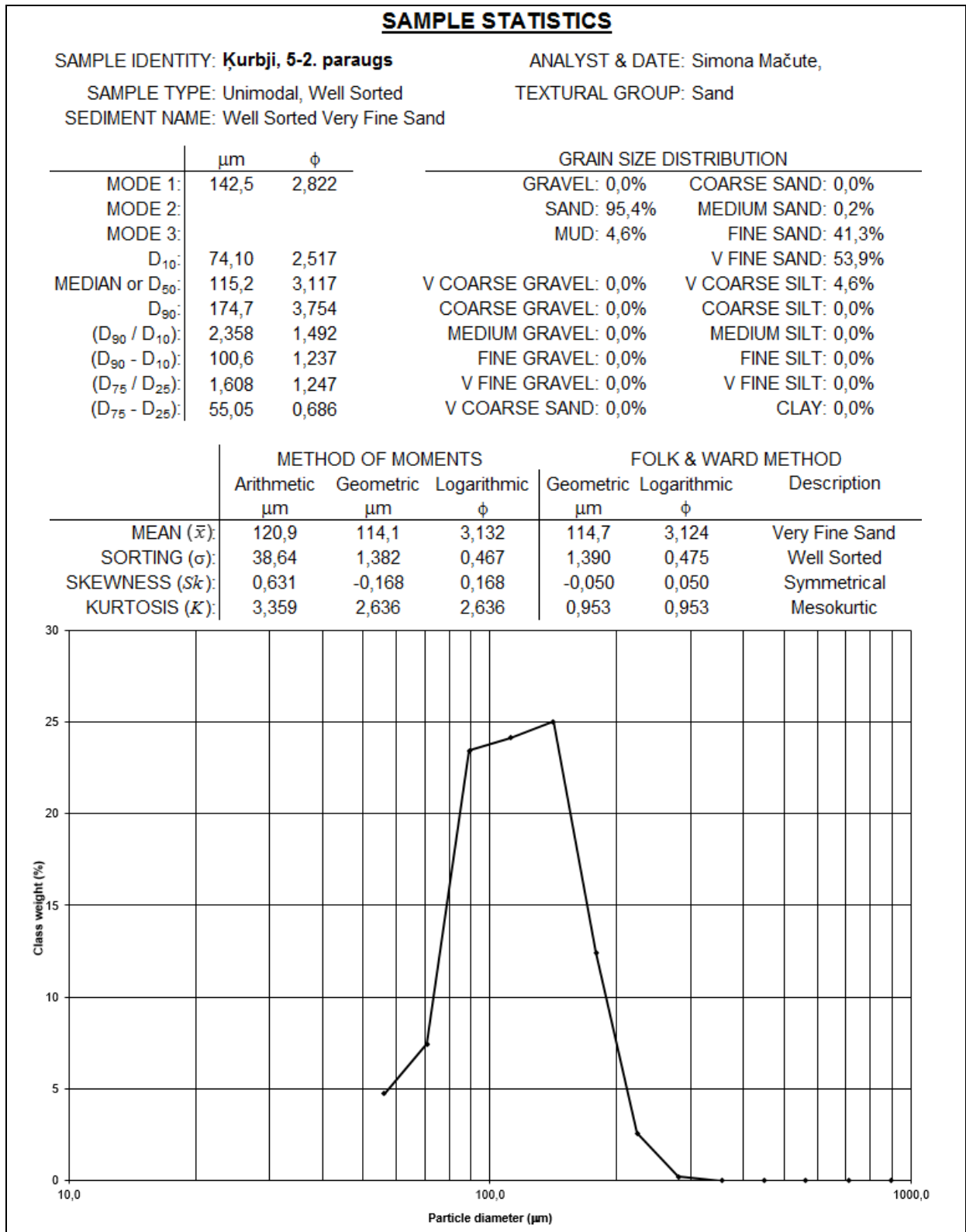
SEDIMENT NAME: Moderately Well Sorted Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 94,4%	MEDIUM SAND: 0,3%
MODE 3:			MUD: 5,6%	FINE SAND: 55,7%
D ₁₀ :	74,75	2,427		V FINE SAND: 38,4%
MEDIAN or D ₅₀ :	131,0	2,932	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 5,6%
D ₉₀ :	186,0	3,742	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,488	1,542	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	111,2	1,315	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,633	1,267	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	61,74	0,708	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

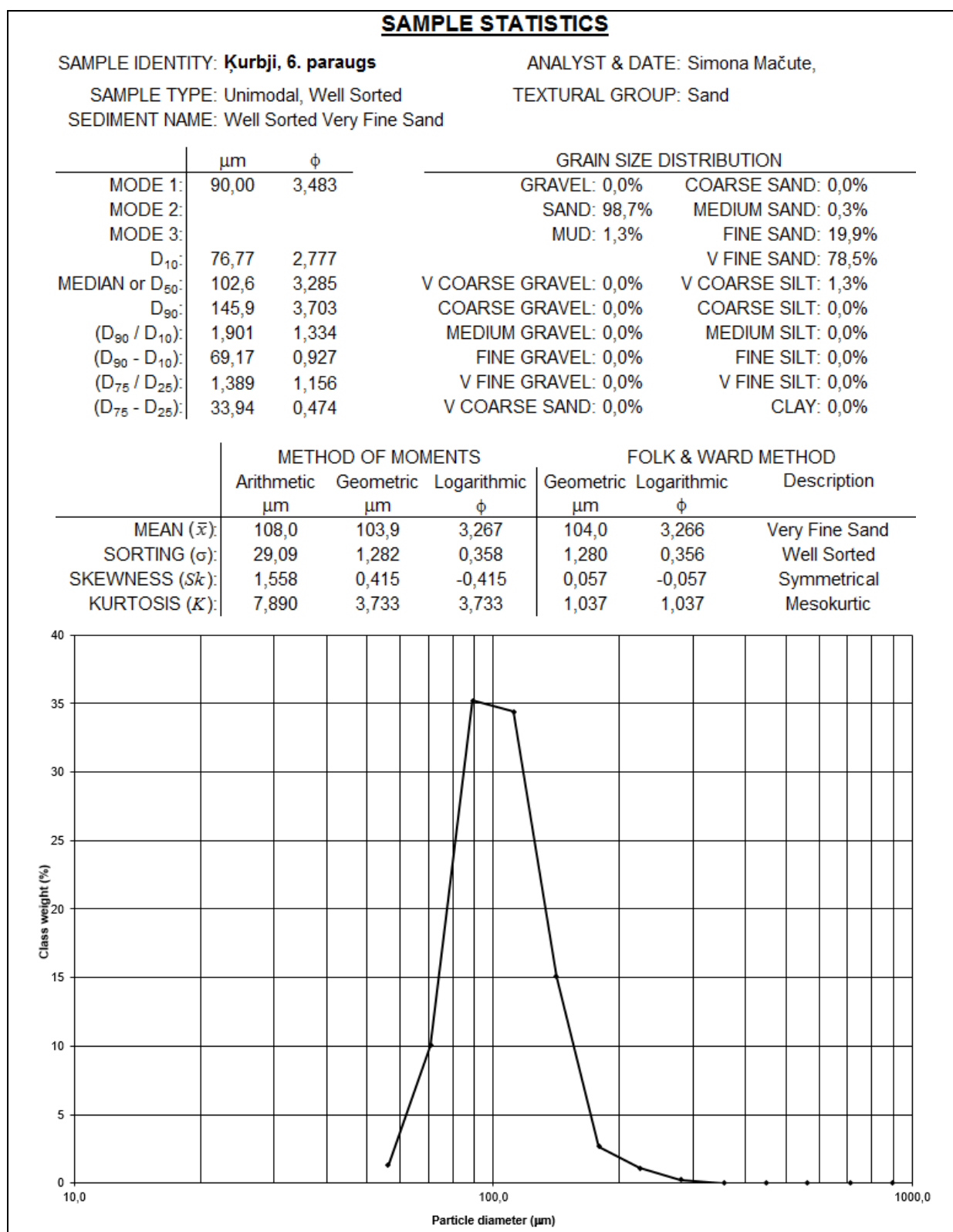
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	131,0	123,1	3,022	125,0	3,000	Very Fine Sand
SORTING (σ):	41,64	1,411	0,497	1,427	0,513	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	0,261	-0,561	0,561	-0,253	0,253	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	3,337	2,770	2,770	0,975	0,975	Mesokurtic



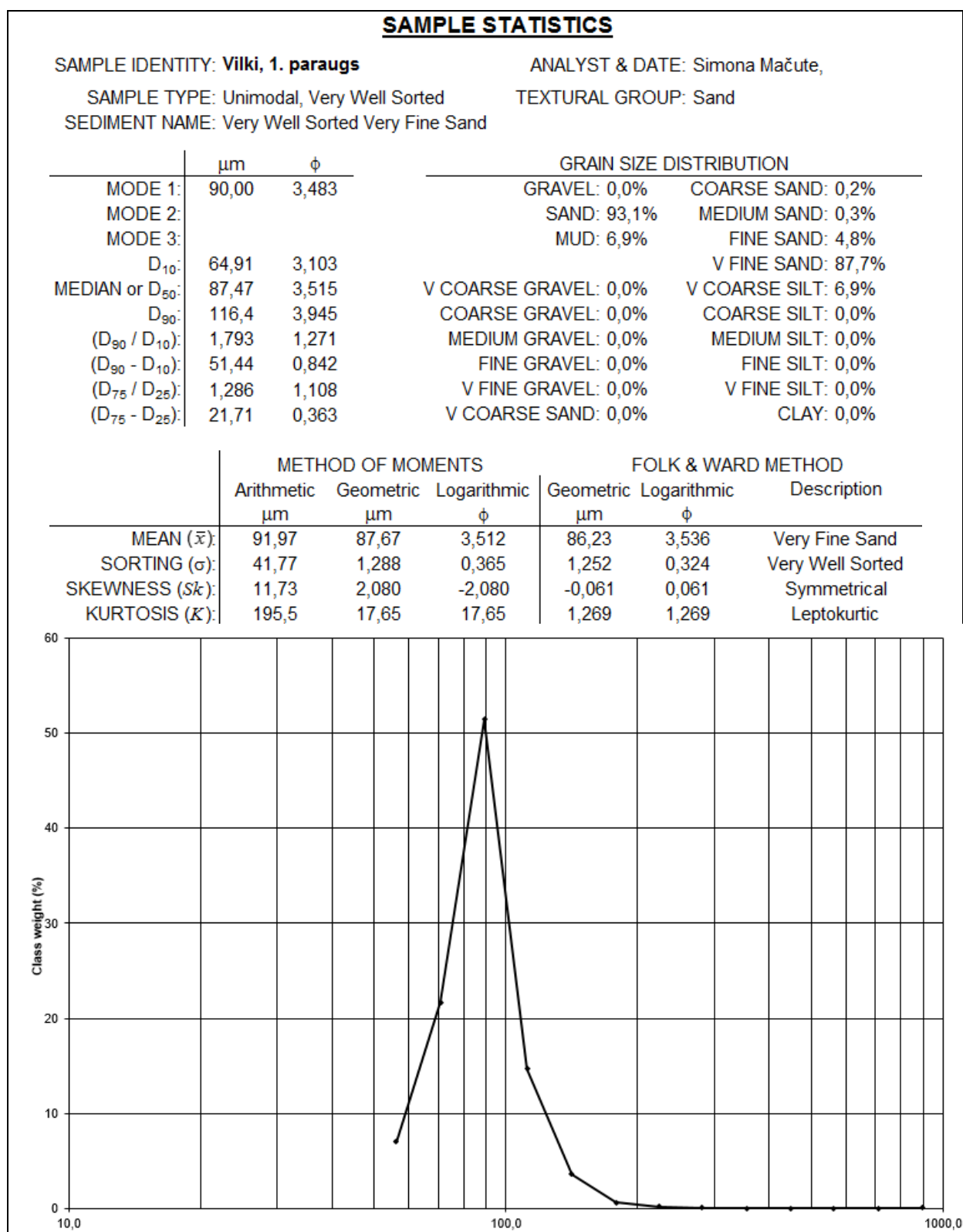
28. pielikums. *Ķurbju atseguma 5. slāņa 2. parauga nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem*



