

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOLOĢIJAS NODAĻA

DEVONA STIPINU SVĪTAS DOLOMĪTU FĀCIJAS
UN VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI

BAKALaura DARBS

Autors: Pauls Ķeružis

Stud. apl.: pk17007

Darba vadītājs: Dr. ģeol. Ģirts Stinkulis

RĪGA 2020

ANOTĀCIJA

Bakalaura darba **mērķis** ir veikt Stipinu svītas nogulumiežu fāciju analīzi un sedimentācijas apstākļu interpretāciju, pamatojoties uz lauka darbiem un apskatīto literatūru. Pētījuma ietvaros ir dokumentēti 10 atsegumi, kuri atrodas Kurzemē un Zemgalē. Nogulumiežu fāciju nodalīšana tika balstīta uz lauku darbos veiktajiem mērījumiem un to pēcapstrādi. Darba rezultātā ir nodalītas 10 fācijas un 2 fāciju asociācijas – vidējā līdz augšējā plūdmaiņu zona ar mālaini karbonātisko nogulu sedimentāciju, kā arī apakšējā plūdmaiņu zona līdz atklātam šelfam ar karbonātu sedimentāciju.

Atslēgas vārdi: karbonātu sedimentācija, fāciju analīze, plūdmaiņas, ritmīti, Franas stāvs.

ABSTRACT

Aim of the Bachelor's thesis is facies analysis and interpretation of sedimentary environment of the Stipinai formation, based on fieldwork and literature studies. The thesis is based on studies of 10 outcrops located in Kurzeme and Zemgale. Facies of the clayey and carbonate deposits were divided on the basis of field studies and further analysis of their results. In result of this study 10 facies 2 facies associations were divided:– intertidal to supratidal zone with clayey and carbonate sedimentation, subtidal to shelf zone with carbonate sedimentation.

Keywords: carbonate sedimentation, facies analysis, tides, rhythmites, Frasnian.

SATURS

ANOTĀCIJA	1
IEVADS	6
1. TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS	7
1.1. Latvijas devona dolomīti	7
1.2. Stipinu svīta Latvijā	10
1.3. Karbonātiežu veidošanās jūrās	12
1.4. Dolomītu veidošanās modeļi un to problemātika	15
1.5. Fācijas un to analīze	16
1.6. Pētīto atsegumu un teritorijas vispārīgs raksturojums	18
1.6.1. Imulas upes krastu atsegumi	18
1.6.2. Amulas upes atsegums	20
1.6.3. Abavas Velnalas atsegums	20
1.6.4. Iecavas atsegumi	21
1.6.5. Jumpravas atsegums	22
1.6.6. Mūsas un Mēmeles atsegums	23
2. MATERIĀLI UN METODEDES	25
2.1. Literatūras apzināšana un apkopošana	25
2.2. Lauka darbi	26
2.3. Kamerālie darbi	26
3. REZULTĀTI	28
3.1. Fācijas	28
3.2. Fāciju asociācijas	40
3.3. Vides interpretācija	43
4. DISKUSIJA	46
5. SECINĀJUMI	48

PATEICĪBAS.....	49
LITERATŪRAS SARAKSTS	50
PIELIKUMI	53

IEVADS

Latvijā dolomīts ir visplašāk izplatītais karbonātiezis, kas atsedzas zemkvartāra virsmā. Gandrīz visur Latvijā nogulumiežu segas virsējo daļu veido kvartāra nogulumi, taču zem tiem visplašāk ir pārstāvēti devona veidojumi.

