

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE  
PAMATIEŽU ĢEOLOĢIJAS NODAĻA

**JURAS PAPILES SVĪTAS SMILTIS SKUDRU ATRADNĒ UN  
TO VEIDOŠANĀS APSTĀKĻU INTERPRETĀCIJA**  
BAKALAURA DARBS

Autors: **Matīss Brants**

Stud. apl. mb16076

Darba vadītājs:

Dr. ģeol., asoc. prof. Ģirts Stinkulis

RĪGA 2020

# SATURS

ANOTĀCIJA.....	3
ANNOTATION.....	4
IEVADS .....	5
1. LITERATŪRAS APSKATS .....	6
1.1. Juras paleoģeogrāfija .....	6
1.1.1. Globālās paleoģeogrāfiskās rekonstrukcijas .....	6
1.1.2. Tagadējā Latvijas teritorija jurā.....	6
1.2. Juras nogulumi Baltijas valstīs .....	7
1.2.1. Juras stratigrāfija un nogulumu izplatība Baltijas valstīs .....	7
1.2.2. Juras nogulumu sastāvs un izplatība Latvijā .....	9
1.2.3. Siliciklastisko un oģļaino nogulumu veidošanās procesi .....	10
1.3. Juras smiltis Baltijas valstīs .....	11
1.3.1. Juras smilšaino nogulumu pētījumu vēsture Latvijā un Lietuvā .....	11
1.3.2. Līdzšinējie dati par juras smilšu veidošanās apstākļiem Baltijas valstīs .....	12
1.3.3. Kvarca smilšu praktiskās izmantošanas iespējas .....	12
1.3.4. Juras kvarca smilšu atradnes .....	13
2. PĒTĀMĀS TERITORIJAS RAKSTUROJUMS .....	14
2.1. Kvarca smilšu atradne “Skudras” .....	15
3. MATERIĀLI UN METODES.....	17
3.1. Literatūras apskate .....	17
3.2. Lauka darbi .....	17
3.3. Laboratorijas darbi .....	18
3.3.1. Ģeoloģisko griezumu zīmēšana .....	18
3.3.2. Granulometriskā analīze .....	19
3.3.3. Fāciju analīze .....	19
4. REZULTĀTI .....	20
4.1. Granulometriskais sastāvs.....	20
4.2. Paleostraumju virzieni .....	21
4.3. Fācijas .....	24
4.4. Fāciju asociācijas un vides interpretācijas .....	30
5. DISKUSIJA .....	33
6. SECINĀJUMI .....	35
PATEICĪBAS .....	36
LITERATŪRAS SARAKSTS .....	37
PIELIKUMI.....	41

## ANOTĀCIJA

Bakalaura darbā tiek skaidroti juras Papiles svītas smilšaino nogulumu sedimentācijas apstākļi “Skudru” atradnē, balstoties uz lauka un laboratorijas darbu rezultātiem, kā arī literatūras izpēti. Darba gaitā tika izveidoti 4 atsegumu ģeoloģiskie griezumī, veikta granulometriskā analīze ievāktajiem paraugiem, noteikti paleostraumju un slāņojuma elementu virzieni, veikta fāciju analīze un sniegta nogulumu uzkrāšanās interpretācija. Tika secināts, ka “Skudru” atradnes smilšainie nogulumi sākotnēji izgulsnējušies meandrējošu upju sērēs un palienēs, bet laika gaitā notikusi pāreja uz zarotu upi, kur nogulumi izgulsnējušies sērēs. Vide mainījies, iespējams, transgresijas ietekmē.

**Atslēgas vārdi:** sedimentoloģija, meandrējošas upes, zarotas upes, granulometriskā analīze, fāciju analīze, transgresija.

## ANNOTATION

In this bachelor's thesis, the sedimentary environment interpretation of the Jurassic Papile Formation sands in the "Skudras" quarry, Latvia, is given, based on fieldwork, laboratory work and literature. To accomplish the set goals, the author constructed 4 graphic sedimentary logs, performed grain-size analysis on the collected samples, analysed palaeocurrent data and facies, and presented sedimentary environment interpretation. Thorough analysis of the collected data allowed to conclude: the "Skudras" quarry sands were at first deposited as bars and overbank formations in meandering rivers, but later as bars in braided rivers. The transition may have happened due to transgression.

**Key words:** sedimentology, meandering rivers, braided rivers, grain-size analysis, facies analysis, transgression.

## IEVADS

Juras nogulumi ir sastopami tikai Latvijas dienvidrietumos, Kurzemes dienvidu daļā, kur tie ir savstarpēji izolētu laukumu veidā iekļauti starp triasa, perma, karbona un devona nogulumiem, un pārsegti ar kvartāra nogulumu segu. Šie nogulumi atsedzās upju krastos, ir novērojami urbumos un atrodami karjeros. Tie ir savā ziņā unikāli Latvijas ģeoloģiskajā uzbūvē, jo sastāv galvenokārt no kvarca smiltīm un mainīgās proporcijās no brūnoglēm, māliem un karbonātiskiem ieslēgumiem. Juras kvarca smiltis ir nozīmīgs derīgais izrakteņis, kas pašlaik tiek pētīts un iegūts rūpniecības vajadzībām nesen izveidotajā atradnē “Skudras” Skrundas novadā. Kvarca smiltis ir redzamas arī Dzeldas un Šķerveļa upju krastu atsegumos, īpaši izteikti Zoslēnu ragā, kas atrodas dažus kilometrus no atradnes. Šajā teritorijā sastopamie nogulumi pieder vidējās juras apakšējā Kelovejas pastāva Papiles svītai.

Karjera izveide “Skudru” atradnē ir atsegusi smilšaino nogulumus, kas ir maz pētīti un kuru sedimentācijas apstākļi joprojām ir neskaidri. Lai gan iepriekšējie juras smilšaino nogulumu pētījumi norāda uz nogulumu veidošanos meandrējošas upes apstākļos, Dzeldas upes atsegumu attālums no “Skudru” atradnes rada iespējamību, ka sedimentācijas apstākļi tajā var būt atšķirīgi. Tajā pašā laikā aktīvā karjera izstrāde arī steidzina veikt sedimentoloģiskās izpētes darbus pirms ir zuduši esošie atsegumi un atsegti jaunie.

Bakalaura darbs ir aktuāls, jo “Skudru” karjera paplašināšana un padziļināšana dod iespēju iegūt unikālus datus par juras Papiles svītas smilšainajiem nogulumiem maz pētītā apvidū un skaidrot to sedimentācijas apstākļu interpretāciju. Darba mērķis ir noskaidrot “Skudru” atradnē izveidotajā karjerā atsegto juras Papiles svītas smilšaino nogulumu granulometrisko sastāvu, paleostraumju virzienus un sniegt nogulumu veidošanās apstākļu interpretāciju. Šī mērķa sasniegšanai tika definēti sekojošie uzdevumi:

- iepazīties ar pieejamo literatūru par juras periodu, nogulumiem un to veidošanās procesiem, kā arī to izplatību Latvijā un iepriekš veiktajiem pētījumiem;
- izveidot “Skudru” atradnes atsegumu ģeoloģiskos griezumus lauka apstākļos;
- veikt slāņojuma elementu mērījumus ar kompasu paleostraumju virzienu un gultnes reljefa formu ģeometrijas noteikšanai;
- ievākt paraugus un veikt to granulometrisko analīzi;
- veikt smilšaino nogulumu fāciju analīzi;
- apkopot, analizēt un salīdzināt iegūtos datus, un interpretēt rezultātus.

# 1. LITERATŪRAS APSKATS

## 1.1. Juras paleoģeogrāfija

### 1.1.1. Globālās paleoģeogrāfiskās rekonstrukcijas

Mezozoja ēras vidus posmu iezīmēja juras periods, kas aizstāja triasa periodu pirms aptuveni 201 miljoniem gadu un ilga līdz tā nomainai ar krīta periodu pirms aptuveni 145 miljoniem gadu (Cohen 2018). Pangejas sadalīšanās, kas aizsākās mezozojā, pateicoties mantijas konvekcijas pārkārtošanās procesiem, juras periodā noritēja vēl intensīvāk. Litosfēras plātnes izvietojās stāvoklī, kas līdzīgs mūsdienu izkārtojumam, ar atsevišķiem izņēmumiem (Āboltiņš 2004).

Kopumā pasaulē šajā periodā bija raksturīgi silta klimata apstākļi, kas veicināja floras un faunas attīstību. Zonās ar lielu mitruma daudzumu veidojās purvi un meži ar skujkokiem, ginkiem, cikadejām un papardēm. Turpinājās triasā iesāktā organiskās pasaules pārkārtošanās, kas nozīmēja brahiopodu norietu un gliemeņu faunas paplašināšanos. Labvēlīgā klimata dēļ sākās uzplaukuma laiks rāpuļiem, īpaši izceļoties periodam raksturīgajiem sauszemes un jūras zauriem, un galvkājājiem – belemnītiem un amonītiem, kuri sasniedza gigantiskus izmērus. Uz sauszemes parādījās pirmie putni, kā arī attīstījās pirmie zīdītāji. Mežos varēja sastapt kukaiņus – odus, skudras, mušas un lapsenes (Āboltiņš 2004).

### 1.1.2. Tagadējā Latvijas teritorija jurā

Juras periodā Latvijas teritorija atradās aptuveni 45° uz ziemeļiem no ekvatora Laurāzijas kontinenta centrālajā daļā (Āboltiņš 2004; Scotese 2014). Perioda sākumā pastāvēja kontinentālie apstākļi, taču iežus, kas par to liecina, var sastapt tikai Lietuvas teritorijā, jo tajā atradās sedimentācijas baseina galvenā daļa (Liepiņš 1961; Lukševičs et al. 2018). Savukārt perioda vidū, Kelovejas laikmeta sākumā, Latvijas teritorijā norisinājušies aluviālie procesi, par ko liecina smilšainie nogulumi ar brūnoglēm, kuru formas atgādina upju gultnes, kā arī marīno dzīvnieku fosiliju trūkums tajās (Brangulis et al. 1998). Tāpat, kā citur pasaulē, arī Latvijā uzkrājušies kaolinīta māli, kas norāda uz attīstītu dēdējumgarozu (Brangulis et al. 1998; Scotese 2014). Arī ķīmiski neizturīgo minerālu trūkums liecina par valdošajiem kontinentālajiem apstākļiem, kuros pastāvējis silts un mitrs klimats.

Izmaiņas pastāvošajos kontinentālajos apstākļos varētu būt sākušās vidējās juras Kelovejas laikmeta beigās un turpinājušās vēlās juras Oksfordas laikmetā. Visu šo laika posmu pakāpeniski cēlās Pasaules okeāna līmenis. Par to liecina jūras organismu atliekas Kelovejas stāva augšdaļā un vēlās juras Oksfordas laikmetā. Dīvos urbemos konstatētie, Oksfordas stāvam

piejerošie marīnie nogulumi ir pēdējie sedimentogēnie veidojumi, kas liecina par ģeoloģisko darbību Latvijas teritorijā līdz kvartāram (Brangulis et al. 1998; Lukševičs et al. 2018).

## **1.2. Juras nogulumi Baltijas valstīs**

### **1.2.1. Juras stratigrāfija un nogulumu izplatība Baltijas valstīs**

Juras perioda nogulumi Baltijas valstīs veido plaši pārstāvētu, taču ne pilnīgu griezumumu. Lielāko griezuma daļu var novērot Lietuvas teritorijā, pavisam nelielu – Latvijas dienvidrietumos -, bet Igaunijā juras nogulumi nav sastopami vispār. Tas ir skaidrojams ar ledāja eroziju, kas denudējusi lielāko daļu juras nogulumu, atstājot tos tikai vairākās ieplakās, atrauteņos kvartāra iežos un pat Vepriai astroblēmā Lietuvā. Juras stratigrāfija un korelācija Baltijas valstīs ir balstīta uz iežu sastāvu, kā arī fosilo atlieku izplatību un izcelsmi (Paškevičius 1997).

Apakšjuras nogulumi konstatēti urbemos Lietuvas dienvidrietumos. Tie ir iedalīti divos reģionālajos stāvos – Neringas un Lavas svītās. Neringas svīta sastopama 535-568 m dziļumā, 17,3 – 32,5 m biezumā, un sastāv pārsvarā no ogļainām smiltīm un smilšakmens. Lavas svītas 13,8-42 m biezie nogulumi – māli ar smilšainām starpkārtām un pirīta konkrēcijām - iegul 528-572,5 m. Balstoties uz sporu un putekšņu analīzēm, Neringas svīta tiek korelēta ar apakšjuras Plīnsbahas stāvu, bet Lavas svīta – ar apakšjuras Toaras stāvu (Paškevičius 1997). Latvijā apakšjuras nogulumi nav atrasti.

Vidējās juras ģeoloģiskā griezuma nogulumi ir sastopami galvenokārt Lietuvā un dažviet arī Latvijā urbemos un atsegumos. Tos raksturo kontinentālos un subkontinentālos apstākļos izgulsnēti nogulumi, kuri ir iedalīti Isrutis, Lieponas un Papiles svītās. Isrutis svītas nogulumi ir sastopami atsevišķās lokālajās ieplakās Lietuvas pamatiežos, līdz pat 88,7 m biezumā un aptuveni 400 m dziļumā. Tie sastāv no izteikti ogļainiem māliem, ogļainām smiltīm un aleirītiskiem māliem, taču bez faunas atliekām. Šīs svītas nogulumi, iespējams, aizpilda Vepriai astroblēmas ieplaku. Isrutis svītu var korelēt ar Bajosas līdz Apakšējam Batas stāviem, taču tas vēl nav precizēts. Arī Lieponas svīta ir konstatēta tikai urbemos Lietuvas dienvidrietumos. Tā iegul 357-381 m dziļumā ar biezumu līdz pat 70 m. Svītas smilšainajos, ogļainajos, nekarbonātajos mālos sastopamas gliemeņu, gliemežu un foraminīferu fosilijas. Tieši pēc šīm faunas atliekām šī svīta tiek korelēta ar Augšējo Batas stāvu (Paškevičius 1997).

Vidējās juras augšējo daļu veido Kelovejas stāvs, ko Baltijas valstu teritorijā iedala trīs litostratigrāfiskajās vienībās – Papiles, Papartines un Skinijas svītās. Tās var attiecīgi korelēt ar apakšējo, vidējo un augšējo Kelovejas pastāviem. Papiles svītas nogulumi ir izplatīti savstarpēji izolētu laukumu veidā Lietuvas ziemeļrietumos un Latvijas dienvidrietumos. Tie ir senākie

juras nogulumu, kas sastopami dabīgos atsegumos. Viens no tiem atrodas Ventas upes krastā Lietuvas teritorijā Papiles pilsētā, kur tas ir pieņemts kā stratotips. Svītas biezums var sasniegt 30 m, un tā iegul pat 143,8 m dziļumā Vepriai astroblēmas ieplakā, Lietuvas centrālajā daļā. Svītas stratotipa sākumu jeb apakšdaļu veido plāns mālu slānis ar gliemeņu fosilijām, ko pārsedz divas atšķirīgas nogulumu kārtas. Pirmā no tām ir mālaināka, un iestiepjas uz dienvidiem no Papiles, bet otrā – smilšaināka, un sastopama uz ziemeļiem no stratotipa. Latvijas teritorijā kvarca smiltis ar ogļainām starpkārtām un pirītu koncentrācijām ir redzamas atsegumos Ventas un tās pieteku – Dzeldas, Šķerveļa, Zaņas un Lētižas – krastos. Vidējās Kelovejas stāva Papartines svīta, kuras stratotips arī atrodas Papilē, ir iedalīta sīkāk, balstoties uz tās bagātīgās marīnās faunas – amonītu un foraminīferu - fosilijām atliekām. Līdz ar to, šie vidējās juras nogulumu iezīmē pāreju no kontinentāliem apstākļiem uz marīniem, kas Baltijas valstu teritorijā turpinājās visu atlikušo periodu. Svītu galvenokārt veido dzeltenīgi pelēka smiltis un smilšakmens, kas dažviet uzguļ amonītiskiem nogulumiem. Tās biezums mainās no 2,5-20 m. Vidējās juras Kelovejas stāvu noslēdz Skinijas svīta, kuras izplatība ir līdzīga paguļošajai Papartines svītai, taču par stratotipu pieņemts urbuma serdes posms no 117,2-152,2 m. Svītas sastāvs ir daudzveidīgs un mainīgs, sākot ar mergeli un smilšakmeni, kurā izveidojušies dzelzaini oolīti, līdz vizlainiem, karbonātskiem māliem ar pirītu un siderītu koncentrācijām un tārpu ejām. Tāpat arī svītas biezums ir ļoti mainīgs – no 4 līdz 64 m (Paškevičius 1997).

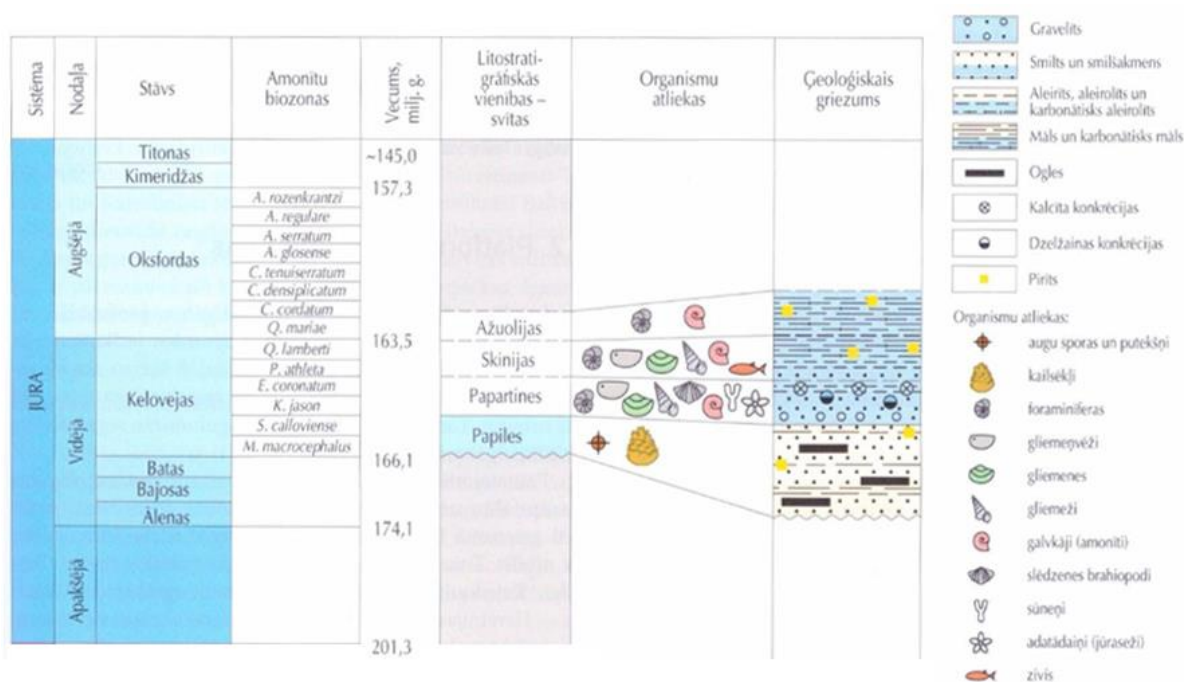
Augšējās juras nogulumus Baltijas valstīs pārstāv Oksfordas, Kimeridžas un Tītonas stāvi. Oksfordas stāvam vienīgā korelācija ir ar Ažuolijas svītu, kuras parastratotips ir no urbuma serdes posma 159-206,2 m dziļumā. Arī šī svīta tiek iedalīta sīkāk, balstoties uz sastopamajiem amonītiem. Apakšējais Oksfordas pastāvs ir plaši izplatīts, tajā skaitā arī Latvijā pie Rucavas. Nogulumu sēka ar oolītisku smilšakmeni un aleirolītu, taču kopumā sastāv no karbonātskiem māliem, aleirītiem un aleirolītu ar siderīta starpkārtām. Apakšējais Oksfordas pastāvs sasniedz 46,7 m biezumu. Vidējais Oksfordas pastāvs ir jau mazāk izplatīts un sastāv no māliem, aleirītiem, smiltīm un aleirolīta. Dienvidlietuvā šī pastāva nogulumos tika konstatēti koraļļu rifu kaļķakmens. Lietuvas teritorijā šis pastāvs sasniedz tikai 6,5 m biezumu. Augšējais Oksfordas pastāvs ir konstatēts tikai urbumos Lietuvas dienvidrietumos, taču šie nogulumu ir glaciāli deformēti un pārbīdīti. Atrautēni biezumā no 39 līdz 57 m sastāv pārsvarā no oolītiska smilšakmens, aleirolīta un karbonātskiem māliem. No paguļošā vidējā Oksfordas pasāva to atdala amonītu zona. Kimeridžas stāva nogulumu Baltijas valstu teritorijā ir sastopami tikai pie Lietuvas dienvidrietumu robežas, kas saistāms ar tā laika jūras regresiju. Visu augšējās juras Kimeridžas stāvu reģionāli korelē ar Taravas svītu, taču Baltijas valstīs konstatēti tikai apakšējais pastāvs. Raksturīgie nogulumu – smilšakmens, aleirītisks argilīts un māli - atrodami tikai urbumos Lietuvas rietumos 12,6 m biezumā. Svītas augšdaļa erodēta agrā krīta jūras

transgresijas etapā. Augšējās juras Titonas stāvs noslēdz mezozoja vidusposma ģeoloģisko griezumā. Baltijas valstu teritorijā šo stāvu pārstāv tikai Girdavas svītas izolēti nogulumu laukumi Lietuvas dienvidrietumos, kas 23 m biezumā sastāv no karbonātiska aleirolīta, aleirītiem, māliem un mergeļa (Paškevičius 1997).