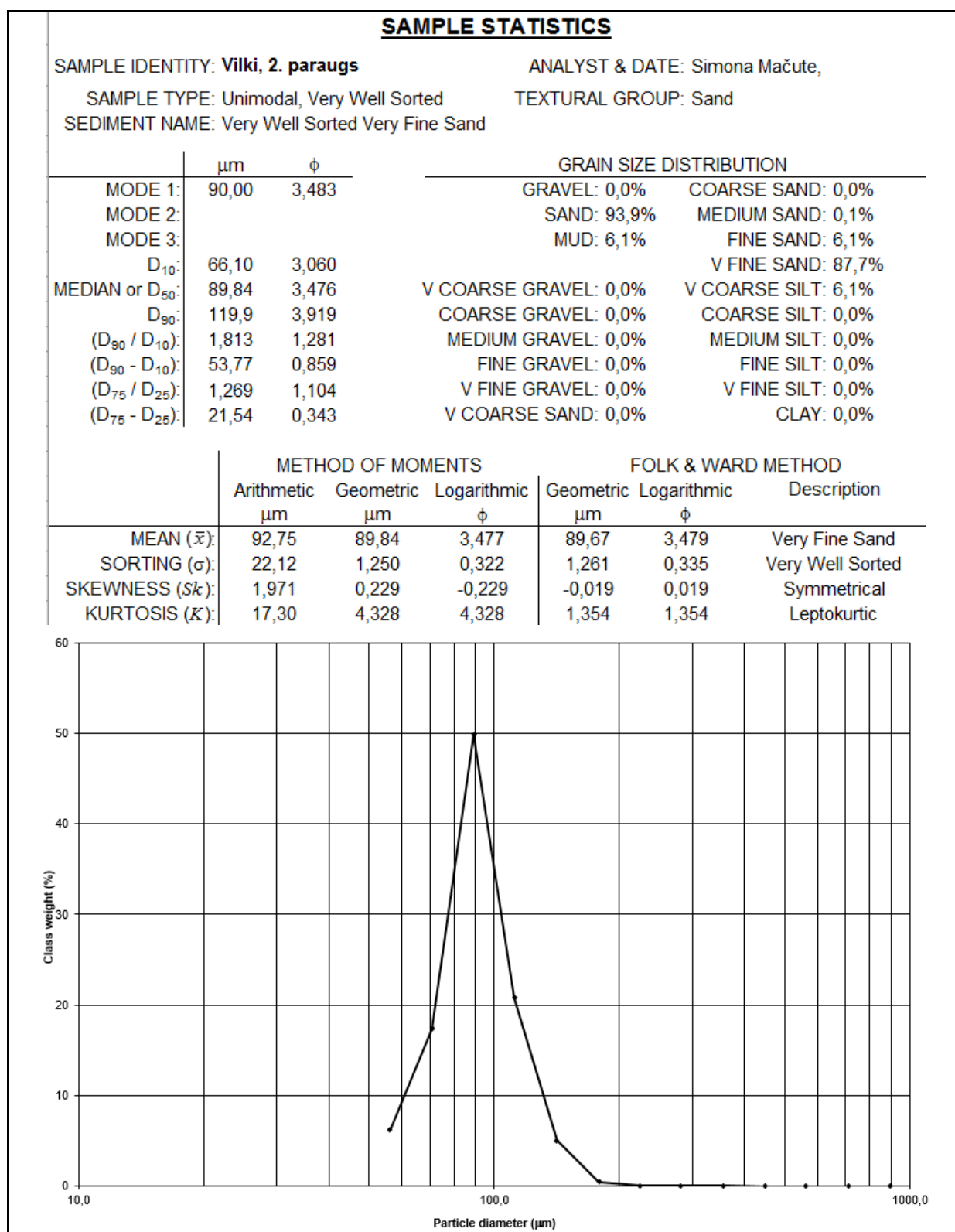
29. pielikums. Ķurbju atseguma 6. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



30. pielikums. Vilku atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



31. pielikums. Vilku atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



32. pielikums. Vilku atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Vilki, 3. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

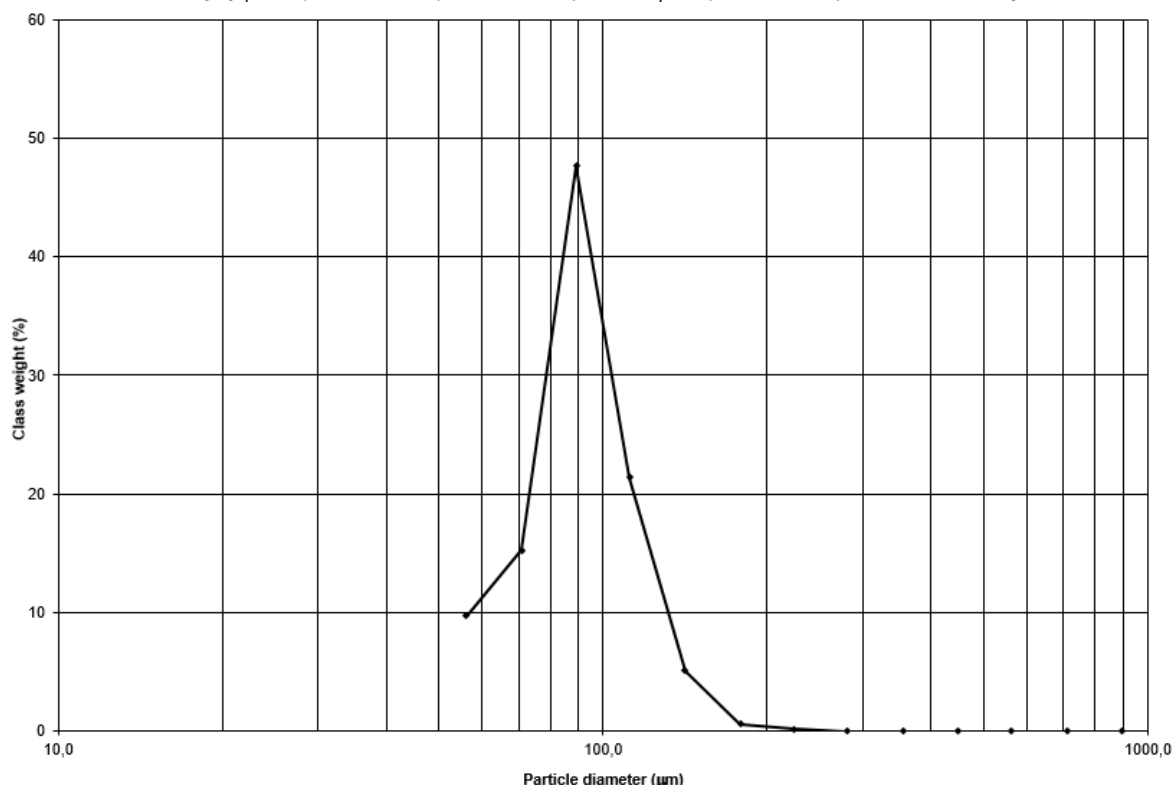
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 90,5%	MEDIUM SAND: 0,0%
MODE 3:			MUD: 9,5%	FINE SAND: 6,4%
D ₁₀ :	63,12	3,056		V FINE SAND: 84,1%
MEDIAN or D ₅₀ :	89,75	3,478	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 9,5%
D ₉₀ :	120,3	3,986	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,906	1,304	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	57,16	0,930	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,300	1,115	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	23,64	0,378	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	92,19	89,03	3,490	88,75	3,494	Very Fine Sand
SORTING (σ):	22,54	1,269	0,344	1,288	0,365	Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,041	0,010	-0,010	-0,078	0,078	Symmetrical
KURTOSIS (K):	6,159	3,395	3,395	1,346	1,346	Leptokurtic



33. pielikums. Vilku atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Vilki, 4. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

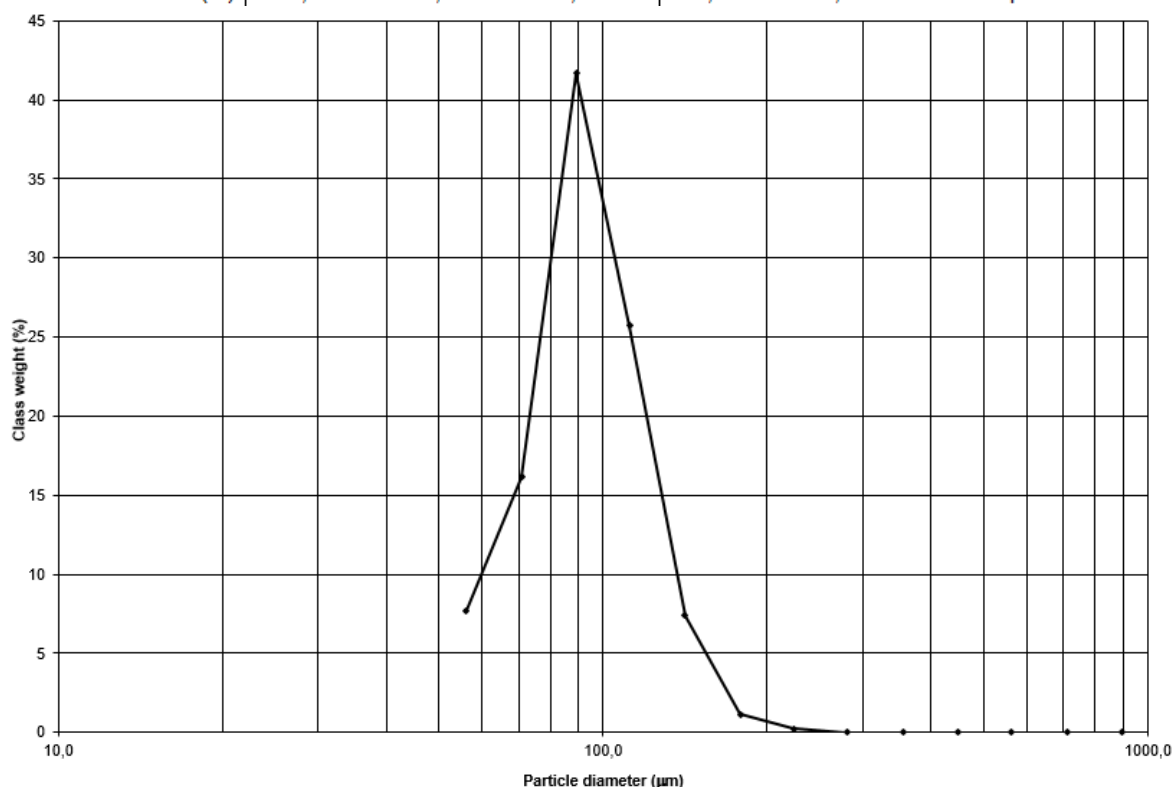
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 92,5%	MEDIUM SAND: 0,0%
MODE 3:			MUD: 7,5%	FINE SAND: 9,4%
D ₁₀ :	64,99	3,008		V FINE SAND: 83,1%
MEDIAN or D ₅₀ :	91,87	3,444	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 7,5%
D ₉₀ :	124,3	3,944	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,912	1,311	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	59,29	0,935	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,358	1,138	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	28,69	0,442	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	95,43	91,91	3,444	91,49	3,450	Very Fine Sand
SORTING (σ):	24,39	1,282	0,359	1,303	0,381	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,979	0,058	-0,058	-0,022	0,022	Symmetrical
KURTOSIS (K):	5,216	3,164	3,164	1,208	1,208	Leptokurtic



34. pielikums. Rukūzes atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Rukūze, 1. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