Bakalaura darba tēma ir “Devona Stipinu svītas dolomītu fācijas un veidošanās apstākļi”. Darbs ir pētījums pamatiežu ģeoloģijas sedimentoloģijas virzienā, darbs arī ietver lietišķās ģeoloģijas nozari. Bakalaura darbs ir balstīts uz apkopoto literatūru, kā arī uz lauka darbu rezultātiem un to vēlāko apstrādi kamerālajos apstākļos. Stipinu svītas nogulumiežu sedimentoloģiskie pētījumi Latvijā līdz šim nav bijuši plaši, kā arī nav skaidra plūdmainīgu ietekme uz sedimentāciju tajā laikā. Šajā darbā aktuāla ir Stipinu svītas nogulumiežu fāciju analīze, kas ļautu precizēt gan sedimentācijas apstākļus attiecīgajā laikposmā, gan faktorus, kas tos ietekmē.

Bakalaura darba **mērķis** ir veikt Stipinu svītas nogulumiežu fāciju analīzi un sedimentācijas apstākļu interpretāciju, pamatojoties uz lauka darbiem un apskatīto literatūru. Mērķa sasniegšanai tika izvirzīti vairāki uzdevumi:

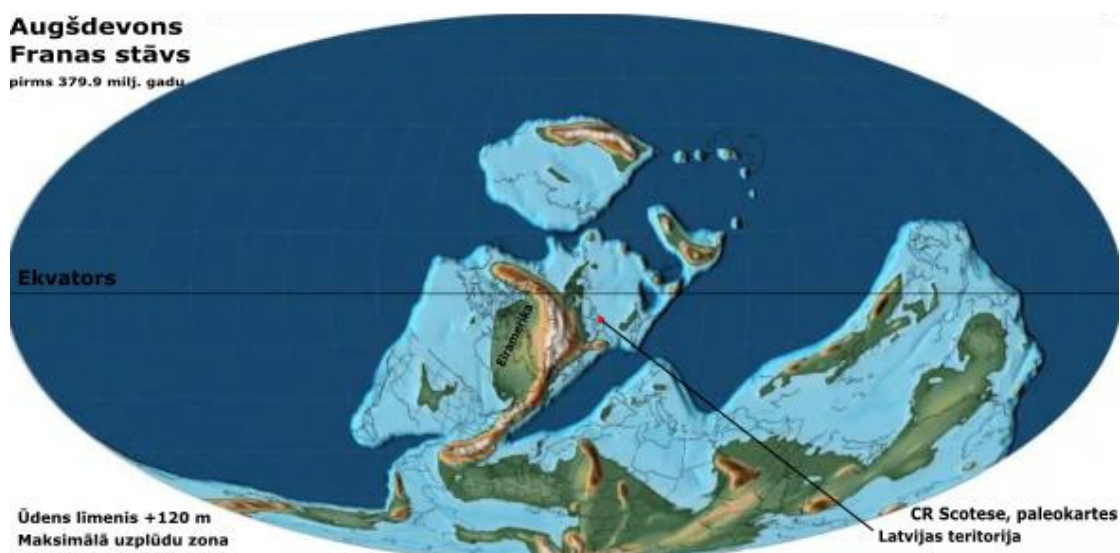
- Apkopot zinātnisko literatūru par devona nogulumiežu veidošanās apstākļiem un Stipinu svītas dolomītu sedimentācijas apstākļiem, kā arī karbonātu veidošanos marīnos apstākļos.
- Izveidot Stipinu svītas nogulumiežu ģeoloģisko griezumus katrā pētītajā objektā, kā arī aprakstīt nogulumiežus šajos griezumos.
- Digitalizēt lauka darbos zīmētos atsegumu griezumus ar programmatūru *Inkscape* un atsegumā esošo slāņu robežu fotokolāžas izveide.
- Izveidot ortofoto kartes teritorijām, kuras tika apskatītas.
- Izanalizēt un apkopot datus, kā arī izdarīt secinājumus.

Lauka pētījumu ietvaros tika apmeklēti 10 atsegumi, kuri atrodas 3 dažādās atrašanās vietās: Sabiles apkārtnē (Avotnieku, Abavas, Langsēdes, Kalnmuīžas atsegumi), Bauskā un tās apkārtnē (Mūsas, Mēmeles, Jumpravas atsegumi), kā arī Iecavā (Dievdārziņa, Dambja, Parka atsegumi).

1. TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

1.1. Latvijā devona dolomīti

Devona periods ir laika posms paleozoja ērā, kas aizsākās un ilga no 419 līdz 358 miljoniem gadu senā pagātnē. Sakarā ar bruņuzivju un citu mugurkaulnieku attīstību devonā to mēdz saukt arī par zivju periodu. Šajā periodā daudzviet pasaulē un arī Latvijā uzkrājās nogulas, kas pēcsedimentācijas izmaiņu rezultātā kļuva par daudzveidīgiem iežiem. Latvijā no devona nogulumiežiem sastopami ir smilšakmeņi, aleirolīti, māli, ģipši, dolomīti u.c. (Dietrich S.a.) Latvijā mūsdienu teritorija devona periodā atradās Eiramerikas kontinentā zem jūras ūdens, tuvu ekvatoram (1.1. attēls).

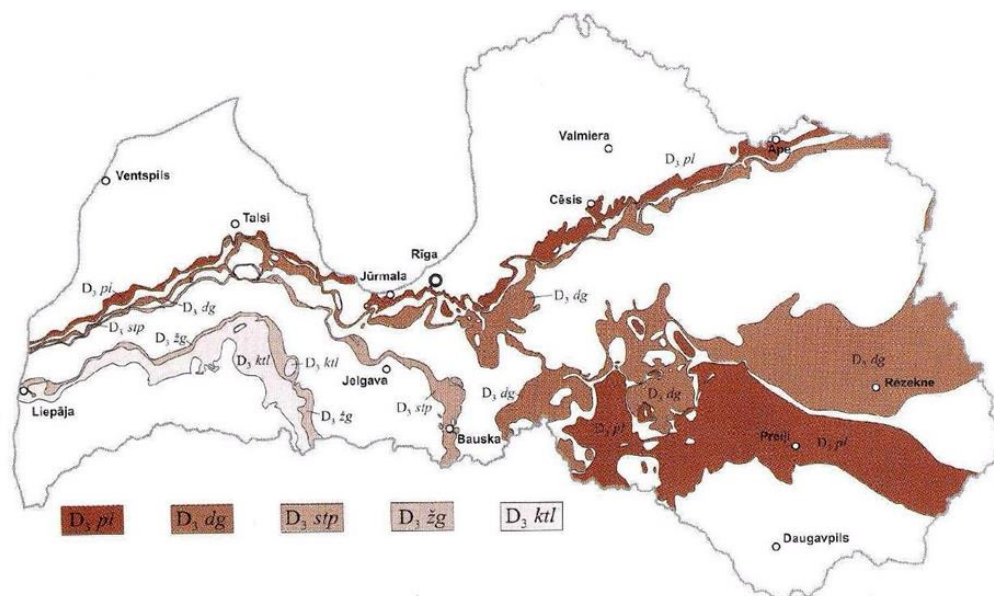


1.1. attēls. Vēlā devona Franas laikmeta paleogeogrāfiskā karte (Scotese 2014, latviskojis un papildinājis autors)

Devona periodu iedala trīs nodaļās – apakšējā devonā, vidējā devonā un augšējā (arī dēvēts par vēlo) devonā. Latvijā teritorijā zem kvartāra nogulumiem atsedzas vidusdevona un augšdevona nogulumieži. Atsegumi atrodas visbiežāk aktīvu ūdensteču krastos (Kondratjeva 2000).

Latvijā atsedzas tikai augšējā devona dolomīti. Augšējo devonu iedala divos stāvos: Franas (pirms 382—372 milj. gadiem) un Famenas (pirms 372,2—358,9 milj. gadiem). Abi stāvi tiek iedalīti vēl sīkāk reģionālajos stāvos (1.3. attēls). Dolomīti Latvijā devona nogulumiežos ir plaši izplatīti 6 reģionālajos stāvos, no kuriem 4 pārstāv Franas laikmetu –

Pļaviņu, Daugavas, Ogres, Stipinu, turpretī Famenas - divi reģionālie stāvi – Žagares un Ketleru. Katram reģionālajam stāvam vairumā gadījumu atbilst tāda paša nosaukuma litostratigrāfiskā vienība – svīta (1.2. un 1.3. attēls).