### 1.2.2. Juras nogulumu sastāvs un izplatība Latvijā

Latvijas teritorijā juras nogulumi ir sastopami dienvidrietumos izolētu laukumu veidā, pārklājot triasa, perma un devona nogulumus. Juras sistēmas augšdaļa iezīmē ilgu pārtraukumu Latvijas teritorijas ģeoloģiskajā griezumā, kas radies, pateicoties ledāja erozijai. Virs juras, kā pēdējiem mezozoja ēras nogulumiem, uzguļ kvartāra nogulumu sega, taču tajā tāpat sastopami juras atrauteņi. Juras nogulumu slāņkopa konstatēta līdz 30 m dziļumam un ir līdz 25 m bieza (Brangulis et al. 1998; Liepiņš 1961).

Juras sistēmas nogulumi Latvijas teritorijā (1.1. attēls) sākas ar vidējās juras Kelovejas stāva Papiles svītu, kas atbilst apakšējam Kelovejas pastāvam. Šajos nogulumos sastopamas kvarca smiltis ar brūnogļu piejaukumu, dažviet māla kārtām, ir atrastas sporu, putekšņu un kailsēkļu atliekas. Nogulumi ir pārstāvēti dabiskos atsegumos Dzeldas un Šķērveļa krastos, kur vislielākais atsegums ir Zoslēnu rags (Brangulis et al. 1998; Lukševičs 2018). Kelovejas vidējo un augšējo pastāvu veido smilšakmeņi un māli ar karbonātu konkrēcijām un oglēm. Nogulumos sastopamas daudzas jūras dzīvnieku fosilās atliekas. Vienīgie augšējās juras nogulumi, kuri pieder Oksfordas stāvam un nav daļa no atrauteņa, ir sastopami urbemos pie Rucavas un



1.1. attēls. Juras nogulumiežu iedalījums, iežu sastāvs un organismu atlieku izplatība Latvijā (Lukševičs 2018).

Sikšņiem. Nogulumi sastāv no karbonātiskiem aleirītiem un tajos sastopamas jūras dzīvnieku fosilijas (Lukševičs 2018).

### 1.2.3. Siliciklastisko un oglaino nogulumu veidošanās procesi

Iežu sastāvs un uzbūve ļauj spriest par procesiem, kas notikuši nogulumu veidošanās un uzkrāšanās gaitā, un par vidi, kurā šie procesi notikuši. Nogulumiežu esamība pati par sevi norāda, ka ir noticis sedimentu pienesums, notikusi to apstrāde, kā arī bijusi vieta, kur tiem nogulsnēties. Uzkrātā terīgēnā materiāla apjomu un sastāvu ietekmē klimats, baseina ūdens mineralizācija, tektonika un cilmiežu uzbūve un sastāvs. Biogēno nogulumu apjomu un sastāvu ietekmē galvenokārt floras un faunas raksturs un produktivitāte. Savukārt to nosaka temperatūra, ūdens mineralizācija un apgaismojums (Reading 1996).

Siliciklastiskie nogulumieži, tai skaitā smilšakmeņi un smiltis, pārsvarā sastāv no erodētu magmatisko, metamorfo un nogulumiežu daļiņām jeb graudiem, kas lielākoties ir atsevišķi minerālu kristāli. Šis materiāls galvenokārt tiek transportēts no kalnu reģioniem, taču var būt arī pārnesti no zemieņu un piekrastu apvidiem. Smilšakmeņi veidojas fluviālajās vidēs, tuksnešos, ezeros, deltās, piekrastēs, seklos šelfos un glaciālajās vidēs. Šo nogulumu svarīgākās pazīmes ir tekstūra un struktūra, kas izveidojas sedimentācijas procesu laikā, taču var būt ietekmētas arī pēcsedimentācijas posmā. Tekstūras ļauj noteikt, piemēram, paleostraumju plūsmas virzienus, sniedzot svarīgu informāciju par paleoģeogrāfiskajiem apstākļiem. Pēcsedimentācijas izmaiņas pārsedzošās slāņkopas spiediena un temperatūras pieauguma dēļ tiek izraisītas fizikālas un ķīmiskas pārmaiņas nogulumos. Nogulumu sablīvēšanās samazina porainību, izraisa minerālu šķīšanu, kristalizāciju un citus procesus. Liela ietekme ir arī cauri migrējošo ūdeņu sastāvam. Vistipiskākais smilšakmeņu un smilšu minerāls ir kvarcs, kas vidēji veido 65-100% no šo nogulumiežu minerālā satura. Tam seko laukšpati, mālu minerāli, vizlas un smagie minerāli (Tucker 2001).

Brūnogleš ir organiskas izcelsmes nogulumiežis. Organismiem atmirstot, lielākā daļa organiskā materiāla sadalās skābekļa klātbūtnē, un tie pārvēršas par ogļskābo gāzi un ūdeni, praktiski nesaglabājoties ģeoloģiskajā griezumā. Taču, ja vidē ir skābekļa trūkums, tad var izveidoties stabili organiskie savienojumi, kas saglabājas iežos. Šādi apstākļi var veidoties vecupēs, purvos, slāņotos jūras baseinos un citās vidēs. Mīkstās brūnogleš jeb lignīts pieder pie humusogļu grupas - tās veidojas, uzkrājoties organiskajam materiālam *in situ*. Brūnoglēs ir labi saskatāmas augu atliekas un šūnu strukturālā uzbūve (Tucker 2001).

Oglēs mēdz būt dažādi neorganiskie minerāli – kvarca graudi, mālu minerāli (bieži - kaolinīts) un smagie minerāli (piemēram, pirīts, siderīts) (Tucker 2001). Sēra saturu oglēs var

korelēt ar pārsedzošo marīno nogulumu slāni: jo lielāka bijusi jūras ūdens ietekme uz ogļainajiem nogulumiem pēcsedimentācijas apstākļos, jo augstāks sēra saturs (McCabe 1984).

### **1.3. Juras smiltis Baltijas valstīs**

#### **1.3.1. Juras smilšaino nogulumu pētījumu vēsture Latvijā un Lietuvā**

Pirmie juras smilšu pētījumi Baltijas valstīs tika veikti 19. gs. pirmajā pusē, taču īpaši var izcelt tieši daudzus darbus Lietuvas teritorijā, kas kļuva par ģeoloģijas klasiku Eiropā. Tas ir skaidrojams ar ģeoloģiski vērtīgajiem atsegumiem pie Papiles (Paškevičius 1997). Latvijas teritorijā veikto pētījumu rezultāti apkopoti zinātniskā rakstā (Stinkulis 2017). Nopietni pētījumi Latvijas teritorijā sākās 20. gs. trīsdesmitajos gados, kad, pēc Zemes bagātību pētīšanas komitejas norīkojuma, pētnieks J. Eiduks veica plašus kvarca smilšu atradņu apzināšanas darbus visā Latvijas teritorijā. Vistīrākās kvarca smiltis konstatētas pie Nīkrāces dzirnavām Dzeldas upes krastā. Analīžu dati tajās uzrādījuši 0,04%  $Fe_2O_3$  un 0,01%  $TiO_2$  (Eiduks 1937; Liepiņš 1961).

20.gs. četrdesmito gadu beigās un piecdesmito gadu pirmajā pusē ģeologs M. Žukovs pētījis juras smiltis Rudbāržu apkārtnē, lai izvērtētu to derību kā veidņu smiltīm. Šajā pētījumā kvarca smiltīm konstatēti piejaukumi 0,14-0,31%  $Fe_2O_3$  un 0,63-2,10%  $TiO_2$  (Liepiņš 1961).

Nedaudz vēlāk 1959. gadā tika uzsākti pirmie sistemātiskie pētījumi, lai noteiktu Latvijas teritorijā esošo kvarca smilšu derību stiklrūpniecībā. To ietvaros tomēr secināts, ka neviens rajons nav atbilstošs izvirzītajām prasībām (Liepiņš 1961).

Par pētījumiem Lietuvas teritorijā literatūrā lielāks uzsvars ir uz tiem, kas veikti tieši zinātniskiem mērķiem, aprakstot nozīmīgajos atsegumos un urbumu serdēs konstatēto faunu un floru, un risinot stāvu korelācijas problēmas (Paškevičius 1997).

Latvijā 21. gs. sākumā Dzeldas apkārtnē tika veikti vairāki pētījumi, lai izprastu juras smilšaino nogulumu sedimentācijas apstākļus. 2000. gadā bakalaura noslēguma darba ietvaros Z. Tamanis sagatavoja Zoslēnu ragā atsegtās Papiles svītas nogulumu ģeoloģisko griezumu un veica granulometrisko analīzi (Tamanis 2000). 2006. gadā I. Sevastjanova un K. Tovmasjana veica Papiles svītas smilšaino nogulumu sastāva un fāciju analīzi (Sevastjanova, Tovmasjana 2006). 2012. gadā J. Vībāns un līdzautori pētīja Zoslēnu raga atsegumu, izveidojot ģeoloģisko griezumu un veicot granulometrisko analīzi. Tāpat arī 2014. gadā A. Daugulis maģistra noslēguma darba ietvaros veidoja Papiles svītas ģeoloģisko griezumu un veica granulometrisko analīzi.

21. gs. Latvijas teritorijas juras kvarca smilšu atradnēs ir veikti komerciālu mērķu pētījumi. 2011. gadā AS "Valmieras stikla šķiedra" un Rīgas Tehniskā universitāte noteica

atradnes “Skudras” kvarca smilšu piemērotību stikla rūpniecībai, bet 2012. gadā tika veikts līdzīgs pētījums, taču izmantojot bagātināšanas metodes. Arī atradnē “Zīles” 2014. gadā tika veikti šādi pētījumi, kur secināja, ka kvarca saturs ir ļoti līdzīgs. 2018. gadā šie paši autori atgriezās “Skudru” atradnē, kur atkārtoja pētījumus ar smilšu bagātināšanas metodēm (Sētiņa et al. 2011, 2012, 2014, 2018).

### **1.3.2. Līdzšinējie dati par juras smilšu veidošanās apstākļiem Baltijas valstīs**

Smilšainie nogulumi ir veidojušies visos Juras periodos, taču ne viscaur griezumam. Agrajā jurā un vidējās juras sākumposmā smiltis izgulsnējušās pārsvarā kopā ar māliem kontinentālos apstākļos, taču vidējās juras beigu posmā mainījušies apstākļi un nogulumi uzkrājušies marīnajos baseinos (Paškevičius 1997).

Visu iepriekšējo interpretāciju autori, balstoties uz upju krastu atsegumiem, par Latvijas teritorijas vidējās juras nogulumiem ir bijuši vienisprātis, ka smilšainie nogulumi veidojušies kontinentālos apstākļos piekrastē. Par to liecina atsegumos novērojamās formas, kas raksturīgas upju gultnēm, kā arī marīno dzīvnieku fosiliju trūkums (Brangulis et al. 1998). Pēc izvērsta faciālās analīzes secināts, ka Papiles svītas nogulumiem raksturīga fluviāla sedimentācijas vide, ar tai raksturīgajām formām – fluviālo gultņu zemūdens grēdām, sērēm un palienēm. Turklāt, šīs formas varētu būt veidojušās meandrējošas upes (Sevastjanova, Tovmasjana 2006). Arī nākošie pētījumi apstiprinājuši to, ka Latvijas teritorijas juras smilšainie nogulumi veidojušies meandrējošu upju apstākļos (Vībāns et al. 2013; Daugulis 2014). Tomēr Vībana u.c. autoru veiktajā pētījumā konstatētas arī periodisku plūdmaiņu ietekmes pazīmes, piemēram, kāpjošais ripsnojums (Vībāns et al. 2013).

### **1.3.3. Kvarca smilšu praktiskās izmantošanas iespējas**

Latvijas teritorijā iegūstamās juras kvarca smiltis var izmantot galvenokārt stikla rūpniecībā, lai veidotu dažādus stikla izstrādājumus, un metalurģijā, kur smiltis nepieciešamas veidņu izgatavošanā. Vēl tās iespējams pielietot ūdens attīrīšanas filtros, kā arī būvniecībā. To, kādu stikla izstrādājumu var ražot no attiecīgajām kvarca smiltīm, nosaka kvarca saturs un piemaisījumu daudzums un veids. Stikla taru un metāla veidnes var izgatavot no Latvijas juras smiltīm bez īpašas apstrādes, taču optiskā, tehniskā un citu specializētu stikla produktu ražošanai būtu nepieciešama bagātināšana. Pagaidām Latvijas juras smiltis nevarētu ekonomiski izmantot saules paneļu ražošanā pat ar to bagātināšanu, jo šādiem izstrādājumiem nepieciešamas smiltis ar 99,9999% SiO<sub>2</sub> saturu (Stinkule, Stinkulis 2017).

#### 1.3.4. Juras kvarca smilšu atradnes

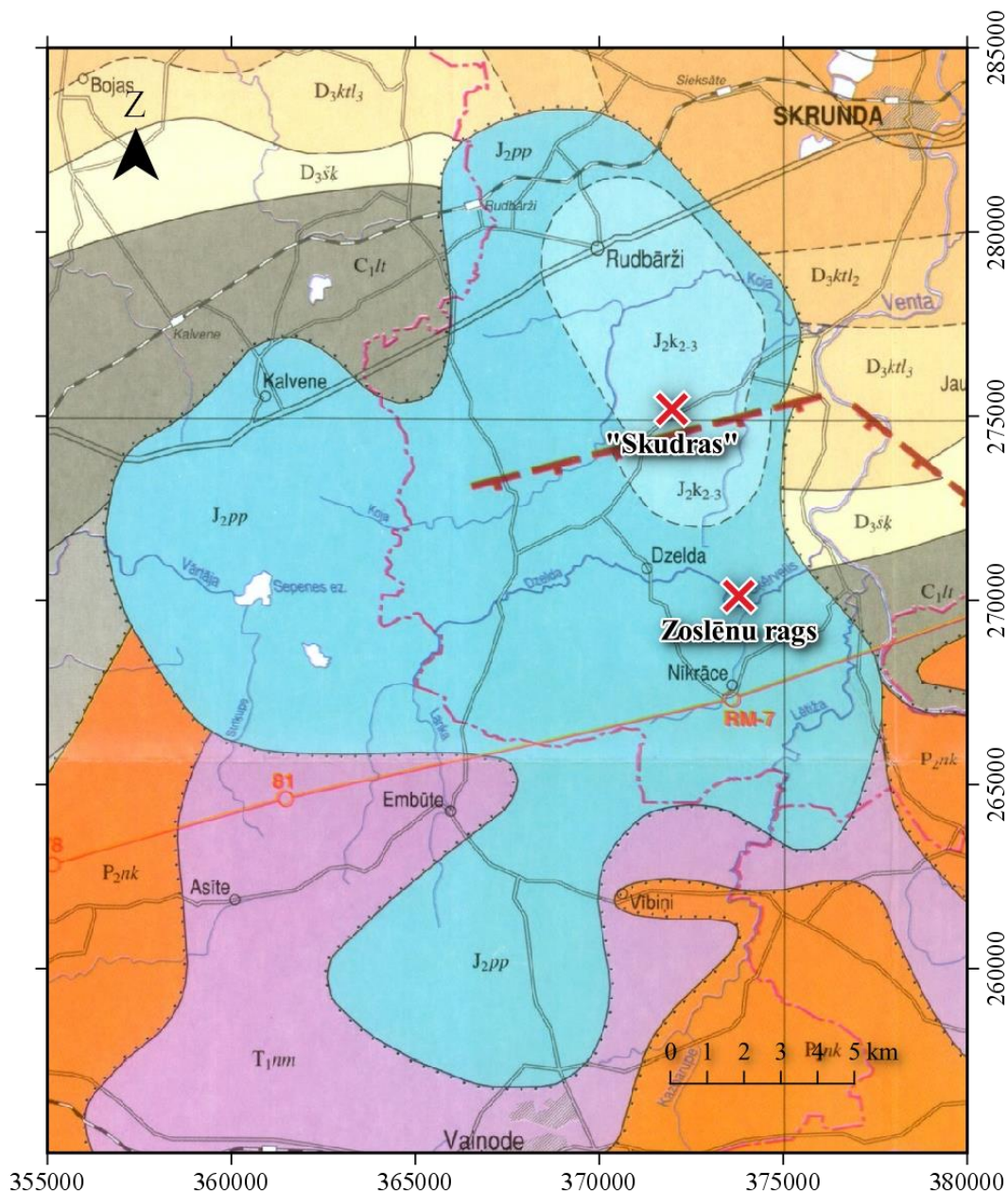
Perspektīvākā kvarca smilšu atradne “Skudras” atrodas Skrundas novada Nīkrāces pagastā. Tā atklāta plašos kvarca smilšu meklēšanas darbos 20.gs. piecdesmito gadu beigās, balstoties uz urbumiem (Stinkule, Stinkulis 2017). Pēc 2005. gada datiem tās krājumi ir 2572 tūkstoši m<sup>3</sup> un platība ir 30,1 ha, iestiepjoties 6 zemes gabalos. Atradnes teritorijā pie P116 šosejas 48. kilometru stabiņa izveidots smilšu ieguves karjers.

2001. gadā tika veiktas izpētes divās potenciālās smilšu atradnēs – “Pīlādži” un “Zīles”. “Pīlādžu” atradne atrodas starp “Skudrām” un “Zīlēm” (Sētiņa et al. 2014; Stinkule, Stinkulis 2017)

Literatūrā var atrast norādes uz citām atradnēm šajā pašā reģionā, kā piemēram “Pulvernīeku” un “Rudbāržu” atradnes, taču par tām nav sīkāka informācija (Vides un reģionālās... 1999).

## 2. PĒTĀMĀS TERITORIJAS RAKSTUROJUMS

Pētāmā teritoija - kvarca smilšu atradne "Skudras" - atrodas Rietumkursas augstienē, Embūtes pauguraines ziemeļaustrumu stūrī uz robežas ar Bandavas pauguraini un Pieventas līdzenumu. Administratīvi teritorija ietilpst Skrundas novada Nīkrāces pagastā. Ģeoloģiski izpētes teritorijas juras nogulumi ietilpst Papiles svītā (2.1. attēls).