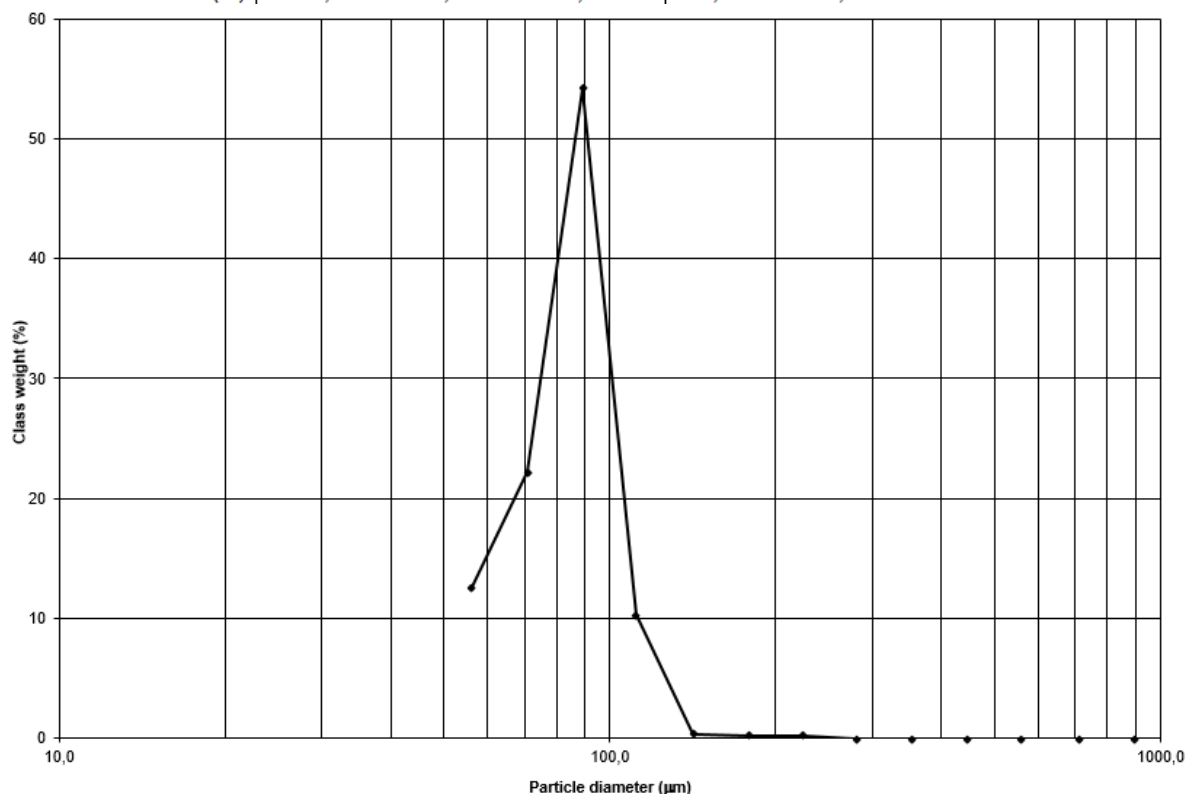
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 87,7%	MEDIUM SAND: 0,0%
MODE 3:			MUD: 12,3%	FINE SAND: 0,8%
D ₁₀ :	59,90	3,295		V FINE SAND: 86,9%
MEDIAN or D ₅₀ :	84,83	3,559	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 12,3%
D ₉₀ :	101,9	4,061	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,701	1,233	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	42,00	0,767	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,319	1,117	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	22,81	0,400	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	84,32	82,08	3,607	81,46	3,618	Very Fine Sand
SORTING (σ):	17,42	1,225	0,293	1,237	0,307	Very Well Sorted
SKEWNESS (sk):	1,317	-0,111	0,111	-0,248	0,248	Fine Skewed
KURTOSIS (k):	12,07	3,966	3,966	1,083	1,083	Mesokurtic



35. pielikums. Rukūzes atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Rukūze, 2. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

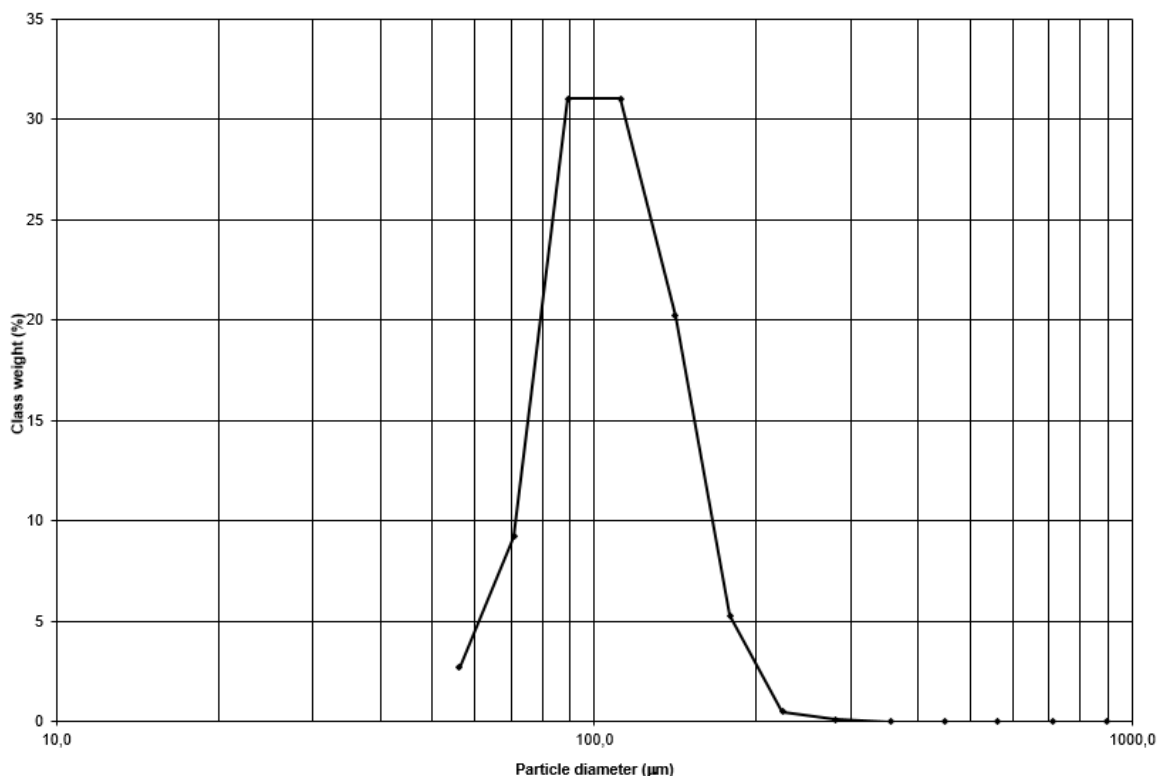
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	112,5	3,161	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 97,4%	MEDIUM SAND: 0,1%
MODE 3:			MUD: 2,6%	FINE SAND: 27,3%
D ₁₀ :	75,56	2,714		V FINE SAND: 70,0%
MEDIAN or D ₅₀ :	105,8	3,241	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 2,6%
D ₉₀ :	152,4	3,726	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,017	1,373	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	76,81	1,012	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,462	1,185	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	40,61	0,548	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	110,9	106,3	3,233	107,4	3,219	Very Fine Sand
SORTING (σ):	30,20	1,307	0,386	1,316	0,396	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,812	0,007	-0,007	0,032	-0,032	Symmetrical
KURTOSIS (K):	4,222	2,893	2,893	0,977	0,977	Mesokurtic



36. pielikums. Rukūzes atseguma 3. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Rukūze, 3. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

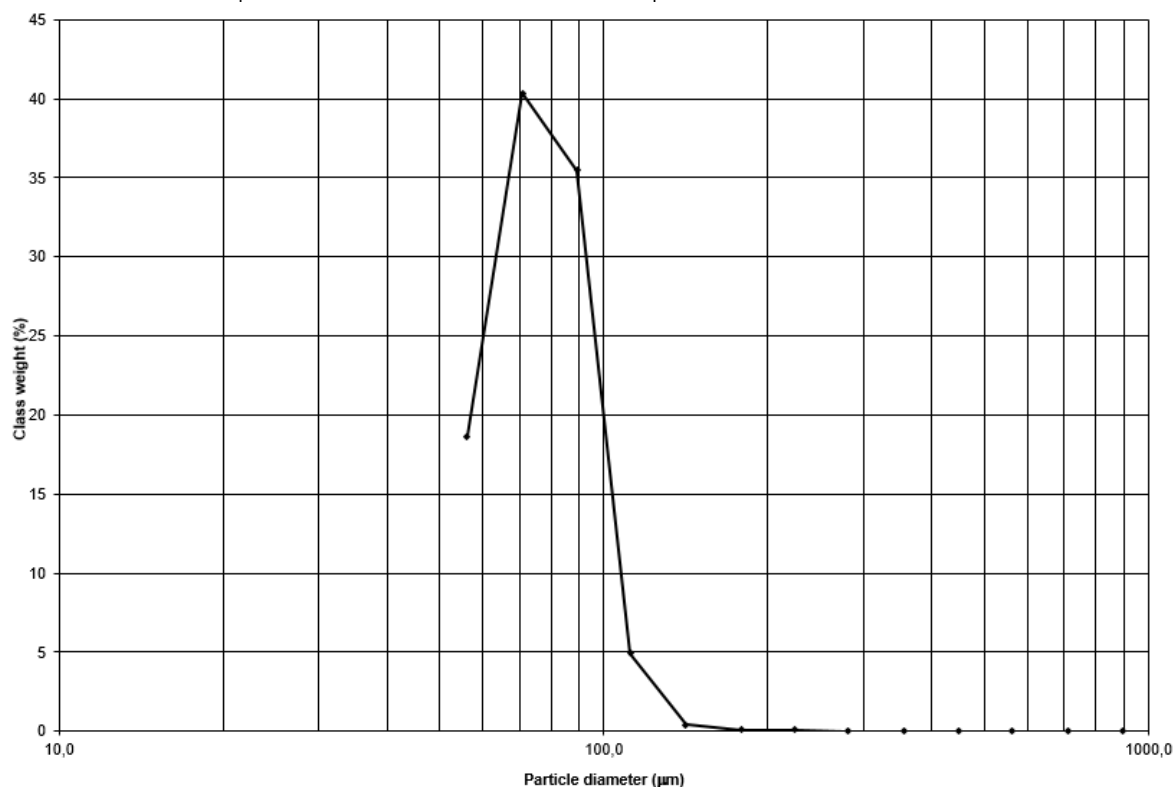
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	71,50	3,816	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 82,0%	MEDIUM SAND: 0,0%
MODE 3:			MUD: 18,0%	FINE SAND: 0,6%
D ₁₀ :	56,60	3,365		V FINE SAND: 81,4%
MEDIAN or D ₅₀ :	75,39	3,729	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 18,0%
D ₉₀ :	97,04	4,143	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,715	1,231	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	40,44	0,778	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,347	1,123	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	22,67	0,430	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	77,55	75,53	3,727	75,42	3,729	Very Fine Sand
SORTING (σ):	16,05	1,217	0,284	1,227	0,296	Very Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,449	0,317	-0,317	-0,035	0,035	Symmetrical
KURTOSIS (K):	10,95	3,559	3,559	0,894	0,894	Platykurtic



37. pielikums. Rukūzes atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Rukūze, 4. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