1.2. attēls. Dolomītus saturošo litostratigrāfisko vienību izplatība zemkvartāra virsmā (Kondratjeva, Hodireva 2000). Apzīmējumi: D₃pl – Pļaviņu svīta, D₃dg – Daugavas svīta, D₃stp – Stipinu svīta, D₃žg – Žagares svīta, D₃ktl – Ketleru svīta.

Devona dolomīti Latvijā ir veidojušies kalcija karbonātu nogulu un kaļķakmeņu ķīmiskās aizvietošanās rezultātā. Karbonātiskie nogulumu sākotnēji ir veidojušies seklā un plašā jūrā, taču vēlējā devonā jūras ūdens līmenis bija mainīgs un savu maksimumu tas sasniedza Pļaviņu un Daugavas svītu nogulumu uzkrāšanās laikā. Jūra mēdza reizēm iztvaikot, par ko liecina žūšanas plaisas, ģipša esamība, akmenssāls jeb halīta kristālu nospiedumu. Palielināto jūras ūdens sāļumu pa laikam noteica jūras ūdeņu izolētais stāvoklis (Stinkule, Stinkulis 2015).

Devona dolomītus var iedalīt divās grupās pēc to ģenēzes, proti, tie kuri ir veidojušies no šķidrām, nekonsolidētām dūņām un ir aizvietojušies ar kalcija un magnija karbonātu. Savukārt, otra grupā var iedalīt tos dolomītus, kuri veidojušies aizvietošanās rezultātā jeb metasomatiskie, kuri ir kalcīta pārveidošanās produkti sacietējušā iezī, aizvietojušies ar kalcija un magnija karbonātiem no ūdeņiem, kuri ir bagāti ar magniju (Stinkule, Stinkulis 2015).

Latvijas visvecākie augšējā devona dolomīti ir Pļaviņu svītā (1.3. attēls). Devona svītas

Latvijā tika nodalītas 19. g.s. otrajā pusē, piemēram K. Grevings nodalīja Daugavas svītu 1861. gadā. Ogres svītas nogulumu veidošanās laikā bija raksturīga smilšainā materiāla pieplūde, tādējādi svītā ir mazāk pārstāvēts dolomīts, bet vairāk smilšakmens. Vietām sastop šīs svītas dolomītsmilšakmeņus – jaukta sastāva nogulumiežus. Stipinu, Žagares un Ketlertu svītā ir kopā ar dolomītu ir daudz mālainā materiāla, tāpēc biežāk sastopami ir dolomītmergēļi, mālaini dolomīti (Stinkule, Stinkulis 2015).