2.1. attēls. Juras nogulumu izplatība Rudbāržu un Dzeldas apkārtnē; pētāmās teritorijas - "Skudru" atradnes -, kā arī citas tuvākās juras nogulumu sedimentoloģiskās izpētes vietas - Zoslēnu raga - atrašanās vietas attēlotas ar sarkanu "X". Kartes sagatavošanā izmantota: LVĢD pirmkvartāra karte mērogā 1:200 000:

D<sub>3</sub>ktl<sub>2-3</sub> – augšējais devons, Ketleru svīta, D<sub>3</sub>šķ – augšējais devons, Šķerveļa svīta; C<sub>1</sub>lt – apakšējais karbons, Lētiņas svīta; P<sub>2</sub>nk – perms, Naujoji Akmenes svīta; J<sub>2</sub>pp – vidējā jura, apakšējais Kelovejas pastāvs, Papiles svīta; J<sub>2</sub>k<sub>2-3</sub> – vidējā jura, vidējais-augšējais Kelovejas pastāvs; ar violetu krāsu norādīts apakšējais triass, Nemunas svīta.

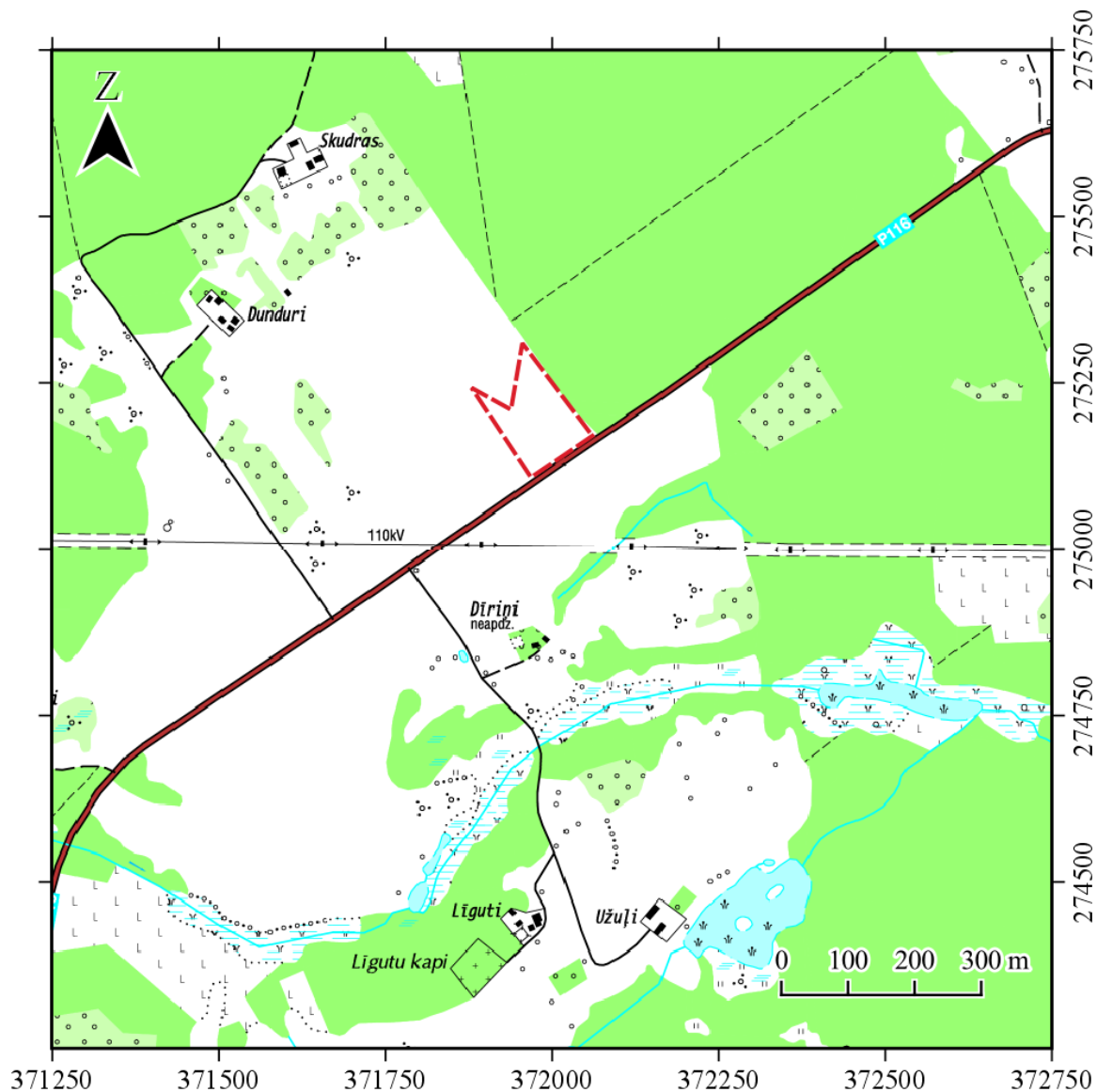


Pētāmās teritorijas atrašanās vietas taisnleņķa koordinātas LKS-92 sistēmā:

- x(N): 275211 m, y(E): 371971 m

Pētāmās teritorijas atrašanās vietas ģeogrāfiskās koordinātas WGS84 (DMS) sistēmā:

- 56° 36' 13" N, 21° 54' 51" E



2.3. attēls. Pētāmās teritorijas – “Skudru” atradnes – atrašanās vieta (attēlota ar sarkanu, pārtrauktu līniju). TOPO 10K topogrāfiskā karte mērogā 1:10 000 (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2011).

### 3. MATERIĀLI UN METODES

Šajā nodaļā tiek apskatīti bakalaura darbā izmantotie materiāli un metodes, kā arī pieminēts un uzskaitīts iepriekš paveiktais kursa darba (Brants 2019) ietvaros. Kursa darbā iegūtie dati un rezultāti tika apvienoti ar šī darba rezultātiem, un tālāk analizēti kā viens datu kopums.

#### 3.1. Literatūras apskate

Bakalaura darba teorētiskajam pamatojumam tika izmantots 41 publicētais materiāls – 9 grāmatas, 7 grāmatu nodaļas, 23 žurnālu raksti, 2 konferenču ziņojumi -, 3 npublicētie materiāli (studentu noslēguma darbi), 1 normatīvais akts, 3 kartogrāfiskie materiāli, kā arī 1 elektroniskais resurss.

#### 3.2. Lauka darbi

Kursa darba ietvaros lauka darbi tika veikti 2017. un 2018. gadā. Pirmajos lauka darbos tika apsekots “Skudru” karjers, izveidots 1 ģeoloģiskais griezum - “Skudras-1”, ievākti 16 paraugi, veikti 16 slīpslāņojumu un 18 virsmu mērījumi ar kompasu, kā arī veikta atseguma sienas atrašanās vietas fiksēšana ar GNSS iekārtu. Otrajos lauka darbos tika izveidoti 2 ģeoloģiskie griezumi – “Skudras-2” un “Skudras-3”, ievākti 14 paraugi, veikti 11 slīpslāņojumu un 13 virsmu mērījumi ar kompasu, un atsegumu atrašanās vietas fiksēšana ar GNSS iekārtu. Visi paraugi ar masu no 100 līdz 400 g tika iegūti ar vadziņas metodi (Brants 2019).

Bakalaura darba ietvaros lauka darbi tika veikti 2020. gadā, kad pēc karjera padziļināšanas darbiem bija iespējams piekļūt hipsometriski vēl zemāk esošiem nogulumiem (3.1. attēls). Lauka darbu laikā tika izveidots 1 ģeoloģiskais griezum – “Skudras-4”, ievākti 17 paraugi, veikti veikti 12 slīpslāņojumu, 15 virsmu un 6 pretstraumes kāpjošā ripsnojuma mērījumi ar kompasu. Visi paraugi ar masu no 100 līdz 400 g tika iegūti ar vadziņas metodi.

Topogrāfiski augstākais ir “Skudras-3” atsegums (8. pielikums), kura augšdaļa atrodas aptuveni 0,7 m no kvartārsegas apakšējās robežas. Zem tā secībā uz leju ir “Skudras-2” (7. pielikums), “Skudras-1” (6. pielikums) un “Skudras-4” (9. pielikums). Starp atsegumu “Skudras-1” un “Skudras-4” griezumiem ir aptuveni 0,3 m iztrūkums. Apvienotais atsegumu griezum sasniedz aptuveni 6,3 m augstumu (15. pielikums).



3.1. attēls. Aptuvens “Skudru” atradnes atsegumu telpiskais izvietojums panorāmas attēlā. Attēlotie griezumziņi nav mērogā.

### 3.3. Laboratorijas darbi

Kopumā 47 iegūtie paraugi tika analizēti LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Hidroģeoloģijas un Inženierģeoloģijas laboratorijā. Kurša darbā iegūtie paraugi tika analizēti 2018. gadā, bet bakalaura darba gaitā iegūtie – 2020. gadā. Granulometrijas analīzei izmantota sijašanas iekārta “Retsch AS 200” un sieti ar acu izmēriem: 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 un 1000  $\mu\text{m}$ .

Ievāktie paraugi vispirms tika izžāvēti, tad kvartēti, lai parauga svars iekļautos robežās no 100 līdz 200 g, un pēc tam tie tika sijāti. Paraugiem, kuriem sijašanas laikā tika atklāti māla saveltņi, tika veikta arī skalošana, rūpīgi piefiksējot noskalotā materiāla svaru. Šie paraugi tad vēlreiz tika žāvēti un sijāti. Sijašana notika 15 minūtes ar iekārtai iestādītu relatīvo vibrācijas amplitūdu “6”. Ņemot vērā lielo sietu daudzumu, tie tika sadalīti un sijašana tika veikta divās kārtās – vispirms ar 1000 līdz 250  $\mu\text{m}$  sietiem, bet pēc tam ar 200 līdz 63  $\mu\text{m}$  sietiem. Pēc sijašanas tika piefiksēts katra sietā atlikums. Rūpīgi tika sekots līdz sietu piesārņojumam – sieti, kuru acīs bija iesprūduši daudz graudiņu, tika skaloti ultraskaņas vannā atbilstoši ražotāja norādījumiem.

#### 3.3.1. Ģeoloģisko griezumziņu zīmēšana

Lauka apstākļos visi ģeoloģiskie griezumziņi tika zīmēti uz milimetru papīra, lai nodrošinātu augstāku precizitāti un atvieglotu pēcstrādi. Vēlāk šie griezumziņi tika ieskenēti un pārzīmēti datorvidē datorprogrammā “Inkscape 0.92” vektorgrafikas formātā. Paleostraumju virzienu rozes diagrammas tika veidotas, izmantojot datorprogrammu “Stereonet v10.0”.

### **3.3.2. Granulometriskā analīze**

Granulometriskās analīzes sākumposmā iegūtie dati tika ievadīti datorprogrammā “MS Excel” un apstrādāti ar “GRADISTAT v8” datorprogrammu, kas pēc Folka-Varda metodes aprēķināja šķirotības koeficienta, vidējā grauda izmēra (mediānas), asimetrijas un ekscesa vērtības. Paraugu frakciju izdalīšanai tika pielietota Adena-Ventvorta drupiežu klasifikācija.

### **3.3.3. Fāciju analīze**

Pēc visu, kursa darba un bakalaura darba ietvaros, iegūto datu apkopojuma un apstrādes, tika veikta fāciju analīze. Tās mērķis ir konstatēto nogulumu iedalīšana un apvienošana idealizētos modeļos, kuri raksturotu pašu sedimentācijas procesu. Pēc tam fācijas var apvienot grupās jeb fāciju asociācijās, kas raksturo nogulumu uzkrāšanas vidi. Šajā darbā tika izdalītas 9 fācijas, kuras tika apvienotas 2 fāciju asociācijās.

## 4. REZULTĀTI

### 4.1. Granulometriskais sastāvs

“Skudru” atradnē tika iegūti 47 paraugi granulometriskajai analīzei (1.-2. pielikums), kas iekļauj gandrīz katru griezumos izdalīto sēriju vai kārtiņu, no kuras bija iespējams iegūt kvalitatīvu materiālu. Analīzes rezultāti uzrāda, ka testētajos paraugos dominē smalka līdz vidēja smilts, ar vidējiem graudu izmēriem (mediāna) no 157,9 līdz 331,8  $\mu\text{m}$ . Šķīrotība lielākoties ir laba, vietām ļoti laba, retāk vidēji laba, bet vienā paraugā – vidēja. Paraugu sadalījuma asimetrijas vidējā vērtība ir +0,129 – tātad vairāk ir paraugu ar dominējošu smalko frakciju.

Hipsometriski viszemāk novietotajā atsegumā “Skudras-4”, ko pārstāv 17 paraugi (5. pielikums), ir novērojama vismainīgākā šķīrotība (no ļoti labas līdz vidējai) un nosacīti smalkākais materiāls (4.1. tabula). Arī ekscesa koeficienta vērtības šajos paraugos uzrāda vislielāko mainību. Nākamajā atsegumā virzienā uz augšu, “Skudras-1” (3. pielikums), ir labāka šķīrotība un nedaudz rupjāks materiāls. Šajā atsegumā šķīrotības vērtības ir arī vienmērīgākas, bet asimetrijas koeficienti – izkliedētāki.

Nākamo divu, hipsometriski vēl augstāk novietoto, atsegumu – “Skudras-2” un “Skudras-3” – granulometriskā analīze (4. pielikums) uzrāda jau ievērojamu graudu izmēru palielināšanos virzienā uz augšu. Tajā pašā laikā “Skudras-2” atseguma paraugi ir ar vissliktāko šķīrotību, bet “Skudras-3” – ar vislabāko. Atsegumā “Skudras-2” izplatītie nogulumu uzrāda arī izteikti atšķirīgu asimetrijas koeficientu vidējo vērtību no visiem atsegumiem.

Kopumā visā “Skudru” atradnes griezumā ir manāma vidējo graudu izmēru palielināšanās virzienā uz augšu. Smilšainā materiāla šķīrotība starp atsegumiem ir mainīga un bez manāmām sakritībām, tādēļ tā tiek analizēta sīkāk nākamajās nodaļās.

Visu "Skudras" atradnes atsegumu paraugu granulometriskās analīzes rādītāju mazāko, vidējo un lielāko vērtību apkopojums stratigrāfiskā secībā

	Vērtības	Vidējais graudu izmērs (μm)	Šķirotība (φ)	Asimetrijas koeficients (φ)	Ekscesa koeficients (φ)
"Skudras-3"	Mazākā	206,2	0,305	0,127	0,888
	Vidējā	256,7	0,391	0,194	1,138
	Lielākā	331,8	0,492	0,239	1,295
"Skudras-2"	Mazākā	193,1	0,373	-0,105	0,894
	Vidējā	240,2	0,459	0,039	1,030
	Lielākā	283,1	0,608	0,173	1,215
"Skudras-1"	Mazākā	187,9	0,313	-0,064	0,997
	Vidējā	227,2	0,401	0,155	1,201
	Lielākā	277,5	0,514	0,337	1,553
"Skudras-4"	Mazākā	157,9	0,305	-0,044	0,920
	Vidējā	226,3	0,433	0,123	1,388
	Lielākā	286,8	0,859	0,307	2,773

Granulometriskās analīzes dati, lai arī noderīgi vispārīgu sakritību papildināšanai, tomēr ir pakļauti pārāk daudz mainīgiem faktoriem, sākot ar laboratorijas iekārtu kvalitāti līdz cilmieža īpatnībām un selektīvu šķirošanu materiāla transportēšanas laikā, lai uz tiem bāzētu interpretācijas par sedimentācijas vidi (Lewis, McConchie 1994). Šajā darbā granulometriskās analīzes rezultāti tiek izmantoti vispārīga ieskata sniegšanai, interpretāciju balstīšanā priekšroku dodot graudu izmēra sadalījuma un šķirotības rādītājiem. Līknes nolieces un ekscesa rādītāju aprēķins ir vairāk domāts datu uzkrāšanai potenciāliem nākotnes juras smilšaino nogulumu pētījumiem, lai gan pat analītiķi uzskata, ka šie rādītāji sedimentoloģijā parasti ir lieki, jo "vēl neviens nav spējis tiem atrast labu pielietojumu" (Lewis, McConchie 1994).

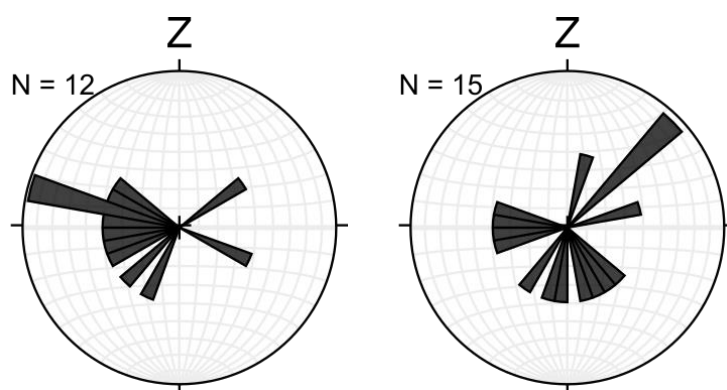
#### 4.2. Paleostraumju virzieni

Mērot sedimentācijas tekstūru krituma leņķus un krituma azimutus, ir iespējams spriest par paleostraumju virzieniem un reljefa formu ģenēzi. Lielākajā daļā gadījumu slīpslāņojuma

tekstūras krituma virziens sakrīt ar ūdenstilpes, galvenokārt upes, ūdens plūsmas virzienu (Nichols 2009). Arī straumju ripsnojuma formu mazo aizstrāumes nogāžu virziens var sakrist ar galveno plūsmas virzienu, taču ir vairāki izņēmumi, piemēram, pretstrāumes kāpjošais ripsnojums (Boersma et al. 1968; Herbert et al. 2015). “Skudru” atradnē ir sastopami vairāki ripsnojuma veidi, kas ir nozīmīgi rādītāji sedimentācijas vides interpretācijai, tādēļ, ja tekstūras bija pietiekami izteiktas, tika mērīti visu ripsnojumu nozīmīgie parametri.

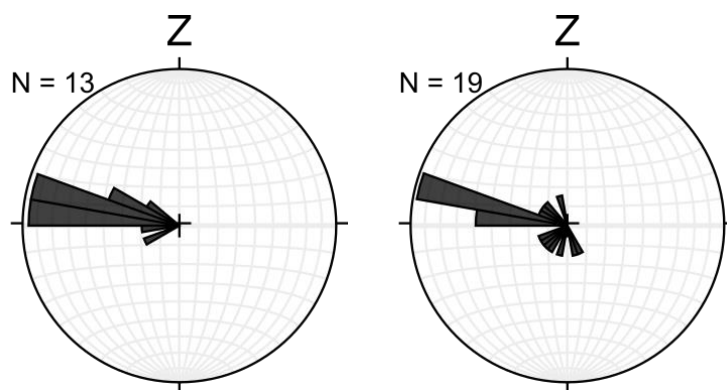
Paleostraumju virzienus var analizēt divos līmeņos – kopējā griezuma ietvaros un katrā griezumā atsevišķi. Apvienojot katra griezuma paleostraumju mērījumus kopējā griezumā (15. pielikums), redzamas nozīmīgas atšķirības slīpslāņojuma un virsmu krituma virzienos.

Apakšējā “Skudras-4” griezuma tekstūras uzrāda lielu virzienu mainību un izkliedētību, jo īpaši virsmas, bet slīpslāņojuma virzieni rozēs diagrammā izvietoti galvenokārt uz DR, R un ZR (4.1. attēls). Vērts pieminēt arī divus slīpslāņojuma mērījumus, kas vienīgi visā kopējā griezumā vērsti aptuveni A virzienā. Slīpslāņojumu un virsmu mērījumi arī savstarpēji ir tikpat haotiski, un šķietami neveido sistemātiskas azimutu sakritības. Vienīgi šī griezuma unikālo tekstūru - pretstrāumes kāpjošā ripsnojuma - virzienos ir novērojama iespējama sakritība: četros no pieciem novērojumiem tie veido 90° starpību ar attiecīgo sēriju slīpslāņojuma krituma virzieniem.



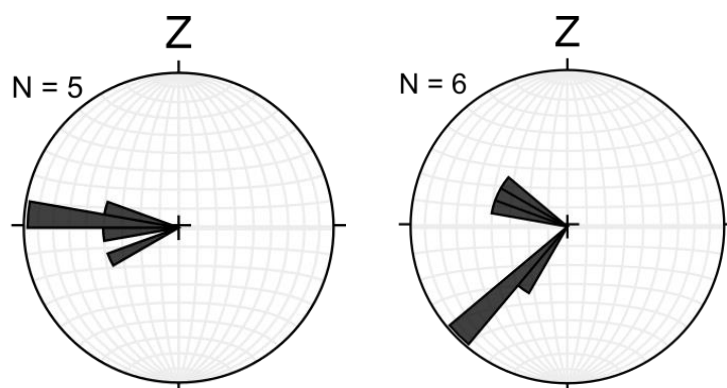
4.1. attēls. Slīpslāņojuma krituma virzieni (pa kreisi) un virsmu krituma virzieni (pa labi) rozēs diagrammās. Atsegums “Skudras-4”.