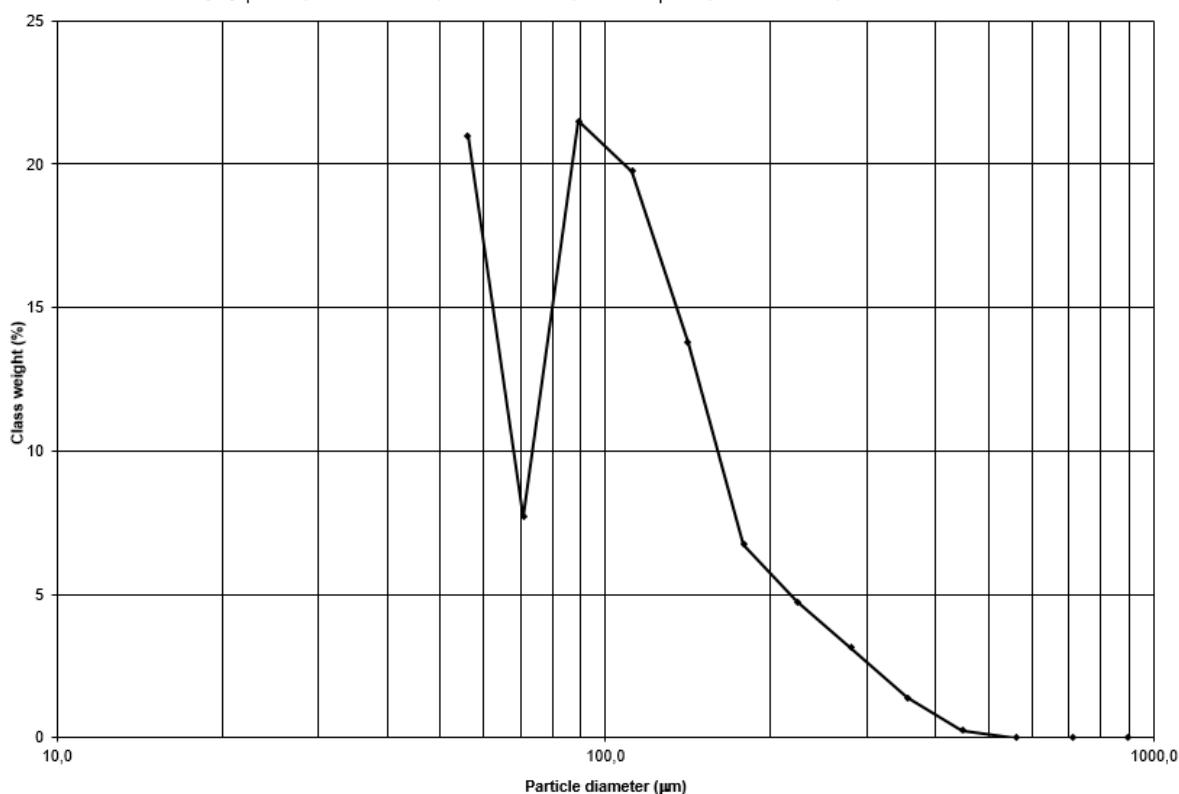
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 79,6%	MEDIUM SAND: 4,9%
MODE 3:			MUD: 20,4%	FINE SAND: 26,0%
D ₁₀ :	55,78	2,348		V FINE SAND: 48,8%
MEDIAN or D ₅₀ :	100,0	3,322	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 20,4%
D ₉₀ :	196,4	4,164	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,521	1,773	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	140,6	1,816	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,947	1,336	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	67,01	0,962	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	116,5	103,0	3,279	98,43	3,345	Very Fine Sand
SORTING (σ):	62,96	1,592	0,671	1,619	0,695	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,842	0,519	-0,519	0,064	-0,064	Symmetrical
KURTOSIS (K):	7,241	2,819	2,819	0,952	0,952	Mesokurtic



38. pielikums. Klūnu atseguma 1. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 1. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

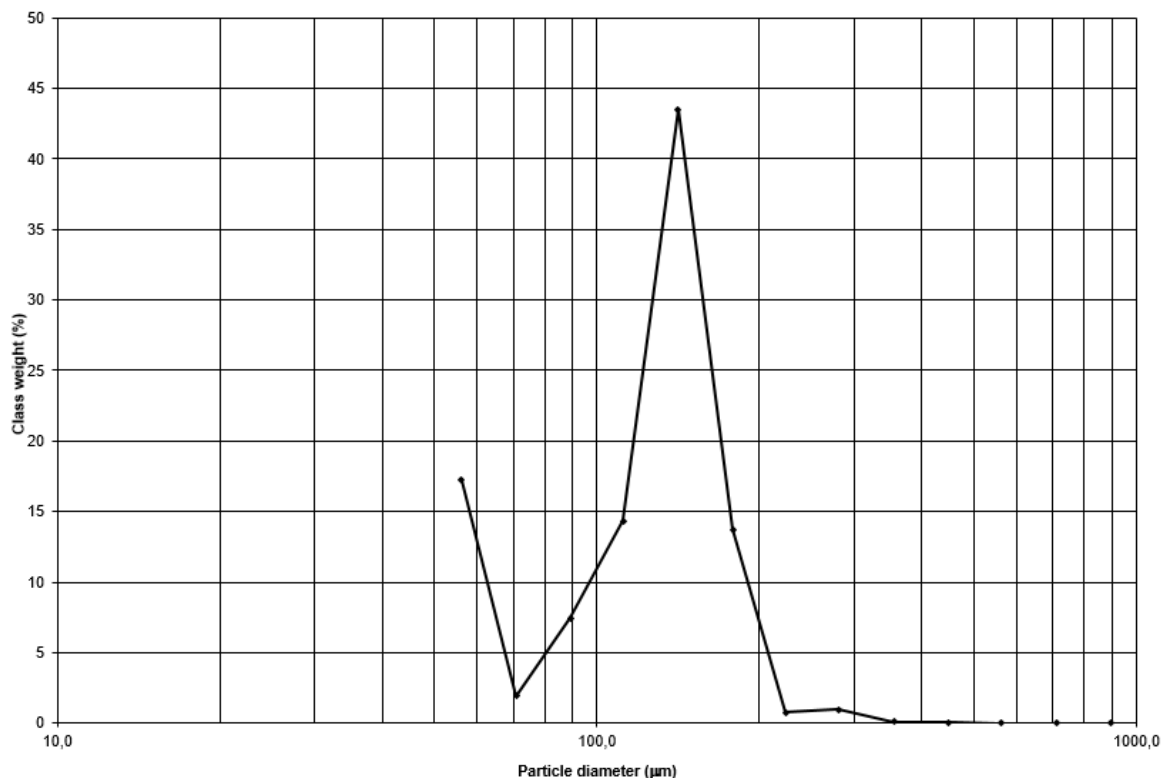
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

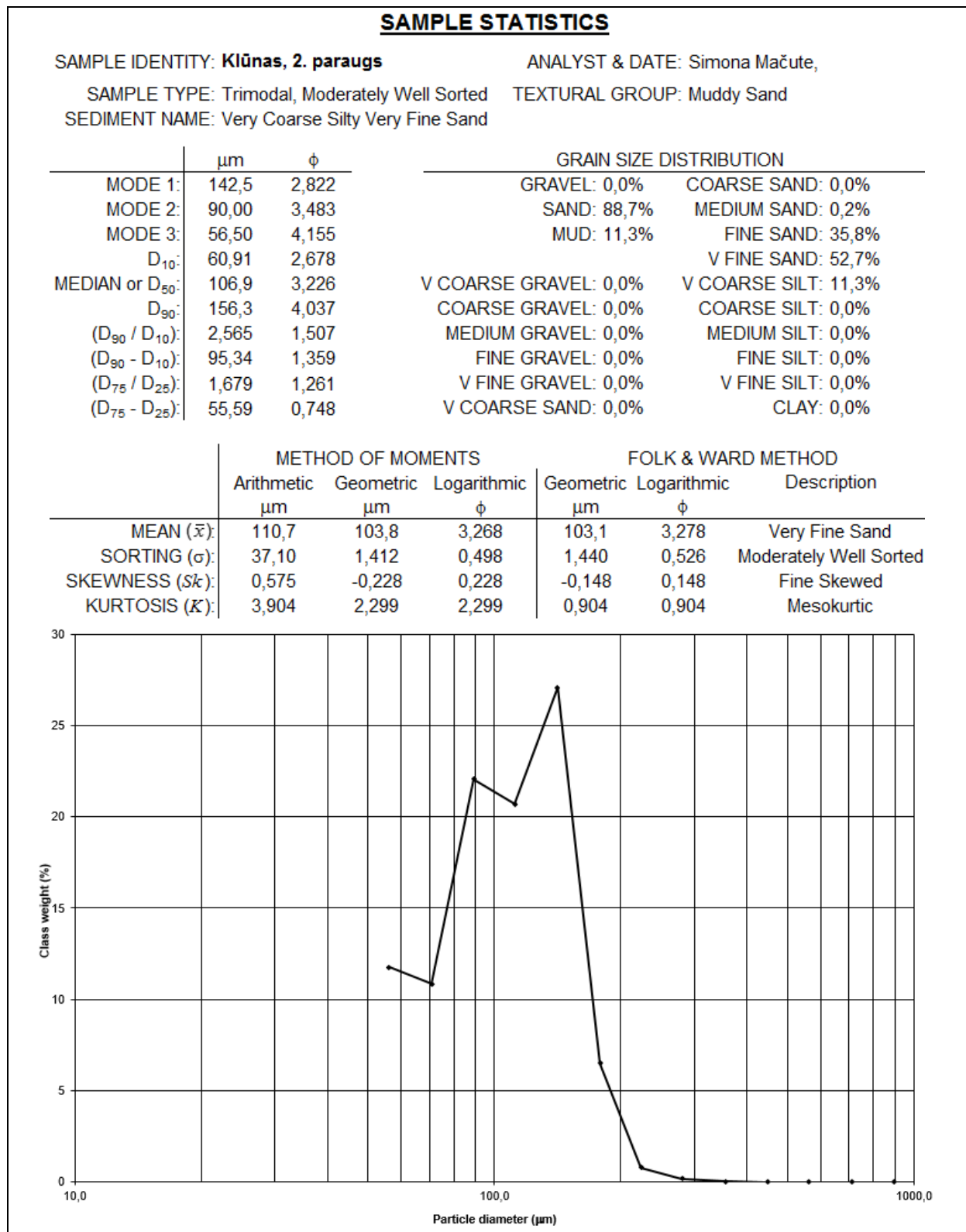
SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 83,7%	MEDIUM SAND: 1,1%
MODE 3:			MUD: 16,3%	FINE SAND: 59,4%
D ₁₀ :	57,32	2,524		V FINE SAND: 23,2%
MEDIAN or D ₅₀ :	132,3	2,918	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 16,3%
D ₉₀ :	173,9	4,125	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,033	1,634	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	116,5	1,601	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,560	1,235	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	54,34	0,641	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	126,0	116,7	3,099	109,4	3,193	Very Fine Sand
SORTING (σ):	43,78	1,481	0,566	1,531	0,615	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,413	-0,753	0,753	-0,520	0,520	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	5,679	2,761	2,761	1,165	1,165	Leptokurtic



39. pielikums. Klūnu atseguma 2. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



41. pielikums. Klūnu atseguma 4. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 4. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