NODALA	BIOSTRATIGRĀFISKĀS VIENĪBAS				Reģionālie stāvi	LITOSTRATIGRĀFISKĀS VIENĪBAS		
	KONODONTU BIOZONAS	AGNATHA BIOZONAS	BRUŅUZIVJU BIOZONAS	AKANTOŽU BIOZONAS		R LATVIJA	Z, A, C LATVIJA	
AUGŠĒJĀ	FAMENAS	<i>praesulcata</i>			ŠĶERVELA	ŠĶERVELA Sv		
		<i>expansa</i>		<i>B. ciecerē</i>	KETLERU	KETLERU Sv		
		<i>postera</i>			PIEMARES	ŽAGARES Sv		
		<i>trachytera</i>				SNIKĒRES Sv		
		<i>marginifera</i>		<i>Bothriolepis ornata</i>		SPĀRNENES	TĒRVETES Sv	
				<i>Phyllolepis</i>			MŪRU Sv	
		<i>rhomboidea</i>			AKMENES	AKMENES Sv		
	<i>crepida</i>			KURSAS	KURSAS Sv			
	<i>triangularis</i>			JONIŠĶU	JONIŠĶU Sv			
	<i>linguiformis</i>			SAULU KRUOJAS	ELEJAS Sv			
	FRANAS	<i>rhenana</i>	<i>Psammosteus falcatus</i>	<i>Bothriolepis maxima</i>	AMULAS	AMULAS Sv		
		<i>jameae</i>	<i>Psammosteus megalopteryx</i>	<i>Bothriolepis traudscholdi</i>	STIPINU	STIPINU Sv		
		<i>hassi</i>			PAMUŠU	OGRES Sv		
		<i>punctata</i>			KATLEŠU	KATLEŠU Sv		
<i>transitans</i>				DAUGAVAS	DAUGAVAS Sv			
<i>falsiovalis</i>				DUBNIKA	SALASPILS Sv	DUBNIKA Sv		
<i>disparilis</i>		<i>Psammolepis paradoxa</i>	<i>Asterolepis orbata</i>	PLĀVIŅU	PLĀVIŅU Sv			
VIDEJĀ	ZĪVETAS	<i>hermanni-cristatus</i>	<i>Psammolepis abavica</i>	<i>Watsonosteus</i>	AMATAS	AMATAS Sv		
		<i>varcus</i>	<i>Pycnosteus tuberculatus</i>	<i>Asterolepis dellei</i>	GAUJAS	GAUJAS Sv	LODES Sv SIETĪNU Sv	
		<i>hemiansatus</i>	<i>P. palaeiformis</i>	<i>Coccosteus cuspidatus</i>	BURTNIĒKU	BURTNIĒKU Sv		
		<i>effusus</i>	<i>Sch. striatus</i>	<i>N. kernavensis</i>	ARUKILAS	ARUKILAS Sv		
		<i>koekelapnis</i>		<i>Psychodictyon rimosum</i>	NARVAS	NARVAS Sv		
	EIFELA	<i>costatus</i>		<i>Ch. estonicus</i>				
		<i>partitus</i>	<i>Schizosteus heterolepis</i>		LALIANTHUS	PĒRNAVAS Sv	PĒRNAVAS Sv	
		<i>patulus</i>	<i>Skamolepis fragilis</i>		<i>Laliacanthus singularis</i>	PĒRNAVAS Sv	RĒZEKNES Sv	
		<i>serotinus</i>						
		<i>inversus</i>						
APAKŠĒJĀ	EMSAS	<i>nothoperbonus</i>			ĶEMERU	ĶEMERU Sv		
		<i>gronbergi</i>		<i>G. tauragensis</i>				
		<i>dehiscens</i>						
		<i>pireneae</i>						
		<i>kindlei</i>						
	LOHKOVAS	<i>sulcatus</i>						
		<i>pesavis</i>						
		<i>delta</i>	<i>Phialaspis</i>		Lietuvacanthus	STONIŠĶU	GARGŽDU SERĪJA	
		<i>eurekaensis</i>		<i>fossilatus</i>				
		<i>postwoschmidti</i>		<i>woschmidti</i>	<i>Nostolepis minima</i>	TILŽES		

1.3. attēls. Devona stratigrāfiskā shēma Baltijas valstu teritorijai (Lukševičs et al., 2012; pamatojoties uz Kurik, Pöldvere, 2012 Igaunijai, Stinkulis, 2004 ar E. Lukševiča papildinājumiem Latvijai, Narbutas, 2004 Lietuvai).

1.2. Stipinu svīta Latvijā

Stipinu svīta ir daļa no augšējā devona Franas stāva. Stipinu svītas nogulumi Zemes virspusē atsedzas no Latvijas ziemeļrietumiem līdz centrālajai daļai, attiecīgi tā ir izstiepta josla, kas ietver gan Kurzemi, gan Zemgali. Svītas izplatības laukuma ziemeļos atsegšanās joslas izplatības areāls ir šaurāks – platumā no 300 m līdz 3 km, savukārt valsts centrālajā daļā tas sasniedz no 6–20 km platumu.