Nākamais griezums - “Skudras-1” - iezīmē sākumu paleostraumju un virsmu kritumu nostabilizēšanai R virzienā (4.2. attēls). Slīpslāņojuma krituma virziena nostabilizēšanās faktu vēl svarīgāku padara salīdzinoši lielais sēriju daudzums (13) šajā griezumā. Virsmu virzieni rozēs diagrammā uzrāda R virzienu dominēšanu, taču tas ir pateicoties galvenokārt griezuma vidusdaļas virsmām. Apakšdaļā un augšdaļā tomēr virzieni vairāk sliecas uz DR pusi.

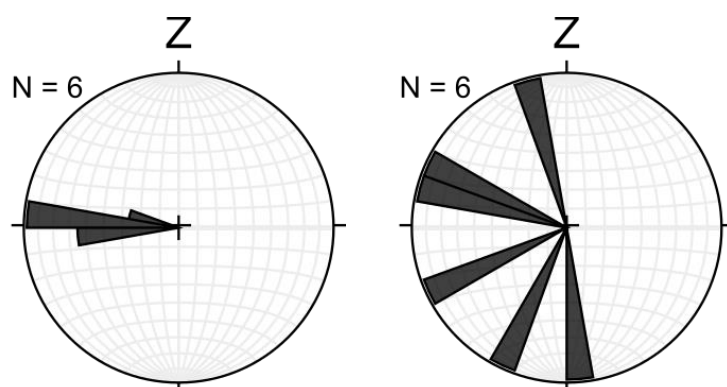


4.2. attēls. Slīpslāņojuma krituma virzieni (pa kreisi) un virsmu krituma virzieni (pa labi) rozēs diagrammās. Atsegums “Skudras-1”.

Analizējot divus augšējos griezumus, jāņem vērā mazais mērījumu skaits katrā no tiem. “Skudras-2” griezumā turpinās R virziena paleostraumju dominēšana, bet virsmu virzienos novērojama sistemātiska novirze: tie sadalās izteiktos DR un ZR virzienos starp augšdaļu un apakšdaļu (4.3. attēls). Arī “Skudras-3” griezumā dati liecina par paleostraumju R virziena saglabāšanos, taču virsmu virzieni uzrāda plašu mainību dienvidu, rietumu un ziemeļu diapazonā (4.4. attēls). “Skudras-2” un “Skudras-3” griezumos kopumā ir novērojama izteikta virsmu krituma virzienu izkliede dienvidu, rietumu un ziemeļu virzienā.



4.3. attēls. Slīpslāņojuma krituma virzieni (pa kreisi) un virsmu krituma virzieni (pa labi) rozēs diagrammās. Atsegums “Skudras-2”.



4.4. attēls. Slīpslāņojuma krituma virzieni (pa kreisi) un virsmu krituma virzieni (pa labi) rozēs diagrammās. Atsegums “Skudras-3”.

### 4.3. Fācijas

Izvērtējot granulometriskās analīzes datus, paleostraumju mērījumus un literatūru, “Skudru” atradnē konstatētie nogulumi tika iedalīti 9 fācijās, lai skaidrotu to veidošanās procesus (4.2. tabula). Fācijas tika apvienotas fāciju asociācijās, par kurām sīkāk tiek rakstīts apakšnodaļā “4.4. Fāciju asociācijas”.

4.2. tabula

“Skudru” atradnes atsegumu griezumos izdalītās fācijas			
Fācija	Kods	Interpretācija	Asociācija
<b>1. fācija:</b> smiltis ar paralēlo slīpslāņojumu	F 1	Veidojusies, migrējot 2D zemūdens grēdām	FA 1, FA2
<b>2. fācija:</b> smiltis ar paralēlo slīpslāņojumu un pretstraumes kāpjošo ripsnojumu	F 2	Veidojusies, migrējot zemūdens grēdām upes kanālā	FA 1
<b>3. fācija:</b> smiltis ar neizteiktu straumju ripsnojumu, slīpslāņojumu un smago minerālu kārtiņu	F 3	Veidojusies, krītošā ūdens līmenī; iespējams, viļņu un/vai vēja ietekme	FA 1, FA2
<b>4. fācija:</b> smiltis ar deformētu slīpslāņojumu	F 4	Veidojusies, migrējot 2D zemūdens grēdai, vēlāk piesātinoties ar ūdeni, un ar pāri plūstot straumei, pārbīdījusies nogulu virsējā kārtā	FA 2
<b>5. fācija:</b> smiltis ar viendabīgu tekstūru	F 5	Veidojusies krītošā ūdens līmenī; iespējams, vēja ietekme un erozija ūdens uzplūdā	FA 2
<b>6. fācija:</b> smiltis ar straumju ripsnojuma slāņojumu	F 6	Veidojusies, migrējot ripsnojuma grēdiņām	FA 1, FA2
<b>7. fācija:</b> smiltis ar straumju ripsnojuma slāņojumu un viļņu ripsnojumu augšdaļā	F 7	Veidojusies, migrējot ripsnojuma grēdiņām un pēc tam izveidojoties stāvošai ūdenstilpei	FA 1
<b>8. fācija:</b> ogļaina kārtiņa	F 8	Veidojusies, uzkrājoties augu atliekām stāvošā ūdenstilpē	FA 1
<b>9. fācija:</b> bazālās smiltis	F 9	Veidojusies kanāla pamatnē	FA 2

## **1. fācija:** smiltis ar paralēlo slīpslāņojumu.

Šī fācija ir visizplatītākā “Skudru” atradnē. Galvenokārt raksturīgas garas, plašas un samērā lēzenas sērijas (10. pielikums) ar paralēlo slīpslāņojumu. Sēriju biezums mainās no 5 līdz 45 cm, slīpslāņojuma krituma virzieni mainās no DR līdz ZR, bet sēriju virsmu virzieni – no D līdz Z. Sastāv no vidēji labi līdz ļoti labi šķirotas, smalkas līdz vidējas smilts. Dažviet ir ar paaugstinātu oļainu organisko vielu daudzumu slīpslāņojuma sērijas ietvaros. Ļoti bieži mijas ar 5. fāciju.

*Interpretācija:* veidojusies, migrējot 2D zemūdens grēdām upes kanālos. Ja sērijā ir iekļauts paaugstināts organisko vielu daudzums, tad grēda varētu būt virzījies pāri apaugušai sērei vai palienei.

“Skudras-4” atsegumā šī fācija ir tikai atseguma apakšdaļā (14. pielikums), kur ticams virsmu mērījums bija iespējams tikai vienā gadījumā. Šīs virsmas krituma virziens aptuveni sakrīt ar slīpslāņojuma krituma virzienu, tādēļ sērija varētu būt veidojusies zemūdens grēdas migrācijā upes gultnē, taču ne pie krasta.

“Skudras-1” atsegumā šī fācija dominē (11. pielikums). Regulāri ir manāma mija ar 5. fāciju, kā arī to mēdz pārsegt 3. fācijas nogulumu. Paleostraumju un sēriju virsmu krituma virziena mērījumi uzrāda lielu mainību, kas varētu liecināt par to veidošanos sarežģītākas morfoloģijas upēs. Piemēram, atseguma apakšdaļā slīpslāņojuma un virsmu krituma azimutu starpība sasniedz pat  $90^\circ$ , kas mēdz veidoties piegultnes sērēs, bet virzieni, kas nav paralēli vai perpendikulāri – vidussērēs (Bridge 1993) vai šķērskanāla sērēs (Cant, Walker 1978). Ņemot vērā šī darba apjomu, šo formu precizēšana nebija iespējama. Svarīgi nodalīt divus iespējamus sēru kompleksus, kas novērojami atseguma vidusdaļā un augšdaļā. Abi kompleksi iekļauj sevī arī 5. fāciju un tāpat noslēdzas ar 3. fāciju.

“Skudras-2” atsegumos šī fācija arī dominē un tāpat mijas ar 5. fāciju, bet apakšdaļā to sadala 6. fācija (12. pielikums). Šajā atsegumā tieši saistībā ar šo fāciju ir novērojama nozīmīga sēriju biezumu palielināšanās. Ir vērts atsevišķi izdalīt atseguma augšdaļu, kur novērojama pēkšņu virsmu krituma virzienu izmaiņa, kas sākas ar plānām sērijām, turpinās ar vienu biezu sēriju un noslēdzas ar 5. fācijas kārtiņu. Kopumā šajā atsegumā 1. fācijas sērijas slīpslāņojumi saglabā stabili R virzienu, izņemot vienu (ar parauga nr. 21), kas pēkšņi pavēršas pret DR. Iespējams, tas norāda uz grēdas apliekšanos ap vidussēri (Cant, Walker 1978).

“Skudras-3” atsegumā visas sērijas ir ar paralēlu slīpslāņojumu, tādēļ tiek nodalīta tikai šī fācija (13. pielikums). Vidusdaļā ir novērojamas reaktivācijas virsmas, kas liecina par upes ūdens līmeņa izmaiņām (Herbert et al. 2020). Sēriju biezumi un arī virsmu kritumu virzieni ir ļoti mainīgi, kas attiecīgi varētu norādīt uz samērā mainīgu vidi, taču tajā pašā laikā visas smiltis šajā atsegumā ir labi un ļoti labi šķirotas.

**2. fācija:** smiltis ar paralēlo slīpslāņojumu un pretstraumes kāpjošo ripsnojumu.

Šī fācija tiek atsevišķi izdalīta no pirmās, jo paralēlā slīpslāņojuma sērijas apakšdaļā ir novērojams pretstraumes kāpjošais ripsnojums, turklāt fācija sastopama tikai “Skudras-4” atseguma 5 sērijās (14. pielikums). Materiāls tajās ir vidēji labi līdz labi šķirota, smalka līdz vidēja smilts. Paralēlā slīpslāņojuma virzieni galvenokārt ir uz RDR un RZR, neskaitot sērijai ar parauga nr. 33, kurai tas ir uz ZA. Virsmu krituma virzieni 3 no 5 sērijām ir uz ZA (tai skaitā iepriekš pieminētajai sērijai), pārējām divām - D un DA virzienos. Jāpiemin, ka pretstraumes kāpjošais ripsnojums tika fiksēts arī paralēlā slīpslāņojuma sērijā ar parauga nr. 43, taču diemžēl tekstūras neizteiktība neļāva veikt ticamus mērījumus.

*Interpretācija:* fācija veidojusies, migrējot zemūdens grēdām, taču pretstraumes kāpjošais ripsnojums norāda uz citādu apstākļu klātesamību, nekā 1. fācijai. Fācijas aprakstā izceltajai sērijai ar parauga nr. 33 pretstraumes kāpjošais ripsnojums ir vērsts aptuveni pretēji straumei, kas sakrīt ar klasisko modeli par šo tekstūru, kurā ūdens plūsma aizstraumes nogāzē izveido lokālu pretstraumi, kas rada pretī galvenajai straumei vērstu ripsnojumu (Allen 1965). Tātad sērija ir daļa no sēres (angliski “unit bar”), kas pārvietojusies straumes virzienā (Herbert et al. 2015). Savukārt pārējām šīsācijas sērijām pretstraumes kāpjošais ripsnojums ir tikai nosacīti “pretstraumes”, jo ir vērsts gandrīz vai tieši perpendikulāri slīpslāņojuma virzienam. Divos gadījumos (sērijās ar parauga nr. 40 un 41) ripsnojuma virziens ir tieši pretējs virsmas krituma virzienam, tātad abi ir perpendikulāri slīpslāņojuma virzienam. Tas labi sakrīt ar meandrējošas upes piegultnes sērēs novēroto – slīpslāņojums veidojas straumes plūsmas virzienā, bet virsmas kritums ir uz upes pusi. Upes līkums savukārt rada upes asij transversāli jeb uz krastu vērstu zemūdens plūsmu (Einstein 1926) – tieši šī plūsma ir spējīga radīt pretstraumes ripsnojumu (Boersma et al. 1968). Ņemot vērā zināmos virzienus, var izteikt versiju, kaācijas apspriestās sērijas ir daļa no piegultnes sērēm meandrējošas upes labajā (paraugs nr. 40) un kreisajā (paraugs nr. 41) līkumā.

Pārējos divos griezumā intervālos, kur sastopama šī fācija, paleostraumju virzieni ir citādāki, taču, jāņem vērā, ka pretstraumes kāpjošais ripsnojums var veidoties ļoti dažādos apstākļos (Herbert et al. 2015), līdz ar to vairs nebūtu objektīvi veidot šo sēriju interpretāciju. Pretstraumes kāpjošais ripsnojums var norādīt arī uz plūdmaiņu ietekmi, taču gadījumā, ja tas ir izturēts visā sērijas augstumā, nevis tikai tās apakšdaļā (Herbert et al. 2015), kā tas ir šī darba apskatītajos atsegumos.

**3. fācija:** smiltis ar neizteiktu straumju ripsnojumu, slīpslāņojumu un smago minerālu kārtiņu.

Fācija ir nodalīta “Skudras-4” apakšdaļā (14. pielikums) un “Skudras-1” vidusdaļā un augšdaļā (11. pielikums). Visos gadījumos materiāls ir labi šķirota, smalka smiltis. Smago minerālu granulometriskais sastāvs darba ietvaros netika noteikts. Fācijai ir raksturīga neizteiksmīga, haotiska straumju ripsnojuma un slīpslāņojuma mija, kā arī mainīga biezuma (2-10 mm) smago minerālu kārtiņa apakšdaļā. Virsmu krituma mērījumi “Skudras-4” atsegumā uzrāda ZZA, bet “Skudras-1” atsegumā – R un RDR virzienus. Griezumos zem šīs fācijas vienmēr atrodas 1. fācija, bet virs tās – sērijas ar paaugstinātu organisko vielu daudzumu.

*Interpretācija:* haotiskā straumju ripsnojuma un slīpslāņojuma mija norāda uz vides enerģijas mainību. Tā kā zem šīs fācijas vienmēr ir 1. fācija jeb paralēla slīpslāņojuma sērijas, tad var pieņemt, ka laika gaitā ir samazinājusies vides enerģija. Smago minerālu kārtiņas izgulsnēšanās arī var norādīt uz plūsmas ātruma samazināšanos un iespējamu materiāla sakoncentrēšanu viļņu iedarbībā (Collinson et al. 2006), kas varētu liecināt par sērijas atklāšanos virs ūdens un attiecīgi arī sēres augšdaļas izveidošanos. Arī paaugstinātais organisko vielu daudzums sērijās tieši virs šīs fācijas rosina interpretēt to kā sēres augšdaļu, uz kuras varētu būt izskalojies organiskais materiāls.

**4. fācija:** smiltis ar deformētu slīpslāņojumu.

Vienīgā sērija, kas tiek pieskaitīta šai fācijai, ir sastopama “Skudras-1” atseguma pašā augšdaļā (11. pielikums). Sērijai ir raksturīga paraboliska deformācija – sākot ar sērijas otro trešdaļu, slīpslāņojums krasi maina virzienu galvenās straumes plūsmas virzienā. Apakšdaļā ir paaugstināts organikas daudzums. Sērijas biezums ir aptuveni 25 cm, tā sastāv no ļoti labi šķirotas, smalkas smiltis. Ņemot vērā sērijas deformāciju, nebija iespējams iegūt derīgus slīpslāņojuma un virsmu mērījumus, taču slīpslāņojuma krituma aptuvenais virziens ir uz R.

*Interpretācija:* veidošanās notikusi, iespējams, 2D zemūdens grēdai migrējot pāri sērei. Ļoti labā materiāla šķirotība varētu liecināt par sedimentāciju vienmērīgas enerģijas vidē, savukārt tas nozīmē, ka deformācija ir veidojusies pēc sedimentācijas, nevis straujas, dinamiskas plūsmas laikā (Nichols 2009). Apstākļi šādām deformācijām var būt dažādi, taču galvenais process līdzīgs – ir notikusi nogulumu sašķidrināšanās (Allen, Banks 1972). Iemesli, kas izraisa šo sašķidrināšanos, var būt zemestrīces (Allen, Banks 1972), blīva materiāla grēdas izraisīta bīde (Rust 1968) vai citi ar plūsmas sistēmu saistīti mehānismi (Roe, Hermansen 2005). Lai gan pastāv iespējamība par lokālu seismisku notikumu, tomēr “Skudras-1” atseguma gadījumā aizdomas raisa augstāk paguļošā, “Skudras-2” atseguma, pirmās sērijas izteiktais biezums un vājākā šķirotība, kas norāda uz izmaiņām plūsmas režīmā.

**5. fācija:** smiltis ar viendabīgu tekstūru.

Fācija pārstāvēta tikai “Skudras-1” (11. pielikums) un “Skudras-2” (12. pielikums) atsegumos, kur tā izpaužas kā dažus mm līdz 5 cm biezas smilts kārtiņas ar viendabīgu tekstūru. Kārtiņas, no kurām bija iespējams iegūt paraugu granulometriskajai analīzei, sastāv no vidēji labi līdz labi šķirotas, smalkas smilts. Fācija vienmēr atrodas starp 1. fācijas sērijām un sastāv no smalkāka materiāla.

*Interpretācija:* veidojusies, iespējams, krītoša ūdens līmeņa ietekmē izgulsnējoties smalkākam materiālam (Herbert et al. 2020), bet vēlāk, sērijai atsedzoties virs ūdens līmeņa, varētu būt notikusi pārveidošanās vēja ietekmē (Collinson 1970), kā arī erozija nākamajā ūdens uzplūdā. Šīs fācijas atrašanās starp 1. fācijas sērijām norāda uz to saistību, kopā veidojot sēres kompleksu.

**6. fācija:** smiltis ar straumju ripsnojuma slāņojumu.

Šīs fācijas nogulumu sērijas ir sastopamas galvenokārt “Skudras-4” atsegumā (14. pielikums) un vienuviet “Skudras-2” atsegumā (12. pielikums). Fācijā dominē straumju ripsnojums, bet var būt arī paaugstināts organisko vielu daudzums. Sērijas ir 3 līdz 10 cm biezumā un to virsmā ir vērojamas ripsnas (ripsnojuma grēdiņas), kuras nav skārusi erozija. Sastāv no vidēji labi līdz labi šķirotas, smalkas līdz vidējās smilts.

*Interpretācija:* sedimentācija notikusi migrējošās ripsnojuma grēdiņās, straumes ātrumā, kas nav pietiekams slīpslāņojuma izveidei (Collinson et al. 2006). Lai gan straumju ripsnojums var veidoties pat okeāna dzelmē (Nichols 2009), balstoties uz blakus esošajām fācijām, var spriest, ka tas veidojies salīdzinoši seklā ūdenī. Visos gadījumos sērijas augšējās virsmas ripsnas (ripsnojuma grēdiņas) ir ļoti labi saglabājušās, kas liecina par nogulu uzkrāšanās telpas pieejamību (Collinson et al. 2006).

**7. fācija:** smiltis ar straumju ripsnojuma slāņojumu un viļņu ripsnojumu augšdaļā.

Sastopama tikai “Skudras-4” atseguma augšdaļā (14. pielikums). Sastāv no labi šķirotas, smalkas smilts un veido aptuveni 25 cm biezu sēriju. Sērijā dominē straumju ripsnojuma slāņojums. Pastāv iespējamība, ka šis ripsnojums ir kāpjošs, taču tekstūra ir pārāk vienveidīga, lai izšķirtu nianšes. Sērijas pašā augšdaļā, kur ir neliels organisko vielu piejaukums, ir novērojama viena kāpjošā ripsnojuma kārtiņa, taču tas ir deformēts un pārveidots par viļņu ripsnojumu.