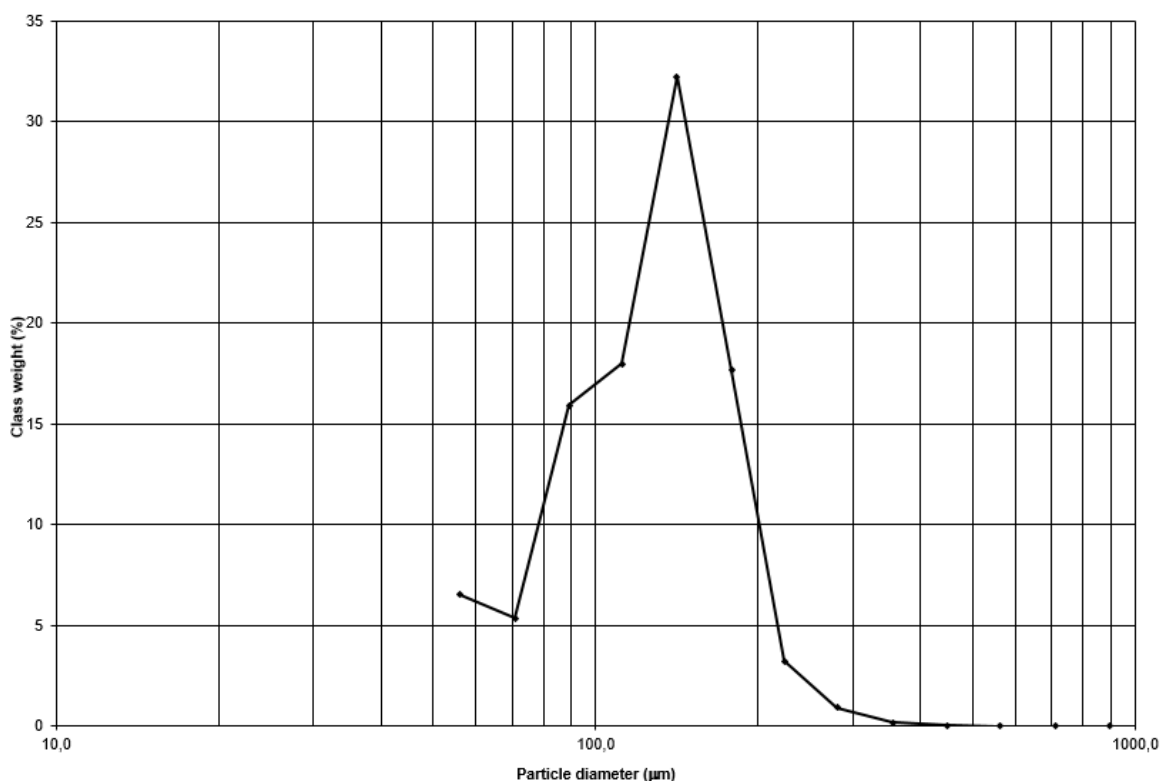
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

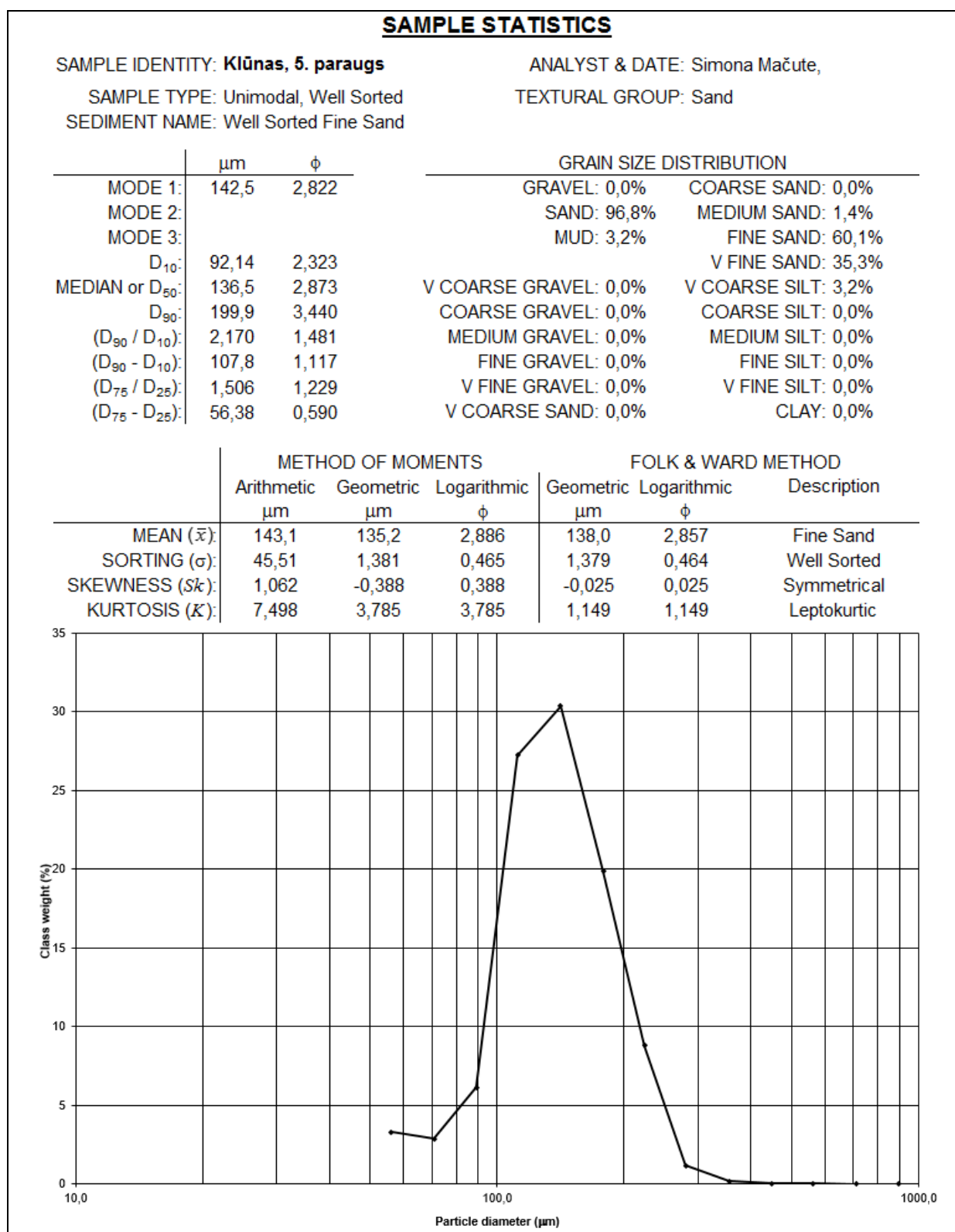
SEDIMENT NAME: Moderately Well Sorted Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 93,7%	MEDIUM SAND: 1,1%
MODE 3:			MUD: 6,3%	FINE SAND: 54,3%
D_{10} :	73,42	2,432		V FINE SAND: 38,3%
MEDIAN or D_{50} :	130,0	2,943	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 6,3%
D_{90} :	185,4	3,768	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D_{90} / D_{10}) :	2,525	1,549	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
$(D_{90} - D_{10})$:	111,9	1,336	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D_{75} / D_{25}) :	1,609	1,256	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
$(D_{75} - D_{25})$:	58,92	0,686	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

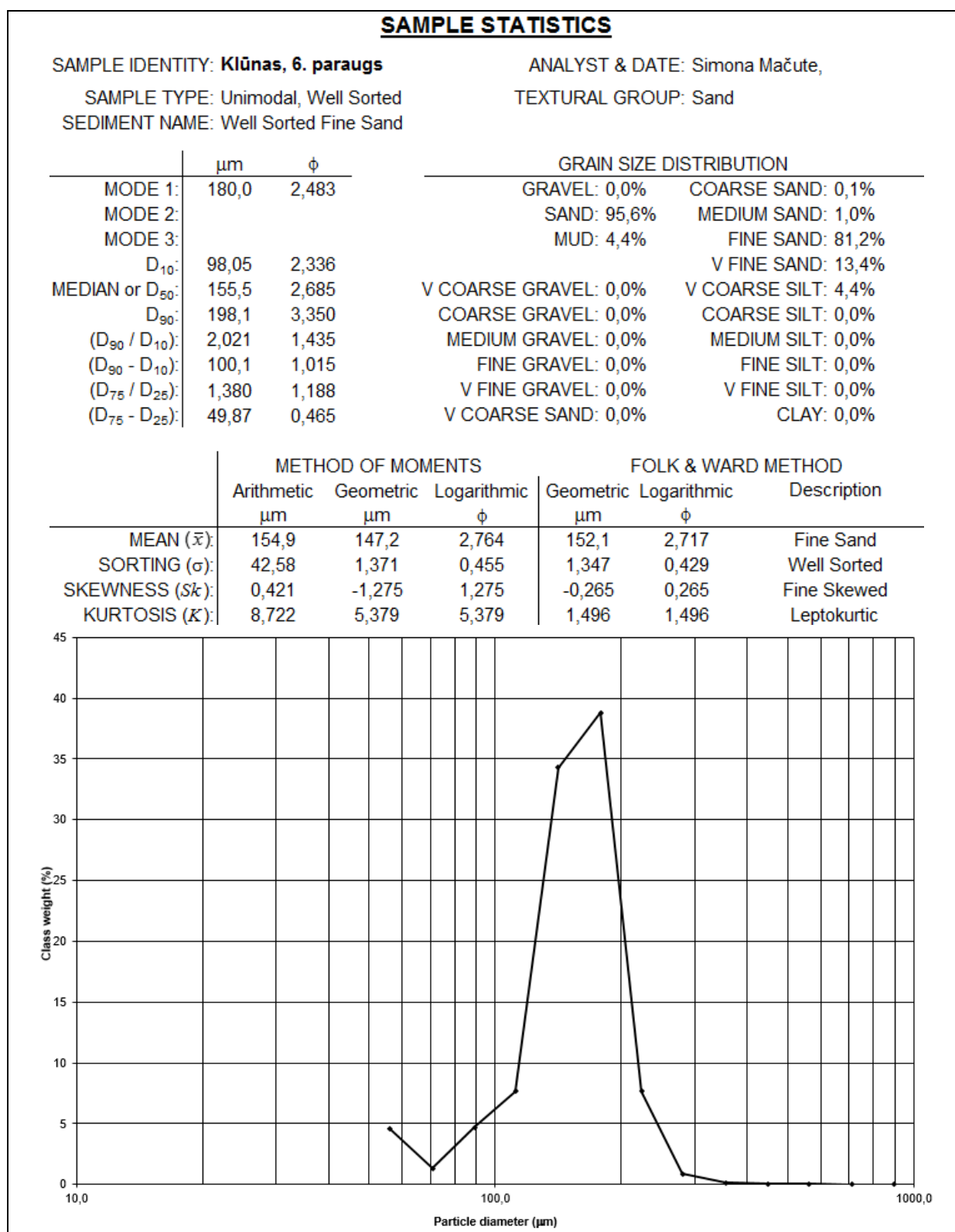
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	130,5	122,2	3,033	123,6	3,016	Very Fine Sand
SORTING (σ):	44,09	1,422	0,508	1,429	0,515	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	0,781	-0,422	0,422	-0,256	0,256	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	5,610	2,981	2,981	1,032	1,032	Mesokurtic



42. pielikums. Klūnu atseguma 5. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



43. pielikums. Klūnu atseguma 6. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojošie parametri pēc Gradistat programmas datiem



45. pielikums. Klūnu atseguma 8. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 8. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