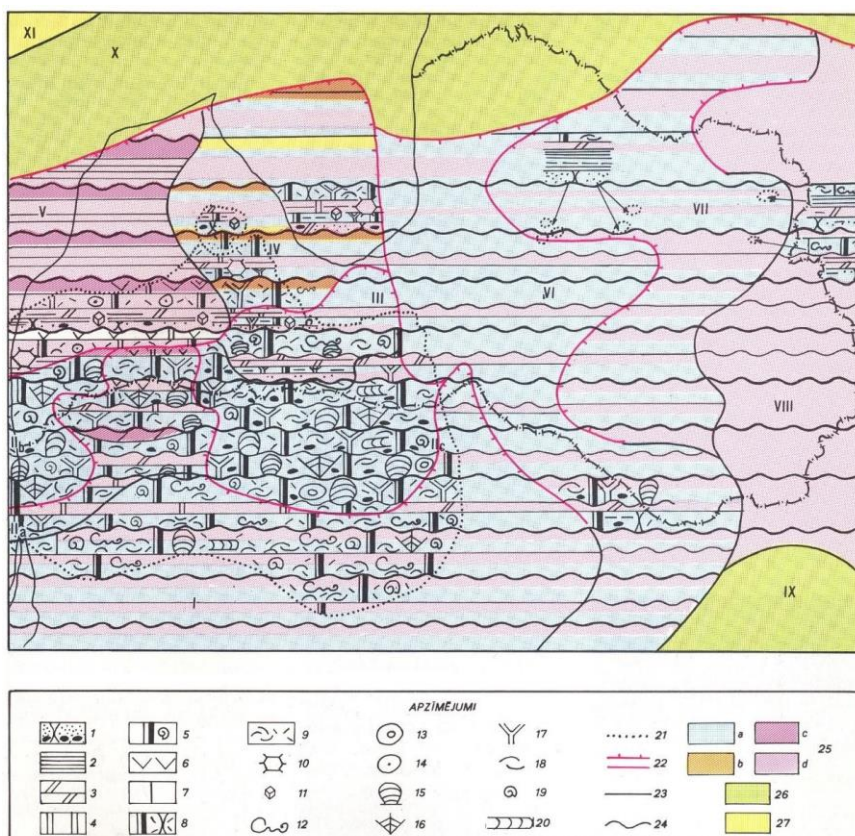
Agrāk Stipinu svīta tika dēvēta par Bauskas svītu, taču nosaukums tika aizstāts, jo Lietuvas teritorijā, Pakrojis rajonā, Stipinu (Stipinai) ciemata apkaimē atrodas svītas stratotips, kas atrodas Mūšas upes krastā (Paškevičius 1997). Par suverēnu stratigrāfisku vienību Latvijas teritorijā to nodalīja N. Delle, piešķirot indeksu D_{3f1} (Delle 1935).

Stipinu svītas nogulumi tiek iedalīti divās ridās – Imulas (apakšējā) un Bauskas (virsējā). Svītas apakšējā daļa jeb Imulas rida, galvenokārt, sastāv no dolomītiem, mālainiem dolomītiem, kā arī dolomītmerģeļiem un atsevišķiem, reti sastopamiem māla starpslāņiem. Bauskas ridu, kas atrodas virs Imulas ridas, veido dolomīti, taču tajā ir arī sastopami dolomītmerģeļi, kuri virzienā uz ziemeļiem paliek mālaināki (Stinkule, Stinkulis 2015).