*Interpretācija:* sedimentācija galvenokārt notikusi samērā mierīgā plūsmā ar brīvu nogulu telpu un nepārtrauktu materiāla pienesi. Materiāla labā šķirotība un grūti saredzamās struktūras

izmaiņas (graudu izmēri, piejaukumi utml.) neļauj izšķirt precīzu ripsnojuma paveidu, turklāt tekstūru var novērot tikai atseguma sienas nenotūrītājā, dabiski erodētajā vietā. Attiecīgi izmaiņas vides enerģijā varētu būt notikušas tikai sērijas veidošanās beigās. Tajā laikā sākusies arī neliela organisko vielu pieplūde, kad šīs vielas iekļāvušās smiltīs ar kāpjošā ripsnojuma tekstūru. Savukārt, spriežot pēc krasās robežas starp šo un 8. fāciju, materiāla nogulsnēšanās ir samērā strauji beigusies vai arī ir notikusi augšdaļas erozija. Pēc tam sērijas augšdaļas nogulumi ir bijuši pakļauti viļņu darbībai, par ko liecina viļņu ripsnojuma tekstūras izveide. Tātad, varētu būt izveidojusies stāvoša ūdenstilpe, kurā viļņu darbības rezultātā radies atbilstošs ripsnojums (Nichols 2009). Par stāvošas ūdenstilpes izveidi liecina arī organisko vielu kārtiņas (8. fācija) nogulsnēšanās virs šīs fācijas sērijas.

#### **8. fācija:** ogļaini nogulumi.

Šī fācija ir sastopama tikai “Skudras-4” atsegumā (14. pielikums) un ir tieši saistīta ar 7. fāciju. Kārtiņa sastāv tikai galvenokārt no pārogļotu augu atlieku detrīta, kas ir līdz 5 mm garumā, ar atsevišķām <10 mm garām šķiedrām. Granulometriskā analīze šai fācijai netika veikta, tādēļ nav zināms, vai nogulumu sastāvā ir arī smalkās daļiņas. Šī ir ar organiskajām vielām vispiesātinātākā kārtiņa visā šajā darbā pētītajā “Skudru” atradnes griezumā.

*Interpretācija:* veidojusies, stāvošā ūdenstilpē uzkrājoties augu atliekām. Augu atliekas, visdrīzāk, varētu būt ūdenstilpē iekritušas vai ieplūdušas, nevis tur izveidojušās, jo netika konstatētas bioturbācijas pazīmes, kas norādītu uz augu klātbūtni (Herbert et al. 2020).

#### **9. fācija:** bazālās smiltis.

Šī fācija, tāpat kā 7. un 8., ir sastopama tikai “Skudras-4” atsegumā (14. pielikums). Fācijas vienīgā sērija sastāv no vidēji šķīrotas, vidējas smilts ar rupjas smilts un smalko daļiņu piejaukumu, kā arī paaugstinātu organisko vielu saturu. Sērijā ir novērojams strauju ripsnojums, taču iegūt paleostrauju mērījumus nebija iespējams. Virsmu krituma virziens ir vērsts uz R.

*Interpretācija:* smilšu salīdzinoši vājā šķīrotība liek domāt par samērā strauju materiāla pienesumu. Rupjās frakcijas klātbūtne norāda uz samērā lielas enerģijas vidi. Organiskā materiāla klātbūtne, vismaz daļēji, varētu būt radusies no 8. fācijas materiāla ievilkšanas plūstošajā suspensijā. Granulometriskā sastāva atšķirības pret zemāk pagulošajām sērijām norāda uz iespējamu gultnes bazālā materiāla sedimentāciju un attiecīgi – jauna upes kanāla izveidi (Nichols 2009).

#### 4.4. Fāciju asociācijas un vides interpretācijas

Visas 9 izdalītās fācijas tiek iedalītas 2 fāciju asociācijās, balstoties uz fāciju savstarpējo vertikālo nomaiņu un atbilstību vides interpretācijai. Fāciju asociāciju interpretācijas tiek veiktas, pamatojoties uz to raksturojumu un izpētīto literatūru.

##### 1. fāciju asociācija (FA 1): meandrējošas upes sēres un palienes.

Šī fāciju asociācija novērojama “Skudru” atradnes kopējā griezumā (15. pielikums) apakšdaļā, tikai “Skudras-4” atseguma ietvaros. Tās apakšējā robeža nav zināma, taču dokumentētajos griezumos tā tiek uzskaitīta no kopējā griezumā sākuma. Apakšējās slīpslāņojuma sērijas biezums, kā arī erozijas virsma starp to un nākamo sēriju, gan rosina domāt, ka virzienā uz leju varētu atklāties citādākā vidē uzkrājušies nogulumi, taču to izpētei ir nepieciešami papildu darbi. Par fāciju asociācijas augšējo robežu tiek uzskatīta 8. fācijas augšdaļa, bet 9. fācija jau pārstāv 2. fāciju asociāciju.

1. fāciju asociācijai raksturīga izteikta vertikālā mainība – bieži mainās pārstāvētās fācijas un tātad arī tekstūras un nogulumu granulometriskais sastāvs. Slīpslāņojuma un slāņu virzieni uzrāda vislielāko izkliedi, salīdzinot ar citām pētītā griezumā daļām, tomēr paleostraumes plūdušas aptuvenā R virzienā, ar 2 izņēmumiem, kad ūdens plūsma virzījies pretējā virzienā. Nosacīta sakarība paleostraumju virzienos ir novērojama virzienā no apakšas uz augšu – šķiet, ka plūsmas laika gaitā kopumā pakāpeniski virzījās no DR uz ZR.

Tikai šajā fāciju asociācijā ir konstatēts izteikts pretstraumes kāpjošais ripsnojums (2. fācija), kā arī 5 no 7 kopumā fiksēto smago minerālu kārtiņām. Lai gan dominē mainīga biezuma slīpslāņojuma sērijas (1. un 2. fācija), šajā fāciju asociācijā biežāk ir novērojams straumju ripsnojums (3., 6. un 7. fācija) it īpaši virzienā uz augšu. Straumju ripsnojuma virsmas ir ļoti labi saglabājušās, arī tās ir sastopamas vairāk virzienā uz augšu. Organisko vielu piejaukums sērijās nav manāmi lielāks kā 2. fāciju asociācijā, taču 1. fāciju asociācijā tas divās vietās ir koncentrēts plānās kārtiņās (8. fācija), nevis tikai izkliedēts slīpslāņojuma sēriju ietvaros.

*Interpretācija:* sedimentācija mainīgas enerģijas vidē ar plašu paleostraumju un slāņu virsmu krituma izkliedi, pretstraumes kāpjošā ripsnojuma tekstūras, kas perpendikulāras straumes virzienam, kā arī organisko vielu kārtiņas rosina domāt, ka nogulumi uzkrājušies meandrējošas upes sērēs un palienēs (Boersma et al. 1968; Jackson II 1976). Ļoti labi saglabātās ripsnas (ripsnojuma grēdiņas) un 7. fācijas straumju ripsnojuma sērija norāda uz nogulu uzkrāšanās telpas (*accommodation space*) pieejamību (Nichols 2009), savukārt brīva nogulu uzkrāšanās telpa parasti tiek asociēta ar jūras līmeņa celšanos (Muto, Steel 2000). Kā iepriekš

minēts šīs fāciju asociācijas aprakstā, labi saglabājušās straumju ripsnojuma formas parādās biežāk virzienā uz augšu. Tātad pastāv iespējamība, ka 1. fāciju asociācija norāda arī uz transgresiju, taču tam ir nepieciešami daudz pārliecinošāki pierādījumi, kas ir ārpus šī pētījuma iespējām.

Fāciju asociācijas augšējā robeža sakrīt ar stāvošas ūdenstilpes izveidošanos un tās aizpildīšanos ar organiskām vielām (7. un 8. fācija). Šo procesu var uzskatīt kā zīmīgu nobeigumu ļoti mainīgajai fāciju asociācijas videi, tādēļ tas šķiet piemērots abu asociāciju nodalīšanai pētītajā griezumā.

## **2. fāciju asociācija (FA 2): sēres zarotā upē.**

Šīs fāciju asociācijas nogulumi veido lielāko daļu “Skudru” atradnes griezuma (15. pielikums) un ir pārstāvēti visos atsegumos. Apakšējo robežu iezīmē 9. fācija, bet augšējā tiek pieņemta kā kopējā griezuma pati augšdaļa, lai gan patiesā robeža šajā darbā, iespējams, nav tikusi novērota.

2. fāciju asociācija iezīmē paleostraumju R virziena nostabilizēšanos, turklāt izkliede ir salīdzinoši minimāla. “Skudras-1” atseguma apakšdaļā vēl novērojama slāņu virsmu krituma izkliede un sēriju biezuma mainība, taču augstāk jau redzama gultnes reljefa formu nostabilizēšanās. Fāciju asociācijā izteikti dominē sērijas ar paralēlo slīpslāņojumu (1. fācija), kas kopskatā ir lēzenas un var pārsniegt desmit metru garumu (10. pielikums). Sērijas bieži mijas ar viendabīgas tekstūras kārtiņām (5. fācija), kā arī divās vietās atkārtojas haotiska ripsnojuma sērijas ar smago minerālu kārtiņām (3. fācija) - ir nojaušams ritmiskums. Sākot ar deformēto slīpslāņojuma sēriju “Skudras-1” atsegumā (4. fācija), strauji palielinās sēriju biezums un pieaug vidējas smilts proporcija. Starp šīm sērijām novērojamas kārtiņas ar viendabīgu tekstūru un viena ripsnojuma sērija (6. fācija). “Skudras-2” atseguma augšdaļā šī biezo sēriju un viendabīgo kārtiņu mija tiek pārtraukta un, sākot ar “Skudras-3” atsegumu, dominē tikai samērā labi šķirotas smilts slīpslāņojuma sērijas (1. fācija). Šo sēriju virsmu krituma virzieni plaši mainās D, R un Z virzienos. Otro fāciju asociāciju un “Skudru” atradnes griezumu noslēdz ļoti labi šķirotas, vidējas smilts slīpslāņojuma sērija.

*Interpretācija:* slīpslāņojuma sēriju izteiktā dominēšana, stabils paleostraumju virziens uz R, ritmiskā viendabīgas tekstūras kārtiņu mija un sēriju virsmu krituma virzieni varētu norādīt uz sedimentāciju smilšainā, zarotā upē (Bridge 1993; Cant, Walker 1978; Herbert et al. 2020).

Apakšdaļu veidojošā 9. un 6. fācija, domājams, iezīmē jaunas upes gultnes izveidošanos. Turklāt tas varētu būt noticis pēkšņi, jo bazālā smilts ir relatīvi vāji šķirotas. Sedimentācijas telpas aizpildīšanās sākotnēji ir notikusi seklā ūdenī, taču šis process bijis ātrs, jo ir ļoti labi

saglabājušās ripsnojuma grēdas (Nichols 2009) “Skudras-4” atseguma augšdaļā. Pēc tam plūsmas ātrums ir pieaudzis, sedimentācijai notiekot jau migrējošās 2D zemūdens grēdās. “Skudras-1” atseguma apakšdaļā esošā formu mainība, iespējams, vēl norāda uz pāreju starp meandrējošu un zarotu upi, bet augstāk tomēr izpaužas straumju virzienu nostabilizēšanās un tekstūru ritmiskums.

“Skudras-1” atseguma vidusdaļā un augšdaļā var izdalīt divus sēru kompleksus, kas abi beidzas ar haotisku ripsnojuma sēriju un smago minerālu kārtiņu. Viendabīgas tekstūras un smago minerālu kārtiņu klātbūtne varētu norādīt uz nogulumu atsegšanos virs ūdens virsmas (Collinson 1970; Collinson et al. 2006). Iespējams, ka tad izveidojušies tā saucamie smilšu līdzenumi (angliski *sand flats*), kuri bijuši atklāti līdz nākamajiem ūdens uzplūdiem. Šādi līdzenumi, ja tie atrodas tuvu krastam, mēdz apaugt ar veģetāciju (Cant, Walker 1978). Zīmīgi, ka sērijas virs 3. fācijas nogulumiem ir ar paaugstinātu organisko vielu daudzumu.

4. fācija ir vienīgā visā griezumā, kurai ir tik izteikta deformācija, tādēļ tā varētu iezīmēt jaunas epizodes sākumu. Šādas deformācijas var uzrādīt strauju nogulu uzkrāšanos (Ponten, Plink-Bjorklund 2007). “Skudras-2” atseguma biežās, relatīvi rupjā materiāla slīpslāņojuma sērijas liek domāt par ūdens līmeņa pacelšanos, jo tām nepieciešama brīva nogulu uzkrāšanās telpa (Nichols 2009). Tātad, līdzīgi kā 1. fāciju asociācija, arī 2. fāciju asociācija uzrāda transgresijas pazīmes. “Skudras-3” atseguma sēriju virsmu krituma virzieni varētu norādīt par nogulumu uzkrāšanos vidussērēs vai šķērskanāla sērēs, kas ir raksturīgas zarotām upēm (Bridge 1993; Cant, Walker 1978). Konstatētās reaktivācijas virsmas, iespējams, veidojušās, mainoties upes ūdens līmenim – zemūdens grēda zema ūdens līmenī aptur savu migrāciju, bet, līmenim paceļoties, jauni nogulumi pārklāj veco grēdu (Herbert et al. 2020).

## 5. DISKUSIJA

Karjera izveide “Skudru” atradnē ir devuši lielisku iespēju iegūt jaunus datus par iepriekš no sedimentoloģijas skatupunkta maz pētītu teritoriju. Iepriekšējie sedimentoloģiskie pētījumi bija ierobežoti atradnes mazā dziļuma dēļ (Daugulis 2014). Šajā pētījumā, kura lauka darbi iesākās jau 2017. gadā (Brants 2019), kopumā tika dokumentēts ģeoloģiskais griezumš vairāk nekā 6 m biezumā. Pētījuma mērķis bija iegūt pēc iespējas vairāk uzticamu datu, jo atradne tiek aktīvi izstrādāta, līdz ar to strauji zūd vairāk nekā 160 miljonu gadu uzglabāta informācija. Protams, bez atradnes izstrādes nebūtu pieejami visi lieliski saglabājušies (bez ledāja radītajām deformācijām) atsegumi.

Iepriekšējos pētījumos “Skudrās” (Daugulis 2014), kā arī detalizētajos pētījumos Zoslēnu ragā (Sevastjanova, Tovmasjana 2006; Vībāns et al. 2013; Daugulis 2014), juras Papiles svītas smilšaino nogulumu sedimentācijas vidi interpretē kā meandrējošas upes sēres un palienes. Šajā pētījumā šī interpretācija tiek atbalstīta, taču, balstoties uz jauniegūtajiem datiem, tiek izteikta versija par sedimentācijas vides maiņu laika gaitā uz zarotu upi. Pētījuma rezultāti gan nesniedz viennozīmīgu atbildi, tādēļ autors rosina veidot diskusiju par sniegto interpretāciju.

Jautājumus rada muldveida slīpslāņojuma tekstūru trūkums. Pētījumos, kuros veidoti zarotu un meandrējošu upju griezumi, parasti tiek konstatēts muldveida slīpslāņojums, kas norāda uz zemūdens grēdu migrāciju upju kanālos. Tā tas ir klasiskos modeļos, piemēram, Misisipi (Jordan, Pryor 1992), Brahmaputras (Coleman 1969), Tanas (Norvēģija) (Collinson 1970), Saskačevanas (Cant, Walker 1978), Vabašas (Jackson II 1976) upēs. Kādēļ tas netika konstatēts šajā pētījumā dokumentētajos atsegumos, kas veido vairāk kā 6 m augstu vertikālo griezumš? Ironiski, taču muldveida tekstūras “Skudru” atradnē tika konstatētas Dauguļa pētījumā (Daugulis 2014), kurā tika izveidots daudz mazāka biezuma griezumš 1,6 m augstai sienai, kas tolaik bija pieejama pirms atradnes padziļināšanas. Ņemot vērā upju morfoloģisko formu laterālo mainību, ir liela iespējamība nelielā attālumā konstatēt dažādus nogulumu veidus, tomēr šajā gadījumā muldveida tekstūras atrastos hipsometriski augstāk par aktuālajā pētījumā konstatētajām paralēlā slīpslāņojuma tekstūrām. Tas īsti nesakrīt ar modeļiem par zarotas upes uzbūvi, kuros vienmēr muldveida slīpslāņojums, kas atbilst mēlesveida jeb 3D zemūdens grēdām, ir upes griezuma apakšdaļā, bet parasti aizņem pat lielāko griezuma daļu (Cant, Walker 1978). Protams, modelis ir tikai vispārināta konfigurācija, tādēļ tā nespēs atainot visas nogulumu uzkrāšanās variācijas, it īpaši tik sarežģītā vidē, kā upes.

Apskatot fāciju asociācijas (apakšnodaļa “6.3. Fāciju asociācijas un vides interpretācija”), tika izteikta iespējamība, ka nogulumu uzkrāšanos varētu būt ietekmējusi transgresija. Pierādījumi tam pagaidām ir tikai sākotnēji un noteikti ir nepieciešama padziļināta izpēte.

Tomēr, ja pieņem, ka transgresija tiešām ir norisinājusies – kādēļ laika gaitā ir notikusi pāreja no meandrējošas uz zarotu upi, kā tas tiek interpretēts šajā pētījumā? Lielākajā daļā upju baseinu zarotas upes veidojas tuvāk iztecei, bet meandrējošas - tālāk no tās jeb tuvāk ietecei jūrā (Miall 1992). Tātad transgresija “atbīdītu” upes sistēmu dziļāk sauszemē, kas “Skudru” atradnes gadījumā nozīmētu vēl izteiktāku meandrējošas upes nogulumu dominēšanu virzienā uz augšu. Kādēļ tas netiek konstatēts? Uz to šajā pētījumā atbilde netika iegūta, taču to varētu sniegt plašāk izvērsti pētījumi.

Neapšaubāmi, “Skudru” atradnes smilšainie nogulumi ir vēl joprojām salīdzinoši maz pētīti, bet to veidošanās apstākļi – ne līdz galam izprasti. Ņemot vērā morfoloģisko formu laterālo izplatību, nākamajos pētījumos būtu noderīgi izveidot plašu, divdimensionālu griezumumu, kas precīzāk attēlotu situācijas mainību. Tas gan prasītu attīrīt atbilstoša lieluma atseguma sienu, kas var arī nebūt iespējams.

Lai precizētu juras Papiles laikposma paleoģeogrāfiskos apstākļus, būtu vērts salīdzināt “Skudru” atradnes un Zoslēnu raga griezumus. Tāpat, ņemot vērā šajā darbā konstatēto, samērā stabilo paleostraumju virzienu, atbildes varētu sniegt ģeoloģiskie darbi uz R no “Skudru” atradnes - varbūt tiktu atklātas pārliecinošākas transgresijas vai pat plūdmaiņu ietekmes pazīmes?

## 6. SECINĀJUMI

Darba izstrādes gaitā “Skudru” atradnē tika izveidoti juras Papiles svītas smilšaino nogulumu atsegumu griezumi un veikta fāciju analīze, kas balstīta uz granulometriskās analīzes rezultātiem, tekstūru pētījumiem un paleostraumju mērījumiem. Apkopojot rezultātus, tika izdarīti sekojoši secinājumi:

1. Atradnē dominē mainīgas, taču pārsvarā labas šķirotības, smalka līdz vidēja smilts, kuras graudu izmērs nedaudz palielinās virzienā uz augšu, un kas uzkrājušās fluviālā vidē ar straumju ātruma palielināšanos.
2. Paleostraumju virzieni sākotnēji uzrāda lielu izkliedi, kas atbilst meandrējošām upēm, taču laika gaitā notikusi stabilizēšanās R virzienā, kas norāda uz upes gultnes iztaisnošanos.
3. Sēriju virsmu krituma virzienu izkliede griezuma apakšdaļā liecina par piegultnes sēru veidošanos, bet vidusdaļā un augšdaļā tie ir raksturīgāki vidussēru un šķērskanālu sēru formām.
4. Griezuma apakšdaļā sastopamās, ar organisko vielu piesātinātās kārtiņas liecina par zemas enerģijas vidi, kāda ir raksturīga meandrējošu upju palienēm.
5. Ritmiskā slīpslāņojuma sēriju un viendabīgas tekstūras kārtiņu mija, kas novērojama griezuma vidusdaļā un augšdaļā, varētu attīstīties mainīgā ūdens līmenī ar periodisku atsegšanos virs ūdens, tā veidojot sēru kompleksus, kas ir konstatēti zarotās upēs.
6. Sērijas atdalošo ripsnojuma grēdiņu labā saglabātība un sēriju biezumu palielināšanās virzienā uz augšu, iespējams, norāda uz transgresiju.
7. “Skudru” atradnes smilšainie nogulumi sākotnēji uzkrājušies meandrējošas upes sērēs un palienēs, bet vēlāk notikusi pāreja uz zarotas upes vidi.