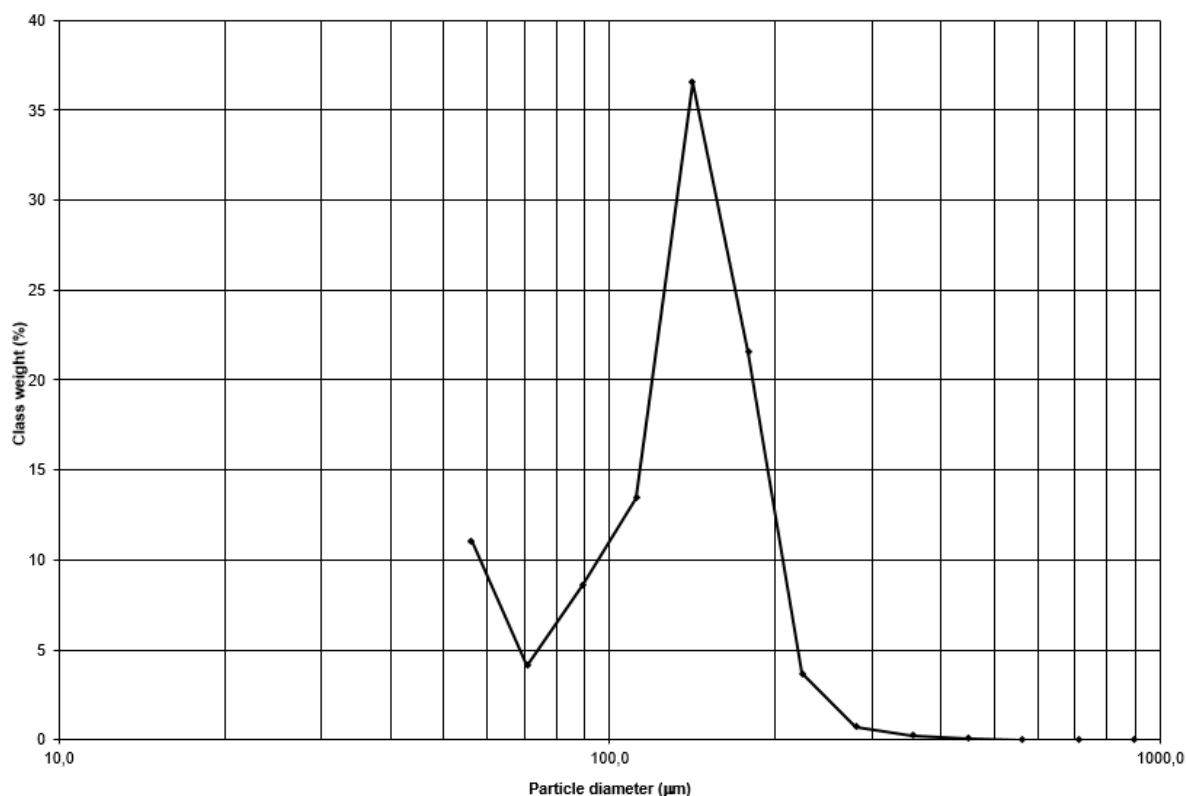
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 89,4%	MEDIUM SAND: 1,0%
MODE 3:			MUD: 10,6%	FINE SAND: 62,8%
D ₁₀ :	61,77	2,408		V FINE SAND: 25,7%
MEDIAN or D ₅₀ :	136,5	2,873	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 10,6%
D ₉₀ :	188,5	4,017	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,052	1,669	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	126,7	1,610	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,557	1,242	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	57,32	0,639	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	134,3	124,7	3,003	125,4	2,995	Fine Sand
SORTING (σ):	46,22	1,467	0,553	1,470	0,556	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,475	-0,730	0,730	-0,369	0,369	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	5,360	3,016	3,016	1,181	1,181	Leptokurtic



46. pielikums. Klūnu atseguma 9. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 9. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

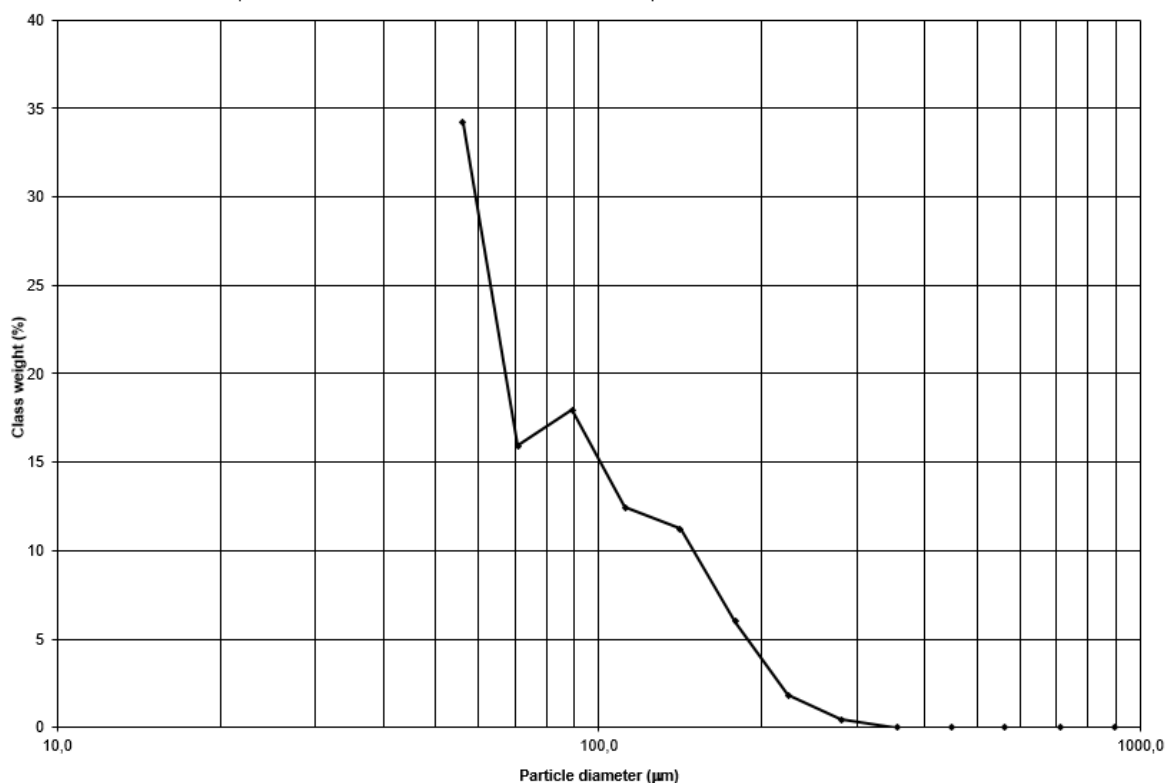
SAMPLE TYPE: Bimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	56,50	4,155	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	90,00	3,483	SAND: 67,0%	MEDIUM SAND: 0,4%
MODE 3:			MUD: 33,0%	FINE SAND: 19,6%
D ₁₀ :	53,49	2,703		V FINE SAND: 47,0%
MEDIAN or D ₅₀ :	79,23	3,658	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 33,0%
D ₉₀ :	153,6	4,224	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,870	1,563	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	100,1	1,521	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,924	1,301	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	54,71	0,944	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		Description
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	
MEAN (\bar{x}):	92,95	84,72	3,561	84,30	3,568	Very Fine Sand
SORTING (σ):	42,19	1,491	0,577	1,509	0,593	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,420	0,657	-0,657	0,262	-0,262	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	5,001	2,425	2,425	0,780	0,780	Platykurtic



47. pielikums. Klūnu atseguma 10. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 10. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

SAMPLE TYPE: Trimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	56,50	4,155	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	142,5	2,822	SAND: 68,4%	MEDIUM SAND: 0,8%
MODE 3:	90,00	3,483	MUD: 31,6%	FINE SAND: 30,2%
D ₁₀ :	53,66	2,595		V FINE SAND: 37,4%
MEDIAN or D ₅₀ :	91,25	3,454	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 31,6%
D ₉₀ :	165,5	4,220	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,083	1,626	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	111,8	1,624	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,258	1,406	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	75,09	1,175	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	102,8	92,54	3,434	91,68	3,447	Very Fine Sand
SORTING (σ):	47,94	1,549	0,632	1,558	0,640	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,254	0,305	-0,305	0,069	-0,069	Symmetrical
KURTOSIS (K):	5,916	1,992	1,992	0,651	0,651	Very Platykurtic



48. pielikums. Klūnu atseguma 11. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 11. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

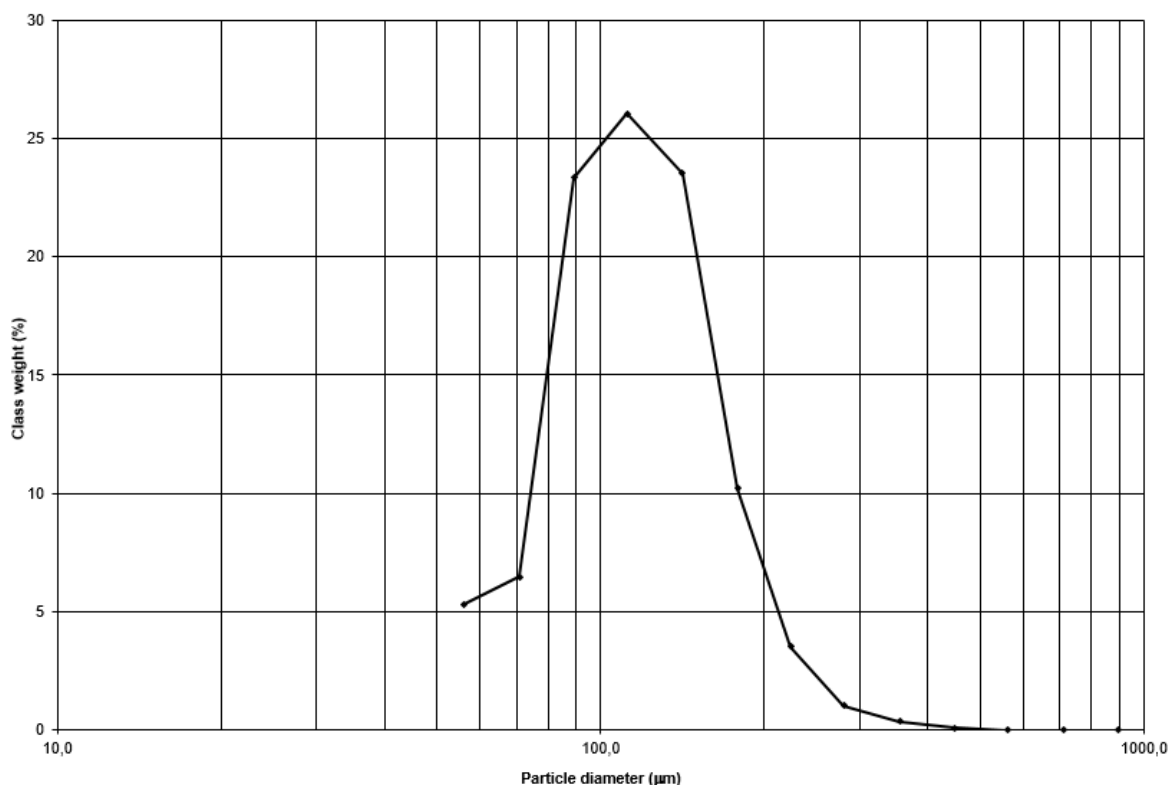
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	112,5	3,161	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 94,8%	MEDIUM SAND: 1,5%
MODE 3:			MUD: 5,2%	FINE SAND: 38,5%
D ₁₀ :	74,32	2,486		V FINE SAND: 54,8%
MEDIAN or D ₅₀ :	114,5	3,127	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 5,2%
D ₉₀ :	178,5	3,750	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,402	1,508	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	104,2	1,264	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,594	1,241	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	53,98	0,673	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	122,8	114,9	3,122	114,6	3,125	Very Fine Sand
SORTING (σ):	45,20	1,410	0,495	1,402	0,488	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,629	0,141	-0,141	-0,021	0,021	Symmetrical
KURTOSIS (K):	8,689	3,294	3,294	1,028	1,028	Mesokurtic



49. pielikums. Klūnas atseguma 12. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 12. paraugs**