Posmā Kabile-Saldus-Zebrene dienvidu virzienā, tajā skaitā arī no līnijas Liepāja-Krote-Kuldīga ziemeļu virzienā ir atrastas ģipša starpkārtnas un lēcas (Биргер и др. 1979). V. Sorokins ir izteicis ideju, ka Stipinu svīta ir attīstījies, pateicoties jūras transgresijai, kas izpaudās pulsāciju veidā, tādējādi sasniedzot augstāko ūdens līmeni Bauskas laikposmā, kad karbonātiskās marīnās nogulas, kurās bija pietiekami daudz organismu atlieku veidojās visā Latvijas teritorijā, pat līdz Veļikajas upes baseinam (Сорокин 1981).

Laika posmā, kad veidojās Stipinu svīta, Latvijas teritoriju klāja sekla, bet atklāta jūra. Atrastās organismu atliekas - brahiopodi, koraļļi, sūneņi u.c. (1.4. attēls) liecina par to, ka jūras sāļums ir bijis tuvu normālajam. Svītas augšējās, dolomītiskās daļas biezums ir no 6 līdz 8 m, tajā ir ietverti kavernozi, sīkplātņaini dolomīti, kā arī dolomītmerģeļi. Stipinu svītas dolomīti atsedzas Mūšas, Iecavas, Mēmeles, Lielupes, Amulas, Imulas krastos un netālu no Abavas. Iecavas un Bauskas apkārtnē slāņkopas augšējā daļā iegūļ sārts, rupjplātņains dolomīts, kurš izmantojams kā apdares materiāls. Senāk Stipinu svītas dolomīti tika iegūti arī kaļķu dedzināšanai, piemēram, ciematā Ceplis, kas atrodas Bauskas novadā.

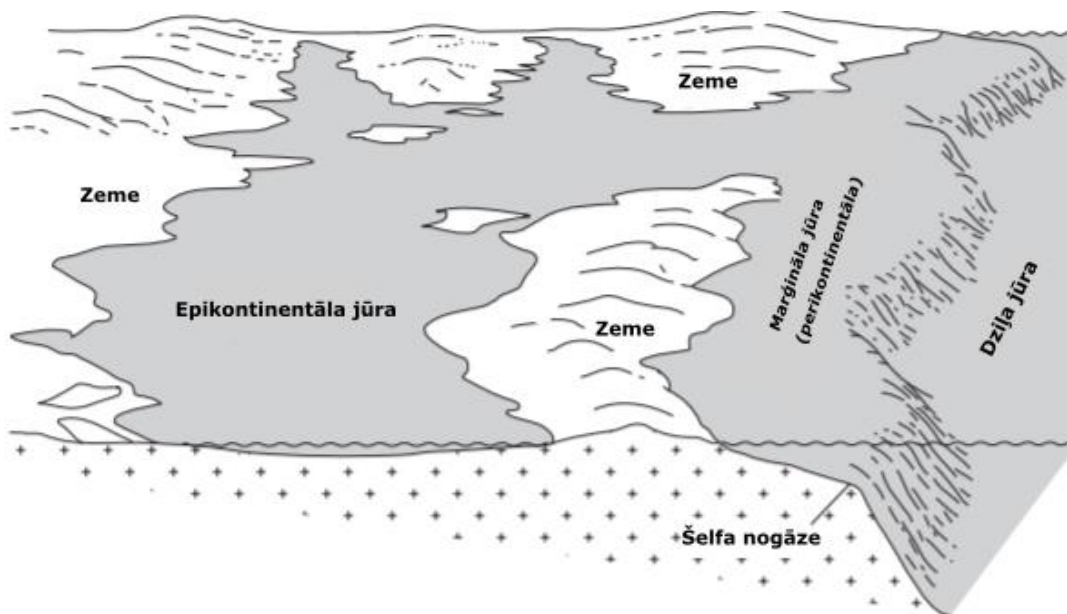
Stipinu svītas augšējā daļa - Bauskas rida - atbilst baseina maksimālajai transgresijai. Ridas apakšējo robežu iezīmē smilšainu dolomītu un domerītmerģeļu slāņkopa ar ihnofaunas, brahiopodu, t. sk. lingulīdu atliekām. Ļoti raksturīga Stipinu svītā ir brahiopoda *Theodosia semgalensis* klātbūtne (Kondratjeva et al. 2000).