## PATEICĪBAS

Vēlos pateikties sava darba vadītājam Ģirtam Stinkulim par veltīto laiku, pacietību, pašreizējā, nepagurstošo optimismu, un ticību šī darba īstenošanai četru gadu garumā. Paldies Andrejam Līdumam par vienmēr sniegto piekļuvi “Skudru” karjeram. Izsaku pateicību maniem pasniedzējiem un pasniedzējām, kas man ir pavēruši jaunu pasauli, snieguši iedvesmu un turpinājuši rosināt manu zinātkāri. Paldies Studentu Informācijas centra darbiniecēm un pārējiem fakultātes darbiniekiem, kas man vienmēr ir likuši justies “Dabas mājā” kā otrajās mājās.

Vislielākais paldies maniem vecākiem – par izturību un nenovērtējamu atbalstu manā garajā un līkumainajā ceļā uz augstāko izglītību.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

### Publicētā literatūra

- Allen, J.R.L. 1965. Sedimentation to the lee of small underwater sand waves: an experimental study. *The Journal of Geology*. 73(1), 95-116.
- Allen, J.R.L., Banks, N.L. 1972. An interpretation and analysis of recumbent-folded deformed cross-bedding. *Sedimentology*. (19), 257-283.
- Āboltiņš, O. 2004. *Paleoģeogrāfija*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Boersma, J.R., Van De Meene, E.A., Tjalsma, R.C. 1968. Intricated cross-stratification due to interaction of a mega ripple with its lee-side system of backflow ripples (Upper-Pointbar deposits, Lower Rhine). *Sedimentology*. (11), 147-162.
- Brangulis, A.J., et al. 1998. *Latvijas ģeoloģija. 1:500 000 mēroga ģeoloģiskā karte un pirmskvartāra nogulumu apraksts*. Rīga, Valsts Ģeoloģijas dienests.
- Bridge, J.S. 1993. The interaction between channel geometry, water flow, sediment transport and deposition in braided rivers. *Geological Society, London, Special Publications*. (75), 13-71
- Cant, D.J., Walker, R.G. 1978. Fluvial processes and facies sequences in the sandy braided South Saskatchewan River, Canada. *Sedimentology*. (25), 625-648.
- Cohen, K.M., et al. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*. 36(3), 199-204
- Coleman, J.M. 1969. Brahmaputra River: channel processes and sedimentation. *Sedimentary Geology*. 3(2-3), 129-239.
- Collinson, J. D., et al. 2006. *Sedimentary Structures*. Trešais izdevums. Harpenden, Terra Publishing.
- Collinson, J.D. 1970. Bedforms of the Tana River, Norway. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*. 52(1), 31-56.
- Eiduks, J. 1937. *Latvijas derīgie izrakteņi*. Rīga, Valtera un Rapas apgāds.
- Einstein, A. 1926. The Cause of the Formation of Meanders in the Courses of Rivers and of the So-Called Baer's Law. *Die Naturwissenschaften*. (14).
- Herbert, C. M., et al. 2015. Back-flow ripples in troughs downstream of unit bars: Formation, preservation and value for interpreting flow conditions. *Sedimentology*. (62), 1814–1836.
- Herbert, C. M., et al. 2020. Unit bar architecture in a highly-variable fluvial discharge regime: Examples from the Burdekin River, Australia. *Sedimentology*. (67), 576-605.
- Jackson II, R.G. 1976. Depositional Model of Point Bars in the Lower Wabash River. *Journal of Sedimentary Petrology*. 46(3), 579-594.

- Jordan, D.W., Pryor, W.A. 1992. Hierarchical Levels of Heterogeneity in a Mississippi River Meander Belt and Application to Reservoir Systems. *The AAPG Bulletin*. 76(10), 1601-1624.
- Liepiņš, P. 1961. Juras sistēma. Sprinģis, K., et al. *Latvijas PSR ģeoloģija*. Rīga, Zinātņu Akadēmijas izdevniecība, 516.
- Lukševičs, E., et al. 2018. *Pirmskvartāra nogulumieži un platformsegas uzbūve. Nogulumiežu segas stratigrāfiskais iedalījums, uzbūve, sastāvs un reģionālās atšķirības. Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Rīga. Latvijas Universitātes akadēmiskais apgāds. 38-58.
- McCabe, P. J. 1984. *Depositional environments of coal and coal-bearing strata*. Rahmani, R. A. (eds), *Sedimentology of Coal and Coal-bearing Sequences*. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Miall, A. 1992. Alluvial Deposits. Walker, R.G., James, N.P. (Eds.) *Facies Models. Response to Sea Level Change*. Ontario, Geological Association of Canada. 119-142.
- Miall, A.D. 1977. A Review of the Braided-River Depositional Environment. *Earth-Science Reviews*. (13), 1-62.
- Muto, T., Steel, R.J. 2000. The accommodation concept in sequence stratigraphy: some dimensional problems and possible redefinition. *Sedimentary Geology*. (130), 1-10.
- Nichols, G. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy*. Otrais izdevums. Oxford (etc.), Wiley-Blackwell.
- Paškevičius, J. 1997. *The Geology of the Baltic Republics*. Vilnius, Vilnius University, Geological Survey of Lithuania.
- Pipira, D., Karušs, J., Kostjukovs, J. 2012. Latvijas juras Papiles svītas mālainie nogulumi un to minerālais sastāvs. *RTU zinātnisko rakstu sērija. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. RTU izdevniecība. 26, 28-36.
- Ponten, A., Plink-Bjorklund, P. 2007. Depositional environments in an extensive tide-influenced delta plain, Middle Devonian Gauja Formation, Devonian Baltic Basin. *Sedimentology*. (54), 969-1006.
- Reading, H. G. 1996. *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd Edition. Malden etc. Blackwell Publishing.
- Roe, S., Hermansen, M. 2005. New aspects of deformed cross-strata in fluvial sandstones: Examples from Neoproterozoic formations in northern Norway. *Sedimentary Geology*. (186), 283-293.
- Rust, B.R. 1968. Deformed cross-bedding in Tertiary-Cretaceous sandstone, Arctic Canada. *Journal of Sedimentary Research*. 38(1), 87-91.

- Sevastjanova, I., Tovmasjana, K. 2006. Latvijas juras Papiles svītas smilšaino nogulumu sastāvs un to faciālā analīze. *Latvijas Universitātes 64. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 202-204.
- Sētiņa, J., Akishins, V. 2011. Latvijas kvarca smiltis stikla ražošanai. *RTU zinātnisko rakstu sērija. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. RTU izdevniecība. 24, 61-70.
- Sētiņa, J., Akishins, V., Kirilova, S. 2012. Bāles un Skudras atradņu kvarca smilšu izpēte. *RTU zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. RTU izdevniecība. 26, 88-93.
- Sētiņa, J., Juhņeviča, I., Ose, I., Pavlovska, I., Straube, T. 2014. Juras smilšu pētījumi atradnē "Zīles". *Latvijas derīgie izrakteņi, jaunas tehnoloģijas, materiāli un produkti*. Rīga, RTU izdevniecība. 6-11.
- Sētiņa, J., Mežinskis, G., Akišins, V., Pētersone, L., Juhņeviča, I., Grase, L. 2018. Minerālo izejvielu pielietošanas un stikla šķiedras defektu izpēte. *RTU zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. RTU izdevniecība. 35, 160-177.
- Stinkule, A., Stinkulis, Ģ. 2017. *Latvijas kvarca smiltis*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Stinkulis, Ģ. 2017. Latvijā sastopamo juras kvarca smilšu veidošanās apstākļi. *Starptautiskais simpozījs "Smiltis un stikls". Zinātnisko rakstu krājums*. Rīga, Latvijas Universitāte. 10-11.
- Tucker, M. E. 2001. *Sedimentary Petrology. An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*. Blackwell Publishing.
- Vides un reģionālās attīstības ministrija, 1999. *Derīgie izrakteņi. Nozares pārskats rajona plānojuma izstrādāšanai*. Vides un reģionālās attīstības ministrija.
- Vībāns, J., Berga, L., Platpīrs, A., Bukovska, I., Ošs, R., Matisone, L., Daņilēvičs, P., Missa, K., Stinkulis, Ģ. 2013. Juras smilšainie nogulumi Zoslēnu ragā: sastāvs, uzbūve un veidošanās apstākļi. *Latvijas Universitātes 71. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 396-399.
- Walker, R.G. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. Walker, R.G., James, N.P. (Eds.) *Facies Models. Response to Sea Level Change*. Ontario, Geological Association of Canada. 1-14.

### **Nepublicētā literatūra**

- Brants, M. 2019. *Juras Papiles svītas smilšu granulometriskais sastāvs un uzbūve Skudru atradnē*. Kurša darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Daugulis, A. 2014. *Rudbāržu-Dzeldas apkārtnē sastopamo juras Papiles svītas smilšaino nogulumu veidošanās apstākļu interpretācija*. Maģistra darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.

Tamanis, Z. 2000. *Dienvidkurzemes juras nogulumi*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.

### **Normatīvie akti**

Noteikumi par valsts nozīmes derīgo izrakteņu atradnēm. Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr. 321. Pieņemti 08.05.2012.

### **Elektroniskie resursi**

*Zoslēnu atsegumi*. S.a. Skrundas novada pašvaldība. Sk. 27.01.2020. Pieejams: <https://www.skrunda.lv/lv/turisms/apskates-objekti/nikraces-pagasts/zoslenu-atsegumi/>

### **Kartogrāfiskie materiāli**

Scotese, C.R. 2014. *Atlas of Jurassic Paleogeographic Maps, PALEOMAP Atlas for ArcGIS, Volume 4, The Jurassic and Triassic, Maps 32-42*. Evanston, PALEOMAP Project.

Valsts Ģeoloģijas dienests 1998. *Pirmskvartāra nogulumu karšu mozaīka mērogā 1:200 000*. LU ĢZZF WMS. Sk. 18.09.2018. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv>

Valsts Zemes dienesta Kartogrāfijas pārvalde, 2000. *Latvijas satelītkarte mērogā 1:50 000*. LU ĢZZF WMS. Sk. 04.04.2019. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv>

## PIELIKUMI

### 1. pielikums – “Skudru” atradnes atsegumu paraugu masas sadalījums pa frakcijām

Parauga Nr.	Paraugu smiļšu frakciju izmēri (µm) un masa (g)																Kopā
	<63	63-80	80-100	100-125	125-160	160-200	200-250	250-315	315-400	400-500	500-600	630-800	800-1000	>1000			
1	1,1	0,4	0,8	1,4	6,2	20,1	35,5	74,2	16,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	156,4		
2	1,7	0,3	0,5	0,8	4,3	15,5	32,7	28,0	9,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	93,8		
3	1,1	0,3	0,7	1,6	8,0	29,6	55,4	12,3	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	110,7		
4	2,2	0,5	0,9	1,3	4,9	13,3	24,4	39,8	49,0	6,6	0,7	0,2	0,1	0,1	143,9		
5	6,6	0,6	1,0	1,8	8,1	24,3	51,2	46,3	4,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	145,2		
6	2,0	0,7	2,4	4,2	18,0	51,8	63,5	32,0	5,3	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0	180,6		
7	1,8	0,5	0,9	1,2	5,3	14,4	32,6	50,0	36,0	5,5	0,4	0,1	0,0	0,0	148,7		
8	0,7	0,5	1,8	2,7	10,3	25,7	20,3	7,4	1,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	71,4		
9	2,2	0,6	2,1	3,4	14,7	46,3	92,3	31,9	9,0	0,8	0,1	0,1	0,1	0,0	203,5		
10	1,4	0,3	0,6	1,0	3,6	12,8	33,4	51,3	34,4	7,2	1,3	0,4	0,2	0,1	148,0		
11	1,3	0,7	1,9	3,3	15,7	29,5	21,0	10,0	6,8	1,6	0,2	0,1	0,1	0,1	92,2		
12	1,5	0,5	0,9	1,2	4,1	10,9	34,3	37,4	22,0	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	114,3		
13	1,1	0,3	0,7	1,5	6,2	25,9	45,3	45,7	13,8	1,3	0,2	0,1	0,0	0,0	142,1		
14	2,1	0,5	1,2	2,5	11,9	33,4	84,8	18,0	2,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	157,6		
15	4,6	1,4	3,3	4,7	18,2	51,1	100,1	22,1	5,3	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	211,5		
16	1,7	0,5	1,1	1,8	9,7	36,6	51,2	11,6	3,1	0,7	0,2	0,1	0,1	0,0	118,4		
17	0,1	0,3	0,4	0,7	2,9	10,6	25,6	41,4	44,4	6,0	0,8	0,2	0,1	0,0	133,4		
18	2,0	0,5	1,4	3,2	16,0	42,3	52,3	18,2	5,9	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	142,5		
19	1,5	0,3	0,8	1,5	7,5	21,3	35,8	43,7	57,7	15,9	2,0	0,3	0,0	0,0	188,3		
20	2,3	1,0	3,2	6,3	21,0	27,7	20,5	10,4	9,1	3,1	1,0	0,4	0,1	0,1	106,2		
21	1,9	0,4	0,8	1,7	7,1	25,7	55,3	32,6	12,9	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	139,3		
22	2,7	0,3	0,6	1,1	7,5	22,8	28,6	27,9	38,7	11,5	0,8	0,2	0,1	0,0	142,7		
23	0,2	0,2	0,6	1,6	12,1	38,1	54,3	27,9	21,8	5,6	0,6	0,1	0,1	0,0	163,3		
24	0,1	0,2	0,4	0,7	5,2	21,3	37,7	29,9	20,2	3,8	0,3	0,1	0,1	0,1	120,0		

1. pielikuma turpinājums

Parauga Nr.	Paraugu smilšu frakciju izmēri (µm) un masa (g)																
	<63	63-80	80-100	100-125	125-160	160-200	200-250	250-315	315-400	400-500	500-600	630-800	800-1000	>1000	Kopā		
25	1,6	0,4	0,9	1,8	8,0	40,3	68,1	16,0	3,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	140,8		
26	1,3	0,2	0,7	1,6	7,2	29,6	57,6	10,0	2,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	111,3		
27	1,9	0,8	1,6	2,4	7,5	16,4	30,0	41,0	36,5	4,0	0,4	0,1	0,1	0,2	142,9		
28	1,3	0,5	1,0	1,5	3,9	7,9	22,1	41,4	50,3	10,4	0,7	0,1	0,0	0,0	141,1		
29	1,0	0,2	0,5	1,4	9,3	21,5	28,2	32,4	29,9	3,2	0,2	0,0	0,0	0,0	127,8		
30	0,9	0,3	0,6	0,8	1,6	2,1	5,9	36,5	88,7	18,4	1,1	0,1	0,0	0,1	157,2		
31	0,9	0,2	0,4	0,7	4,7	23,5	61,6	43,3	5,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	141,2		
32	1,4	0,3	0,5	0,8	3,3	9,6	30,4	56,2	40,2	6,0	0,5	0,1	0,0	0,0	149,6		
33	2,4	0,7	1,8	3,8	18,0	53,2	73,6	24,4	5,8	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	184,7		
34	1,0	0,2	0,5	1,2	6,8	17,8	62,0	36,6	14,5	2,0	0,4	0,2	0,2	0,4	143,6		
35	1,5	0,4	1,1	2,4	10,0	14,3	80,9	25,7	8,2	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	145,3		
36	7,5	0,6	1,1	2,1	7,8	11,0	58,8	24,7	9,0	1,3	0,4	0,2	0,1	0,1	124,7		
37	1,4	0,3	0,8	1,9	9,7	15,1	72,2	17,9	4,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	123,8		
38	2,9	0,6	1,3	2,5	11,5	21,3	27,8	32,2	47,0	11,4	1,3	0,3	0,2	0,1	160,4		
39	1,8	0,4	1,1	3,1	15,5	31,9	55,9	18,0	5,0	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	133,3		
40	1,2	0,3	0,7	1,6	9,5	26,7	52,6	25,1	8,9	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	127,1		
41	2,9	0,8	1,9	5,2	27,1	40,4	55,6	13,6	2,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	150,5		
42	1,8	1,0	4,2	9,2	73,9	60,7	13,1	3,3	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	168,7		
43	1,7	0,3	0,9	1,9	10,5	21,7	84,3	29,1	4,9	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	155,7		
44	2,4	0,3	0,6	1,2	5,0	14,7	26,7	27,4	26,8	9,2	2,0	0,6	0,2	0,2	117,3		
45	1,6	0,4	1,2	2,3	10,2	15,0	84,2	24,6	8,4	0,8	0,2	0,2	0,3	0,2	149,7		
46	6,1	0,6	1,3	2,5	7,9	15,2	18,6	18,0	26,0	19,2	8,4	4,6	2,1	1,6	132,0		
47	3,7	0,6	1,6	4,4	17,3	27,8	48,2	24,0	6,8	2,1	1,1	0,7	0,3	0,2	138,6		

2. pielikums – “Skudru” atradnes paraugu procentuālais masas sadalījums pa frakcijām

Parauga Nr.	Paraugu smiļšu frakciju izmēri (µm) un procentuālā masa (%)																							
	<63	63-80	80-100	100-125	125-160	160-200	200-250	250-315	315-400	400-500	500-600	630-800	800-1000	>1000										
1	0,7	0,2	0,5	0,9	4,0	12,8	22,7	47,4	10,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0										
2	1,8	0,3	0,6	0,9	4,6	16,5	34,9	29,9	9,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0										
3	1,0	0,2	0,6	1,5	7,3	26,7	50,1	11,1	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0										
4	1,5	0,4	0,6	0,9	3,4	9,3	17,0	27,6	34,0	4,6	0,5	0,1	0,1	0,0										
5	4,5	0,4	0,7	1,2	5,6	16,7	35,3	31,9	3,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0										
6	1,1	0,4	1,3	2,3	10,0	28,7	35,2	17,7	2,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0										
7	1,2	0,3	0,6	0,8	3,5	9,7	21,9	33,7	24,2	3,7	0,3	0,0	0,0	0,0										
8	1,0	0,7	2,6	3,8	14,4	35,9	28,3	10,4	2,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0										
9	1,1	0,3	1,0	1,7	7,2	22,7	45,4	15,7	4,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0										
10	1,0	0,2	0,4	0,7	2,4	8,6	22,6	34,7	23,2	4,9	0,9	0,3	0,1	0,1										
11	1,4	0,8	2,1	3,6	17,0	32,0	22,8	10,8	7,4	1,7	0,2	0,1	0,1	0,1										
12	1,3	0,4	0,8	1,1	3,6	9,5	30,0	32,8	19,2	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0										
13	0,8	0,2	0,5	1,1	4,4	18,2	31,9	32,2	9,7	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0										
14	1,3	0,3	0,8	1,6	7,6	21,2	53,8	11,4	1,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0										
15	2,2	0,7	1,6	2,2	8,6	24,1	47,3	10,4	2,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0										
16	1,5	0,4	0,9	1,5	8,2	30,9	43,3	9,8	2,6	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0										
17	0,1	0,2	0,3	0,5	2,2	7,9	19,2	31,0	33,3	4,5	0,6	0,1	0,1	0,0										
18	1,4	0,4	1,0	2,3	11,2	29,7	36,7	12,8	4,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0										
19	0,8	0,2	0,4	0,8	4,0	11,3	19,0	23,2	30,6	8,4	1,0	0,1	0,0	0,0										
20	2,2	0,9	3,0	6,0	19,8	26,1	19,3	9,8	8,6	3,0	0,9	0,4	0,1	0,1										
21	1,3	0,3	0,6	1,2	5,1	18,4	39,7	23,4	9,3	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0										
22	1,9	0,2	0,4	0,8	5,3	16,0	20,0	19,6	27,1	8,0	0,5	0,1	0,0	0,0										
23	0,1	0,1	0,4	1,0	7,4	23,3	33,3	17,1	13,4	3,4	0,4	0,1	0,0	0,0										
24	0,1	0,2	0,3	0,6	4,3	17,7	31,4	24,9	16,8	3,1	0,3	0,1	0,1	0,1										