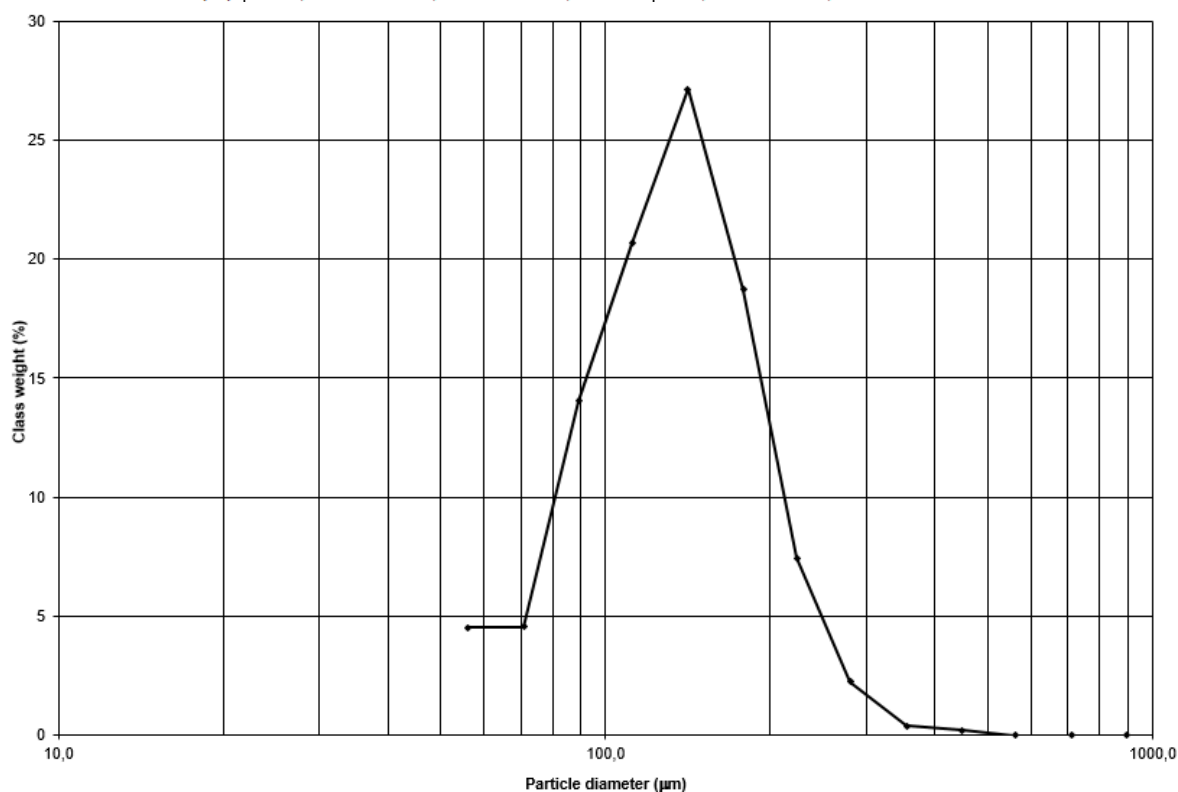
ANALYST & DATE: Simona Mačute,

SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Well Sorted TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Moderately Well Sorted Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 95,6%	MEDIUM SAND: 2,9%
MODE 3:			MUD: 4,4%	FINE SAND: 54,3%
D ₁₀ :	80,98	2,318		V FINE SAND: 38,4%
MEDIAN or D ₅₀ :	132,9	2,912	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 4,4%
D ₉₀ :	200,5	3,626	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,476	1,564	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	119,5	1,308	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,624	1,271	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	63,97	0,700	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	139,5	129,7	2,947	130,2	2,941	Fine Sand
SORTING (σ):	51,88	1,444	0,530	1,460	0,546	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,188	-0,167	0,167	-0,102	0,102	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	6,386	3,098	3,098	1,089	1,089	Mesokurtic



50. pielikums. Klūnu atseguma 13. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

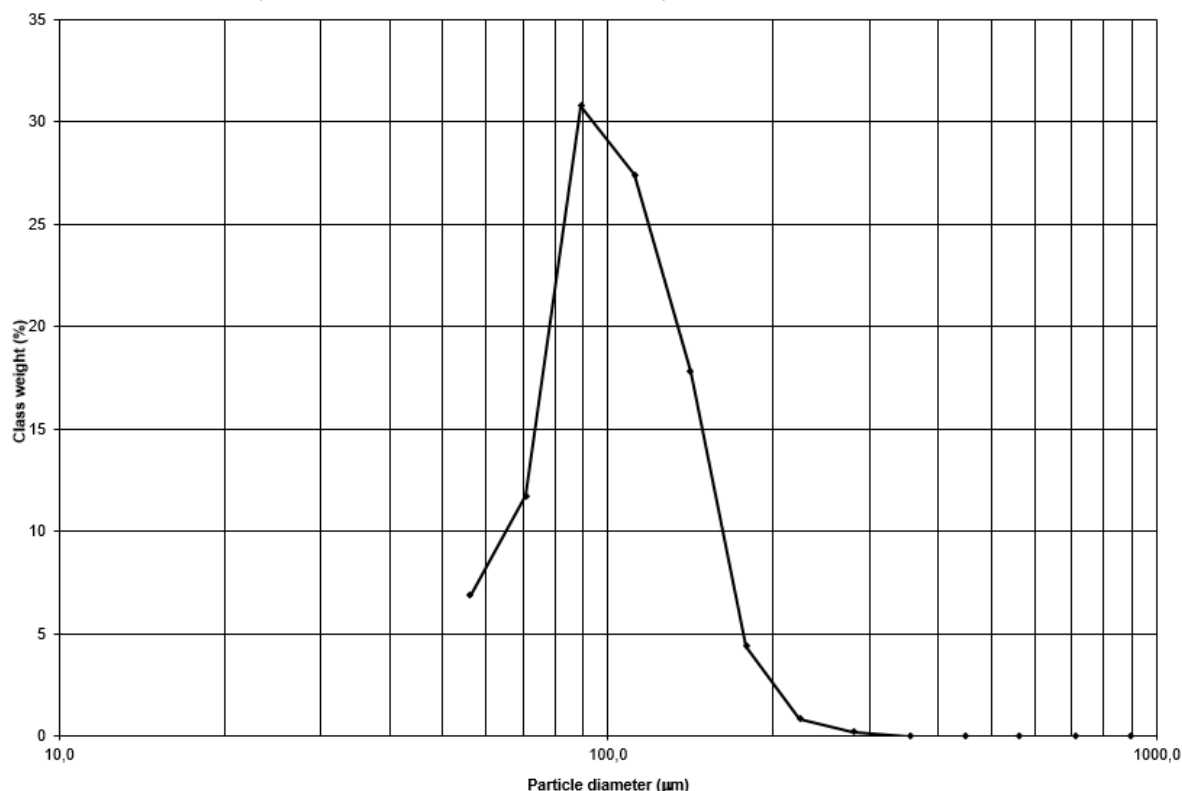
SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 13. paraugs**
 SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted
 SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

ANALYST & DATE: Simona Mačute,
 TEXTURAL GROUP: Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90,00	3,483	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 93,3%	MEDIUM SAND: 0,2%
MODE 3:			MUD: 6,7%	FINE SAND: 24,2%
D ₁₀ :	66,93	2,732		V FINE SAND: 68,9%
MEDIAN or D ₅₀ :	100,9	3,310	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 6,7%
D ₉₀ :	150,5	3,901	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,249	1,428	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	83,61	1,169	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,488	1,191	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	40,76	0,573	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	106,8	101,4	3,301	101,9	3,295	Very Fine Sand
SORTING (σ):	32,69	1,348	0,430	1,359	0,443	Well Sorted
SKEWNESS (sk):	0,986	0,027	-0,027	-0,004	0,004	Symmetrical
KURTOSIS (K):	5,010	2,860	2,860	1,043	1,043	Mesokurtic



51. pielikums. Klūnu atseguma 14. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 14. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

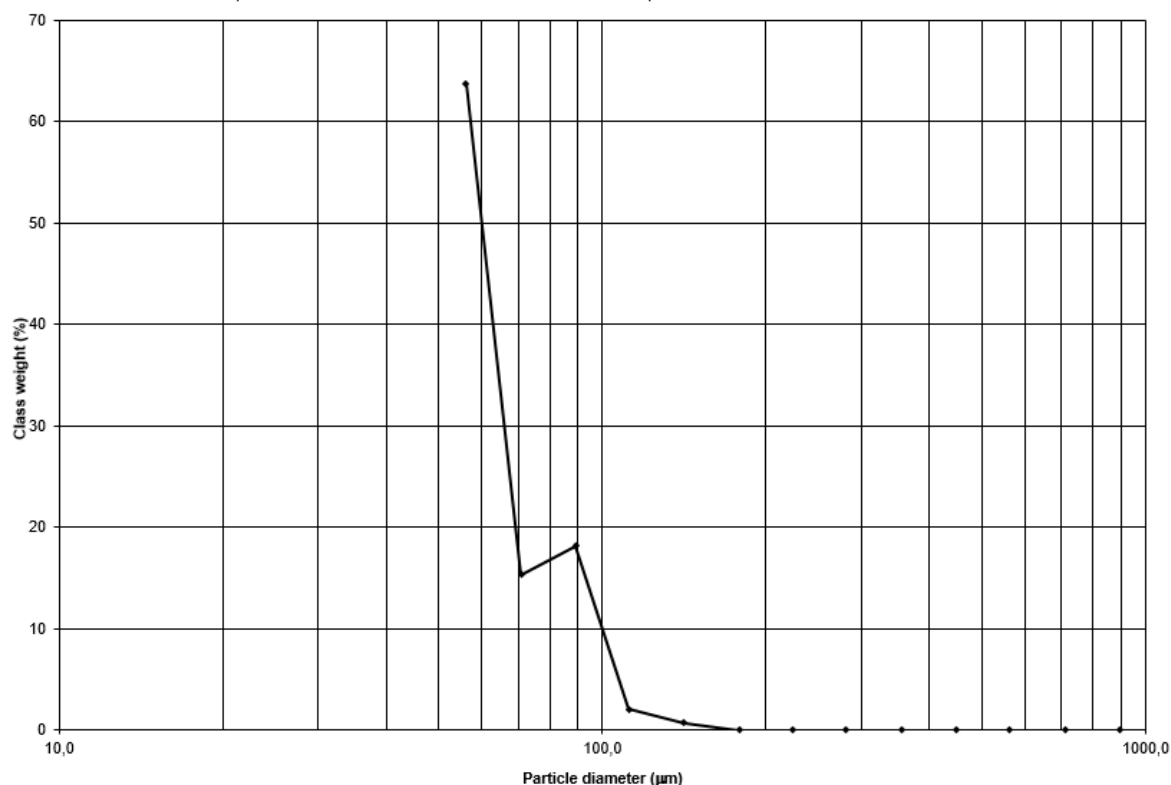
SAMPLE TYPE: Bimodal, Very Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sandy Mud

SEDIMENT NAME: Very Fine Sandy Very Coarse Silt

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	56,50	4,155	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	90,00	3,483	SAND: 38,4%	MEDIUM SAND: 0,0%
MODE 3:			MUD: 61,6%	FINE SAND: 0,8%
D ₁₀ :	51,84	3,454		V FINE SAND: 37,6%
MEDIAN or D ₅₀ :	59,92	4,061	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 61,6%
D ₉₀ :	91,22	4,270	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,760	1,236	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	39,38	0,815	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,362	1,119	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	19,83	0,446	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	66,55	64,56	3,953	64,50	3,954	Very Fine Sand
SORTING (σ):	15,87	1,232	0,301	1,240	0,310	Very Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,747	1,275	-1,275	0,484	-0,484	Very Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	6,429	3,716	3,716	0,857	0,857	Platykurtic



53. pielikums. Klūnu atseguma 16. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 16. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