2. pielikuma turpinājums

Parauga Nr.	Paraugu smiļšu frakciju izmēri (µm) un procentuālā masa (%)															
	<63	63-80	80-100	100-125	125-160	160-200	200-250	250-315	315-400	400-500	500-600	630-800	800-1000	>1000		
25	1,1	0,3	0,6	1,3	5,7	28,6	48,4	11,4	2,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0		
26	1,2	0,2	0,6	1,4	6,4	26,6	51,8	9,0	2,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
27	1,3	0,5	1,1	1,7	5,2	11,5	21,0	28,7	25,6	2,8	0,3	0,1	0,0	0,1		
28	0,9	0,4	0,7	1,0	2,8	5,6	15,7	29,3	35,7	7,4	0,5	0,0	0,0	0,0		
29	0,8	0,1	0,4	1,1	7,2	16,8	22,1	25,3	23,4	2,5	0,1	0,0	0,0	0,0		
30	0,6	0,2	0,4	0,5	1,0	1,3	3,8	23,2	56,4	11,7	0,7	0,1	0,0	0,1		
31	0,6	0,1	0,3	0,5	3,3	16,6	43,6	30,6	4,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
32	1,0	0,2	0,4	0,5	2,2	6,4	20,3	37,6	26,9	4,0	0,4	0,1	0,0	0,0		
33	1,3	0,4	1,0	2,1	9,8	28,8	39,8	13,2	3,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1		
34	0,7	0,2	0,3	0,8	4,7	12,4	43,2	25,5	10,1	1,4	0,3	0,1	0,1	0,3		
35	1,0	0,3	0,8	1,7	6,9	9,9	55,7	17,7	5,7	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0		
36	6,0	0,5	0,9	1,7	6,3	8,8	47,1	19,8	7,2	1,1	0,3	0,2	0,1	0,1		
37	1,1	0,2	0,6	1,5	7,9	12,2	58,3	14,5	3,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0		
38	1,8	0,4	0,8	1,6	7,2	13,3	17,3	20,1	29,3	7,1	0,8	0,2	0,1	0,1		
39	1,4	0,3	0,8	2,3	11,6	23,9	42,0	13,5	3,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
40	0,9	0,2	0,6	1,3	7,5	21,0	41,4	19,8	7,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0		
41	1,9	0,5	1,2	3,5	18,0	26,9	37,0	9,0	1,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1		
42	1,0	0,6	2,5	5,5	43,8	36,0	7,8	2,0	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1		
43	1,1	0,2	0,6	1,2	6,7	13,9	54,1	18,7	3,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0		
44	2,0	0,3	0,5	1,0	4,3	12,5	22,7	23,4	22,8	7,8	1,7	0,5	0,2	0,1		
45	1,1	0,3	0,8	1,5	6,8	10,0	56,3	16,4	5,6	0,6	0,2	0,1	0,2	0,1		
46	4,6	0,5	1,0	1,9	6,0	11,5	14,1	13,6	19,7	14,5	6,3	3,5	1,6	1,2		
47	2,7	0,4	1,2	3,1	12,5	20,0	34,8	17,3	4,9	1,5	0,8	0,5	0,2	0,2		

3. pielikums - "Skudras-1" atseguma paraugu granulometriskās analīzes rezultāti

Parauga nr.	Vidējais graudu izmērs (µm)		Šķirotība (φ)		Līknes noliece (φ)		Līknes ekscess (φ)	
1	247,4	Smalka smilts	0,369	Laba	0,291	Pozitīva	1,117	Smaila
2	232,9	Smalka smilts	0,406	Laba	0,091	Simetrija	1,183	Smaila
3	205,9	Smalka smilts	0,313	Ļoti laba	0,199	Pozitīva	1,205	Smaila
4	277,5	Vidēja smilts	0,456	Laba	0,268	Pozitīva	0,997	Vidēja
5	222,6	Smalka smilts	0,490	Laba	0,337	Ļoti pozitīva	1,553	Ļoti smaila
6	207,7	Smalka smilts	0,383	Laba	0,077	Simetrija	1,091	Vidēja
7	267,9	Vidēja smilts	0,430	Laba	0,158	Pozitīva	1,045	Vidēja
8	187,9	Smalka smilts	0,424	Laba	0,094	Simetrija	1,282	Smaila
9	213,3	Smalka smilts	0,364	Laba	0,125	Pozitīva	1,260	Smaila
10	273,2	Vidēja smilts	0,415	Laba	0,066	Simetrija	1,027	Vidēja
11	194,4	Smalka smilts	0,514	Vidēji laba	-0,064	Simetrija	1,279	Smaila
12	256,0	Vidēja smilts	0,412	Laba	0,105	Pozitīva	1,156	Smaila
13	234,7	Smalka smilts	0,394	Laba	0,084	Simetrija	1,075	Vidēja
14	207,3	Smalka smilts	0,322	Ļoti laba	0,249	Pozitīva	1,327	Smaila
15	203,1	Smalka smilts	0,381	Laba	0,279	Pozitīva	1,416	Smaila
16	203,1	Smalka smilts	0,337	Ļoti laba	0,125	Pozitīva	1,204	Smaila

4. pielikums – atsegumu “Skudras-2” (augšā) un “Skudras-3” (apakšā) paraugu granulometriskās analīzes rezultāti

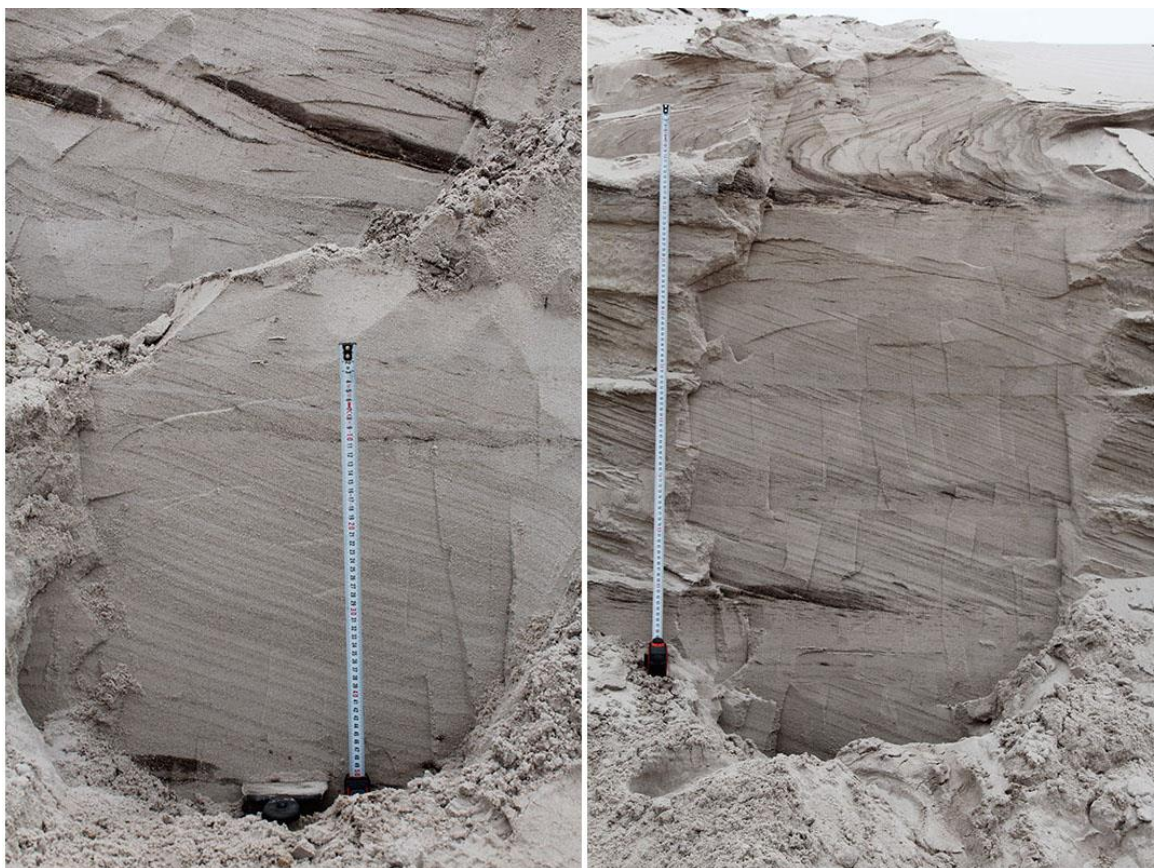
Parauga nr.	Vidējais graudu izmērs (µm)		Šķirotība (φ)		Līknes noliece (φ)		Līknes ekscess (φ)	
17	283,1	Vidēja smilts	0,396	Laba	0,173	Pozitīva	0,928	Vidēja
18	202,9	Smalka smilts	0,373	Laba	0,072	Simetrija	1,127	Smaila
19	276,5	Vidēja smilts	0,486	Laba	0,163	Pozitīva	0,940	Vidēja
20	193,1	Smalka smilts	0,608	Vidēji laba	-0,074	Simetrija	1,176	Smaila
21	228,1	Smalka smilts	0,404	Laba	0,030	Simetrija	1,215	Smaila
22	260,8	Vidēja smilts	0,530	Vidēji laba	0,114	Pozitīva	0,894	Plata
23	231,6	Smalka smilts	0,454	Laba	-0,105	Negatīva	1,006	Vidēja
24	245,6	Smalka smilts	0,421	Laba	-0,059	Simetrija	0,950	Vidēja

Parauga nr.	Vidējais graudu izmērs (µm)		Šķirotība (φ)		Līknes noliece (φ)		Līknes ekscess (φ)	
25	206,9	Smalka smilts	0,313	Ļoti laba	0,157	Pozitīva	1,215	Smaila
26	206,2	Smalka smilts	0,312	Ļoti laba	0,190	Pozitīva	1,260	Smaila
27	257,3	Vidēja smilts	0,492	Laba	0,225	Pozitīva	1,025	Vidēja
28	289,4	Vidēja smilts	0,442	Laba	0,239	Pozitīva	1,145	Smaila
29	248,7	Smalka smilts	0,482	Laba	0,127	Pozitīva	0,888	Plata
30	331,8	Vidēja smilts	0,305	Ļoti laba	0,225	Pozitīva	1,295	Smaila

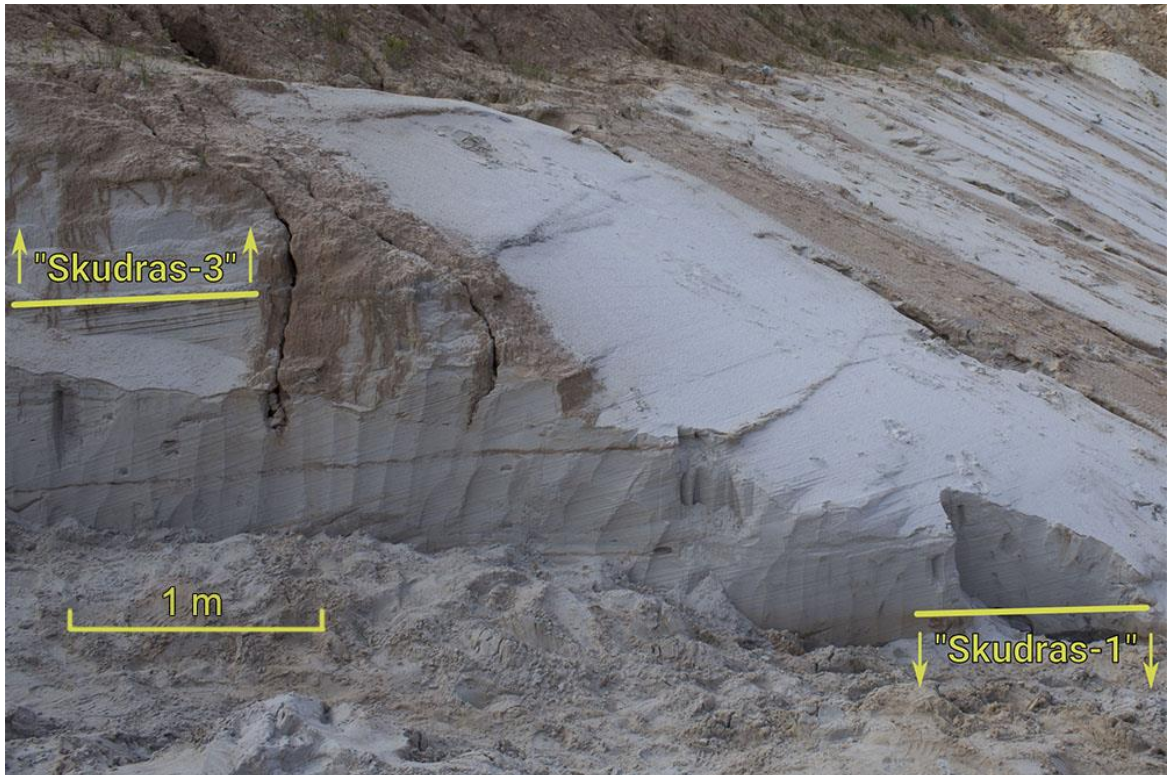
5. pielikums – “Skudras-4” atseguma paraugu granulometriskās analīzes rezultāti

Parauga nr.	Vidējais graudu izmērs (µm)		Šķirotība (φ)		Līknes noliece (φ)		Līknes ekscess (φ)	
31	231,6	Smalka smilts	0,305	Ļoti laba	0,046	Simetrija	0,979	Vidēja
32	278,1	Vidēja smilts	0,386	Laba	0,135	Pozitīva	1,027	Vidēja
33	204,5	Smalka smilts	0,358	Laba	0,111	Pozitīva	1,147	Smaila
34	238,2	Smalka smilts	0,377	Laba	-0,044	Simetrija	1,248	Smaila
35	224,3	Smalka smilts	0,356	Laba	0,098	Simetrija	1,895	Ļoti smaila
36	220,2	Smalka smilts	0,597	Vidēji laba	0,307	Ļoti pozitīva	2,773	Ļoti smaila
37	215,3	Smalka smilts	0,330	Ļoti laba	0,216	Pozitīva	1,831	Ļoti smaila
38	260,1	Vidēja smilts	0,555	Vidēji laba	0,204	Pozitīva	0,920	Vidēja
39	204,8	Smalka smilts	0,373	Laba	0,156	Pozitīva	1,135	Smaila
40	220,4	Smalka smilts	0,393	Laba	0,043	Simetrija	1,216	Smaila
41	188,9	Smalka smilts	0,411	Laba	0,212	Pozitīva	1,110	Vidēja
42	157,9	Smalka smilts	0,323	Ļoti laba	-0,015	Simetrija	1,141	Smaila
43	219,9	Smalka smilts	0,334	Ļoti laba	0,156	Pozitīva	1,656	Ļoti smaila
44	264,5	Vidēja smilts	0,532	Vidēji laba	0,072	Simetrija	1,030	Vidēja
45	224,1	Smalka smilts	0,362	Laba	0,077	Simetrija	1,971	Ļoti smaila
46	286,8	Vidēja smilts	0,859	Vidēja	0,178	Pozitīva	1,227	Smaila
47	207,7	Smalka smilts	0,505	Vidēji laba	0,130	Pozitīva	1,293	Smaila

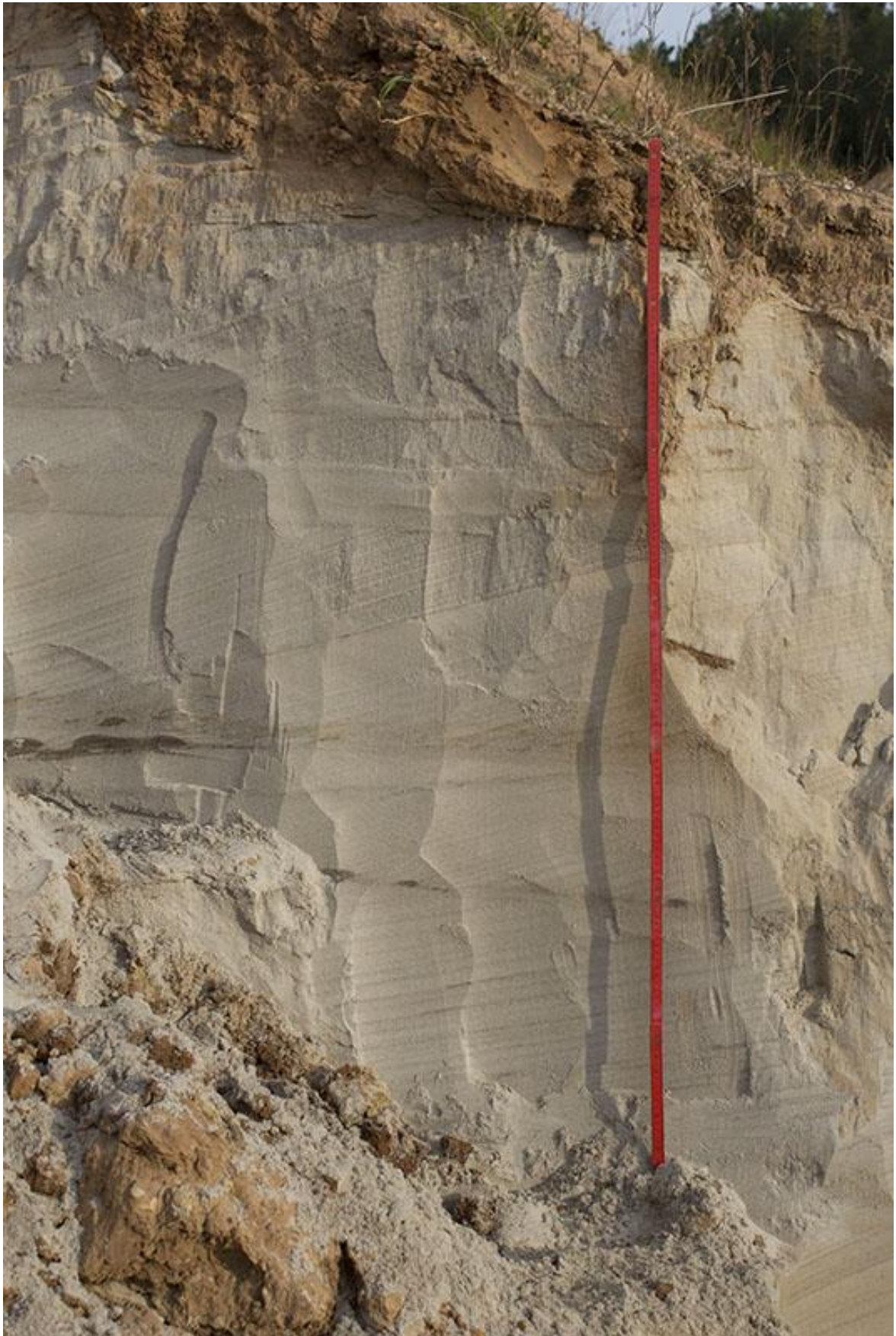
6. pielikums – “Skudras-1” atseguma apakšdaļa (kreisajā pusē) un augšdaļa (labajā pusē)



7. pielikums – “Skudras-2” atsegums attiecībā pret atsegumiem “Skudras-1” un “Skudras-3”



8. pielikums – “Skudras-3” atsegums



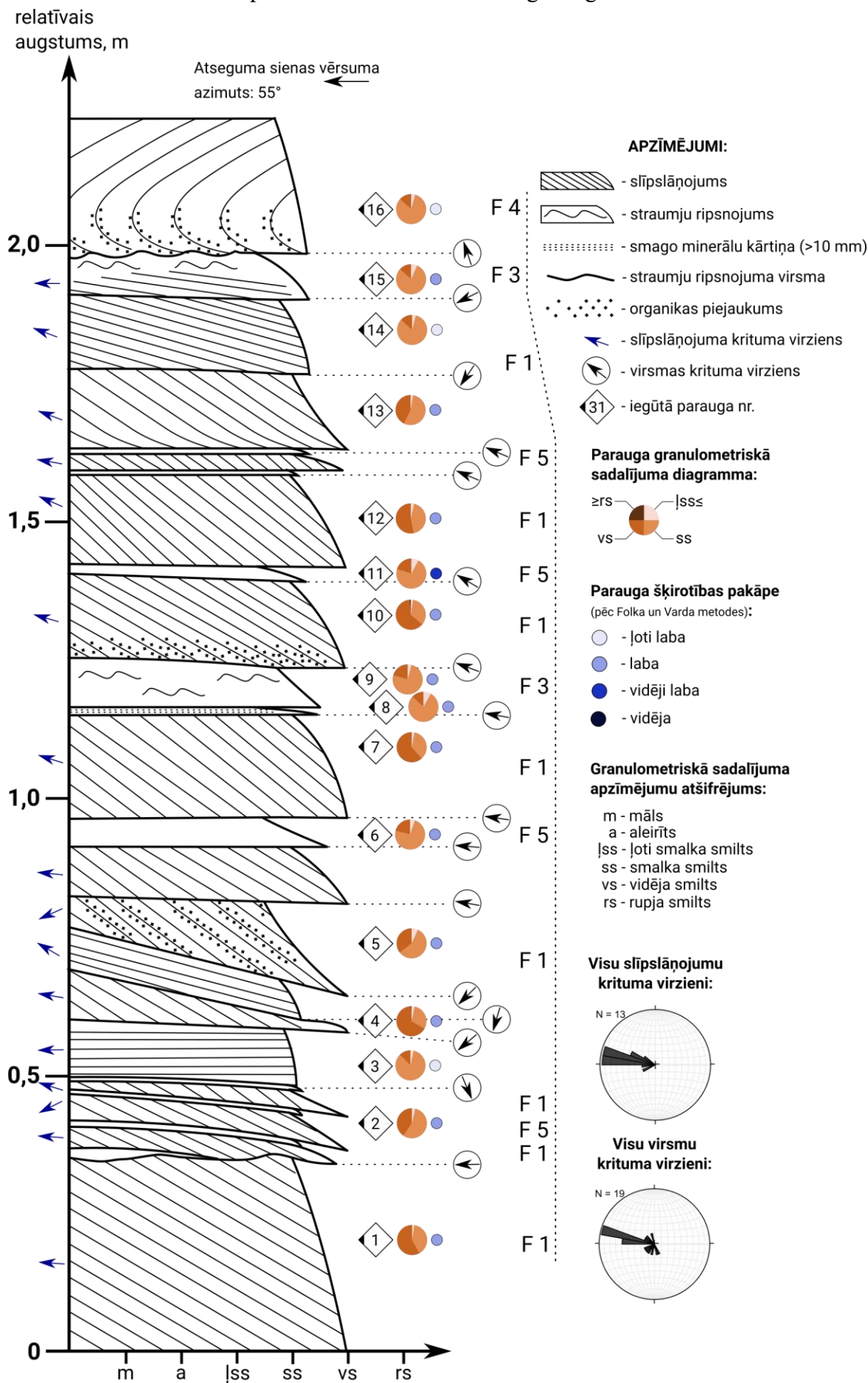
9. pielikums – “Skudras-4” atsegums



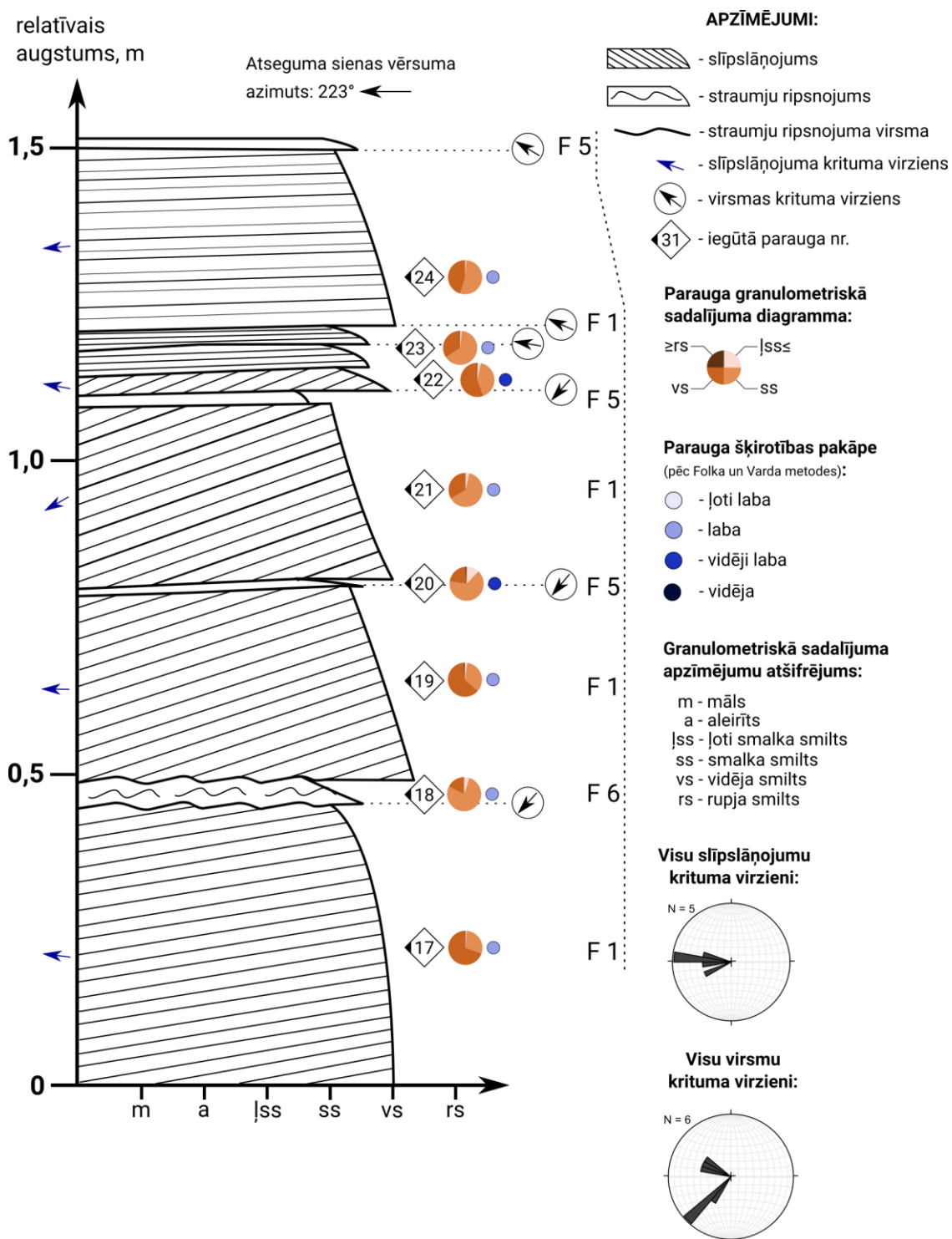
10. pielikums – “Skudru” atradnes sērijas (foto autors Ģ. Stinkulis)



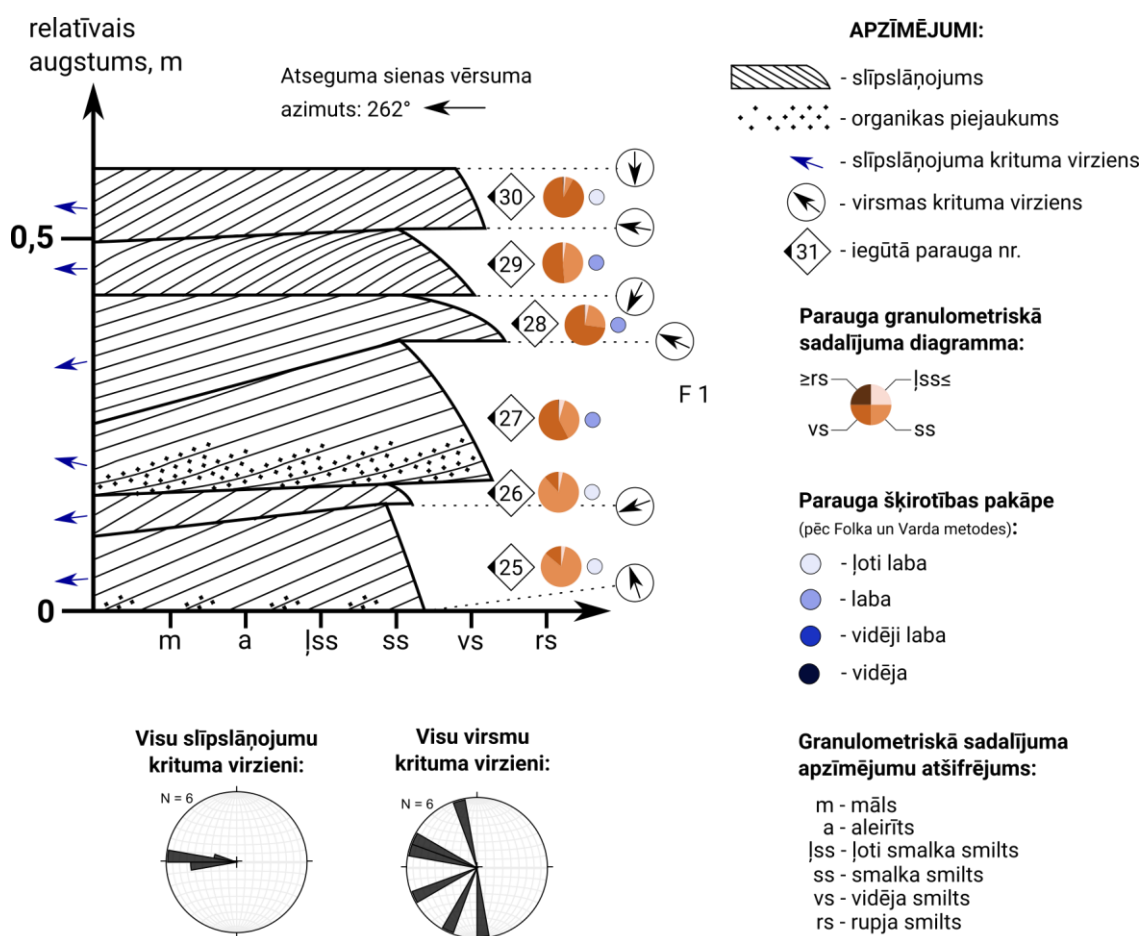
# 11. pielikums – "Skudras-1" atseguma griezumam



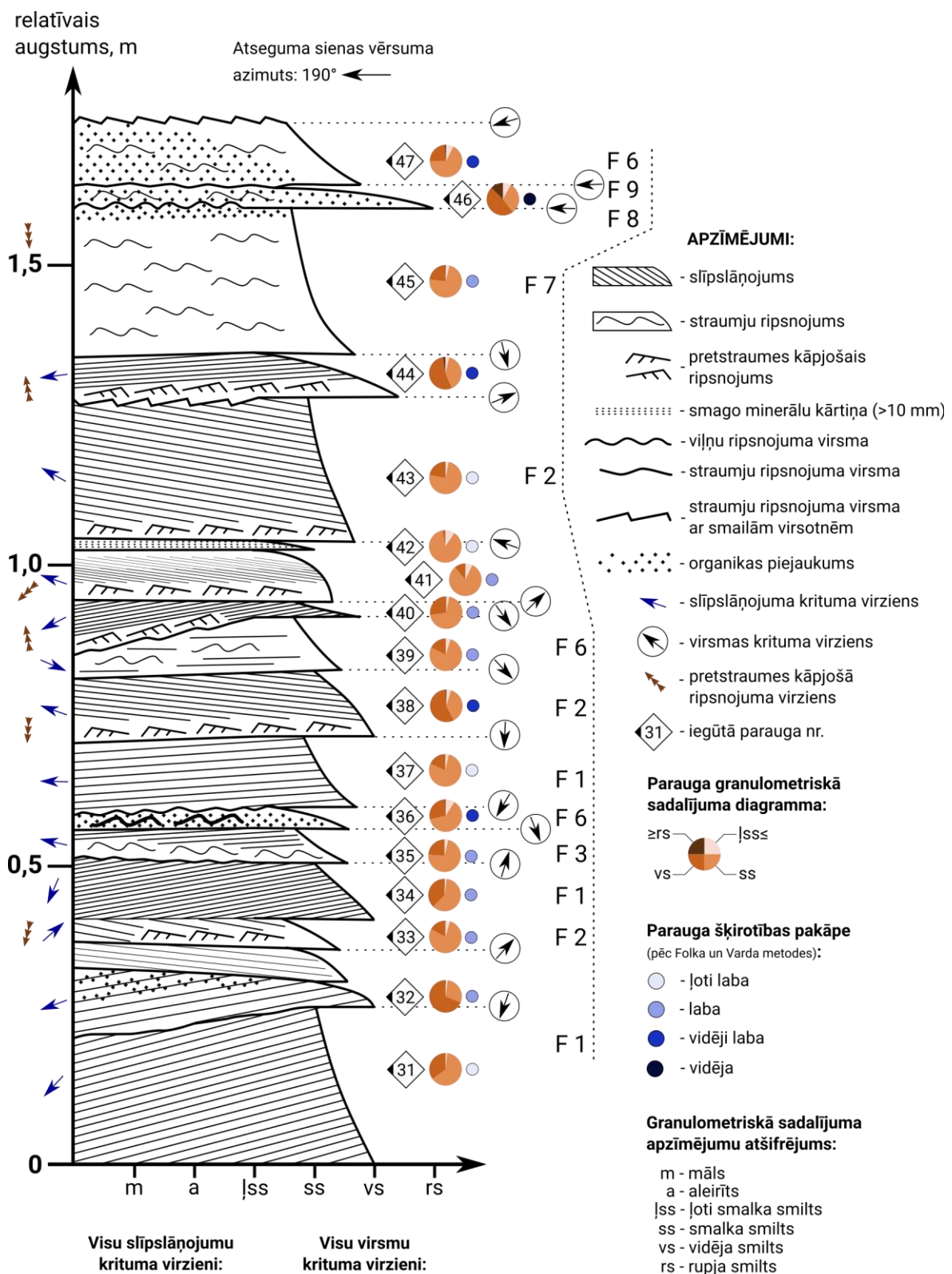
## 12. pielikums – “Skudras-2” atseguma griezumam

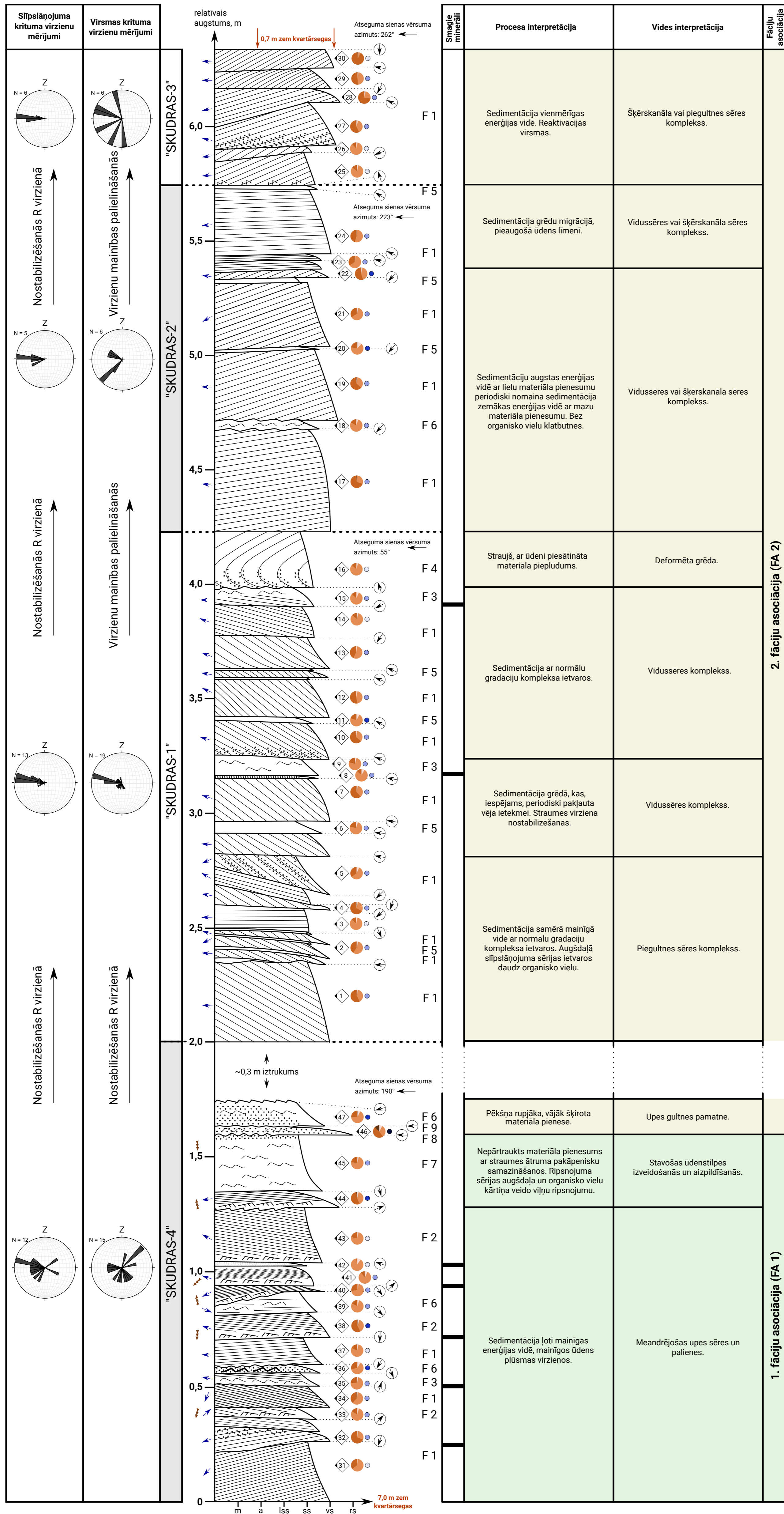


### 13. pielikums – “Skudras-3” atseguma griezumam



# 14. pielikums – “Skudras-4” atseguma griezumam





- APZĪMĒJUMI:**
- slīpslāņojums
  - straumju ripsnojums
  - pretstraumes kāpjošais ripsnojums
  - smago minerālu kārtiņa (>10 mm)
  - straumju grēdiņas
  - straumju grēdiņas ar smailām virsotnēm
  - viļņu grēdiņas
  - organisko vielu piejaukums
  - slīpslāņojuma krituma virziens
  - virsmas krituma virziens
  - pretstraumes kāpjošā ripsnojuma virziens
  - iegūtā parauga nr.
- F 4 - fācījas kods
- Drupu materiāla granulometriskā sadalījuma diagramma:**
- 
- Drupu materiāla šķirotības pakāpe** (pēc Folk un Varda metodes):
- - ļoti laba
  - - laba
  - - vidēji laba
  - - vidēja
- Granulometriskā sadalījuma apzīmējumu atšifrējums:**
- m - māls
  - a - aleirīts
  - lss - ļoti smalka smiltis
  - ss - smalka smiltis
  - vs - vidēja smiltis
  - rs - rupja smiltis

Bakalaura darbs „Juras Papīles svītas smiltis Skudru atradnē un to veidošanās apstākļu interpretācija” izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Matīss Brants

\_\_\_\_\_

paraksts

01.06.2020

\_\_\_\_\_

datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs amats, akadēmiskais vai zinātniskais grāds Vārds Uzvārds

\_\_\_\_\_

paraksts

\_\_\_\_\_

datums

Recenzents: amats, akadēmiskais vai zinātniskais grāds Vārds Uzvārds

Darbs iesniegts (*Nodaļas nosaukums*) nodaļas lietvedībā datums

Nodaļas lietvedis .....

\_\_\_\_\_

paraksts

\_\_\_\_\_

datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura/Maģistra darbs aizstāvēts (*Akadēmiskais grāds*) akadēmisko studiju gala pārbaudījumu komisijas sēdē

.....  
gads, datums, mēnesis

protokola nr. ....

vērtējums .....

Sekretārs Vārds Uzvārds

\_\_\_\_\_

paraksts

\_\_\_\_\_

datums