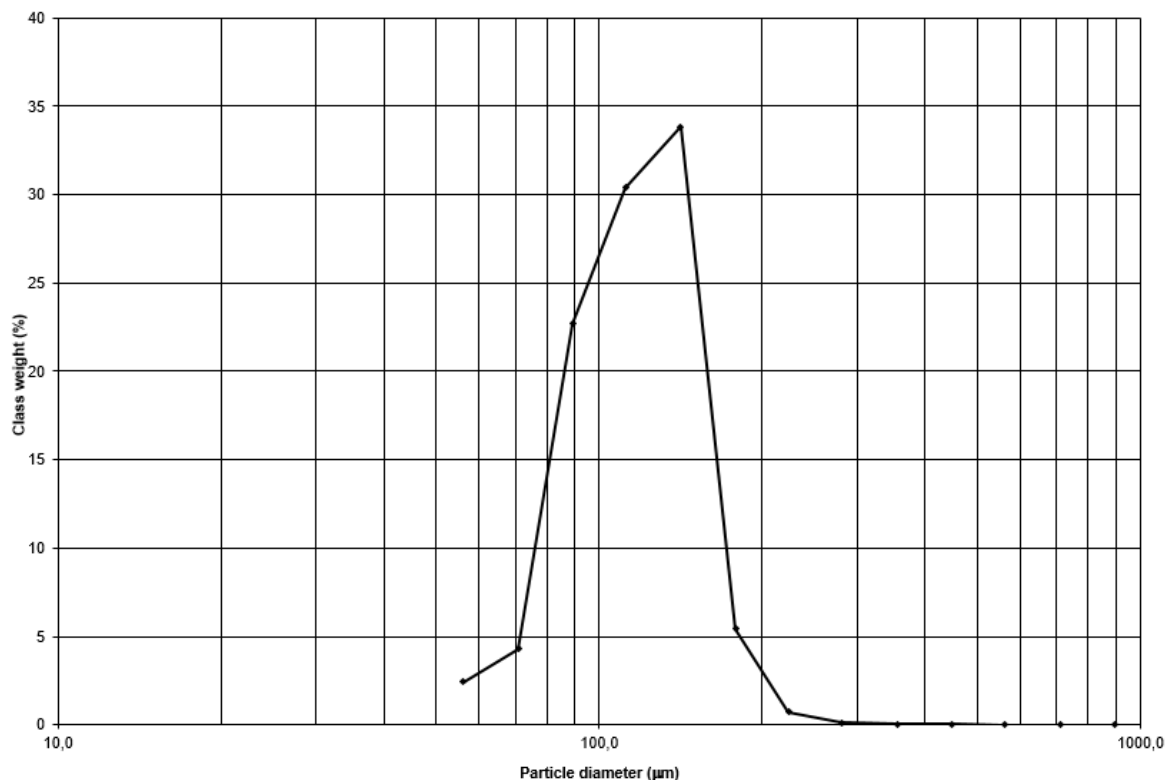
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	142,5	2,822	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:			SAND: 97,6%	MEDIUM SAND: 0,2%
MODE 3:			MUD: 2,4%	FINE SAND: 41,9%
D ₁₀ :	82,62	2,683		V FINE SAND: 55,5%
MEDIAN or D ₅₀ :	117,7	3,087	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 2,4%
D ₉₀ :	155,8	3,597	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	1,885	1,341	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	73,15	0,915	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,459	1,193	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	44,24	0,545	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	119,9	115,2	3,117	115,6	3,113	Very Fine Sand
SORTING (σ):	30,64	1,296	0,374	1,297	0,375	Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	0,865	-0,354	0,354	-0,129	0,129	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	8,275	3,509	3,509	0,911	0,911	Mesokurtic



54. pielikums. Klūnu atseguma 17. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 17. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

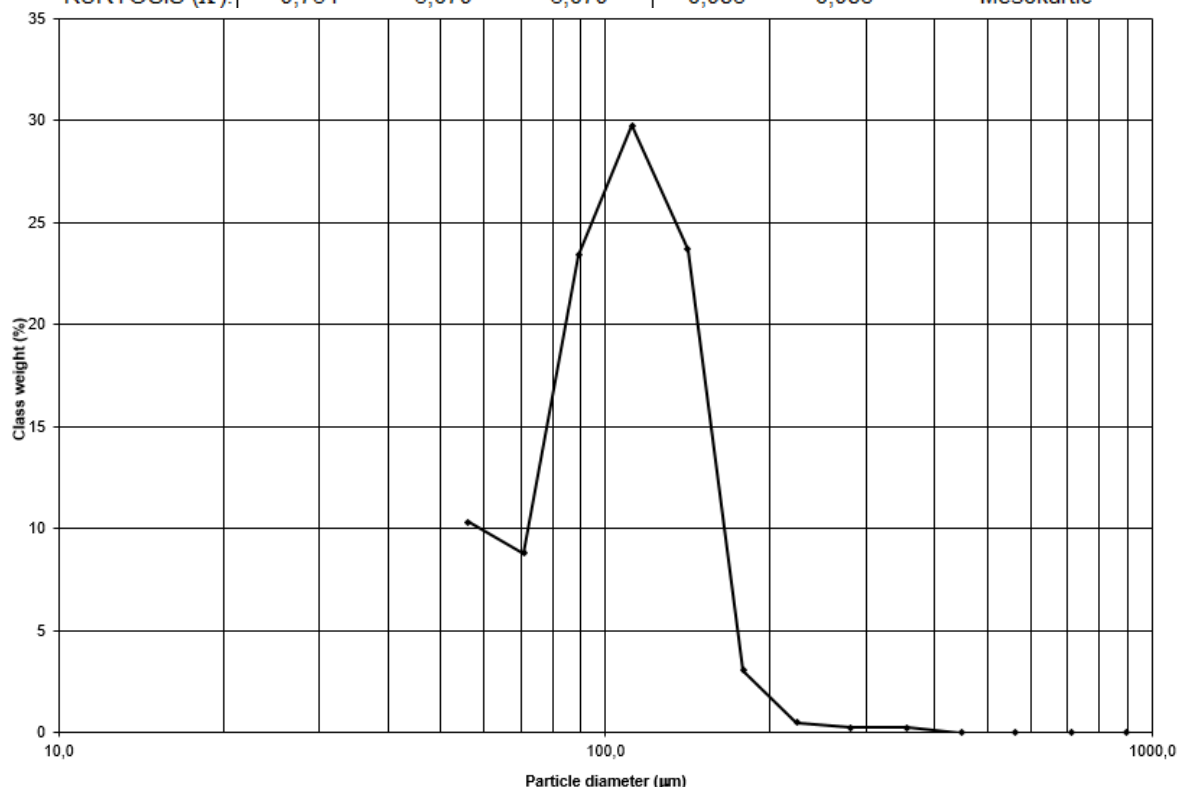
SAMPLE TYPE: Bimodal, Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Sand

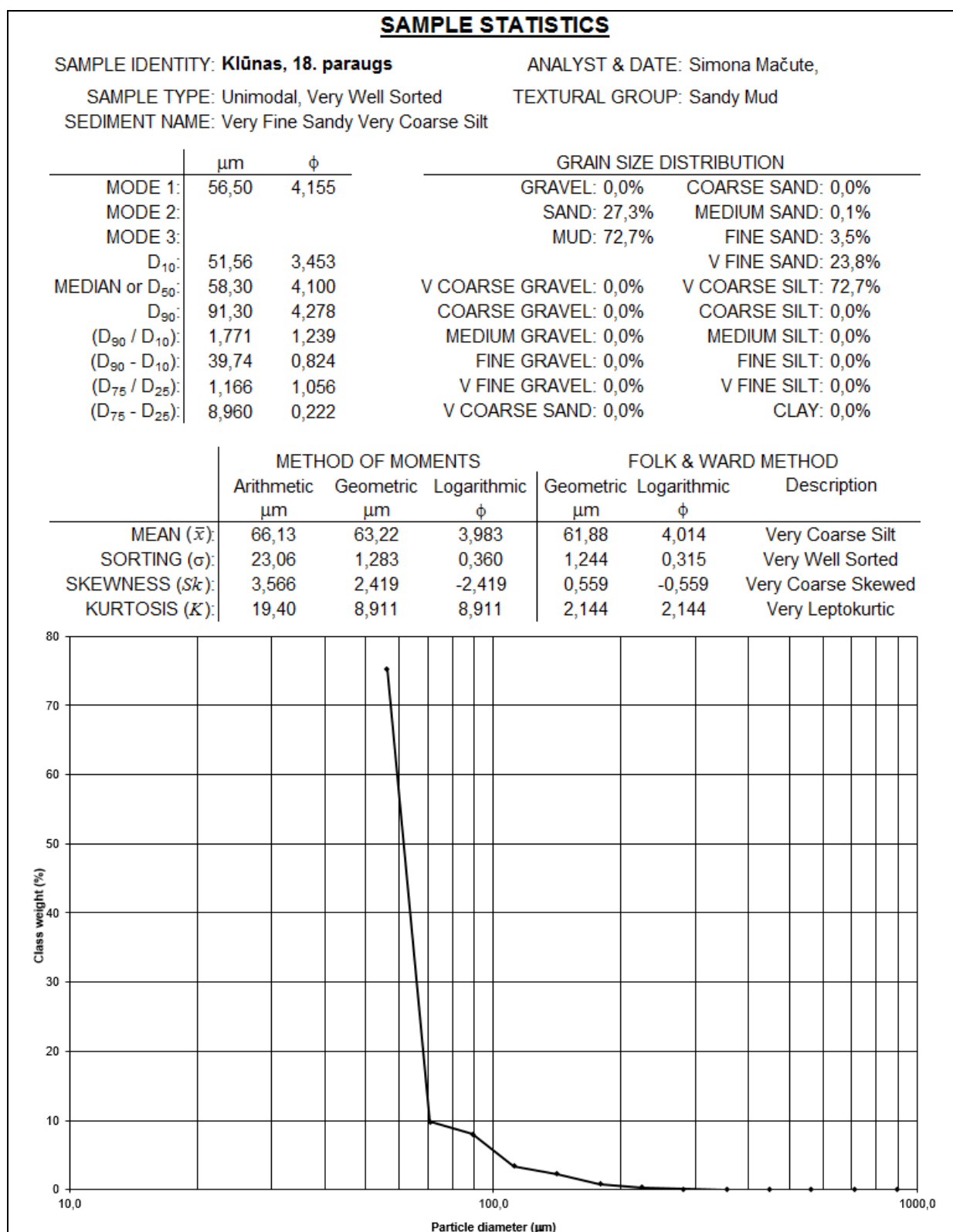
SEDIMENT NAME: Well Sorted Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	112,5	3,161	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	56,50	4,155	SAND: 90,0%	MEDIUM SAND: 0,5%
MODE 3:			MUD: 10,0%	FINE SAND: 28,7%
D ₁₀ :	62,55	2,729		V FINE SAND: 60,8%
MEDIAN or D ₅₀ :	106,4	3,233	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 10,0%
D ₉₀ :	150,8	3,999	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,411	1,465	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	88,25	1,270	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,541	1,212	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	45,74	0,624	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	109,1	103,1	3,278	103,4	3,273	Very Fine Sand
SORTING (σ):	34,95	1,373	0,458	1,383	0,467	Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,329	-0,192	0,192	-0,181	0,181	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	9,734	3,079	3,079	0,986	0,986	Mesokurtic



55. pielikums. Klūnu atseguma 18. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem



56. pielikums. Klūnu atseguma 19. slāņa nogulumu granulometriskais sastāvs un to raksturojušie parametri pēc Gradistat programmas datiem

SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Klūnas, 19. paraugs**

ANALYST & DATE: Simona Mačute,

SAMPLE TYPE: Trimodal, Moderately Well Sorted

TEXTURAL GROUP: Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Very Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	56,50	4,155	GRAVEL: 0,0%	COARSE SAND: 0,0%
MODE 2:	90,00	3,483	SAND: 70,3%	MEDIUM SAND: 0,8%
MODE 3:	142,5	2,822	MUD: 29,7%	FINE SAND: 23,6%
D ₁₀ :	53,90	2,679		V FINE SAND: 45,9%
MEDIAN or D ₅₀ :	83,30	3,586	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 29,7%
D ₉₀ :	156,1	4,213	COARSE GRAVEL: 0,0%	COARSE SILT: 0,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,897	1,573	MEDIUM GRAVEL: 0,0%	MEDIUM SILT: 0,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	102,2	1,534	FINE GRAVEL: 0,0%	FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,049	1,343	V FINE GRAVEL: 0,0%	V FINE SILT: 0,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	63,30	1,035	V COARSE SAND: 0,0%	CLAY: 0,0%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	96,64	87,93	3,507	87,45	3,515	Very Fine Sand
SORTING (σ):	43,81	1,502	0,587	1,520	0,604	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,485	0,520	-0,520	0,196	-0,196	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	6,495	2,310	2,310	0,706	0,706	Platykurtic