1.4. attēls. Stipinu laikposma nogulumiežu izplatības un fāciju zonu karte (Sorokins, 1998). Apzīmējumi: 1 – konglomerāti, gravelīti, smilšakmeņi; 2 – māli; 3 – dolomītmerģeļi; 4 – dolomīti; 5 – metasomatiskie dolomīti, gliemeždolomīti; 6 – ģipsakmeņi; 7 – kaļķakmeņi; 8 – dolomitizēts kalkarenīts; 9 – organismu detrits; 10 – žūšanas plaisas; 11 – halīta gliptomorfozes; 12 – tārpu ejas; 13– onkolīti; 14 – mikroonkolīti; 15 – stromatoporas; 16 – četrstaru koraļļi; 17 – sūneņi; 18 – brahiopodi; 19 – gliemeži; 20 – nautiloīdi; 21 – Stipinu svītas nogulumu izplatības robežas mūsdienās; 22 – lūzumzonas; 23 – litoloģiski faciālo zonu robežas; 24 – diskordanta sagulumu robežas; 25 – jūras ūdens sāļums (a – normāls, b – mēreni samazināts, c – mēreni palielināts, d – stipri palielināts); 26 – aluviālie līdzenumi; 27 – piekrastes līdzenumi.

1.3. Karbonātiežu veidošanās jūrās

Latvijas teritorija devona periodā atradās Baltijas devona baseinā, kas pēc vairāku autoru viedokļa bija sekla epikontinentāla jūra (1.5. attēls) (Kypurc 1992; Brangulis et al. 1998). Jūrai bija mainīgs ūdens līmenis, tāpēc tā mēdza arī izzūt, kā rezultātā epizodiski nogulumos veidojās halīta pseidomorfozes.



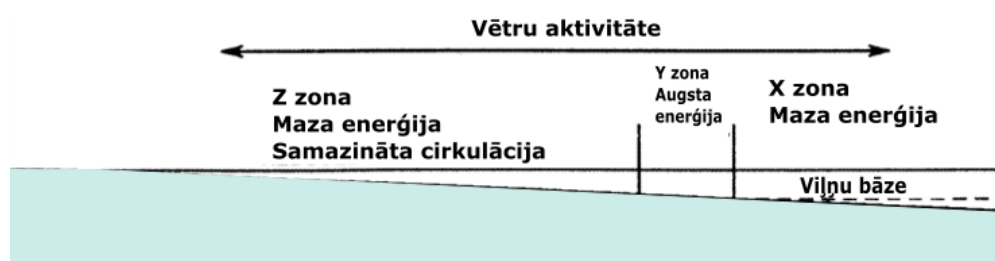
1.5. attēls. Shematisks dažāda veida jūru attēls (Heckel 1972, latviskojis autors).

Epikontinentālai jūrai ir raksturīga lēzenāka gultne nekā perikontinentālai (malas) jūrai. Epikontinentālo jūru garums un platums mēdz būt no 10 līdz pat 10 000 km garumā (Boggs 2012). Epikontinentālus baseinus bieži dala trīs daļās – X, Y, Z - atkarībā no ūdens dziļuma, vides enerģijas un virziena attiecībā pret atklātu jūru (1.6.attēls). Raksturīgās epikontinentālā šelfa pazīmes ir: plašas un seklas (zem 10 m); maz atsegta sauszeme; limitēta klastiskā materiāla pieplūde; limitēta saldūdens pieplūde; iztvaikošana; ierobežots savienojums ar okeānu; siltā klimatā labvēlīgi apstākļi organismu dzīvei un karbonātu izgulsnēšanās procesiem.

Zonā X notiek pakāpeniska pāreja no sekla uz salīdzinoši dziļu ūdeni. Šajā teritorijā atrodas vētru viļņu bāze. Šī zona parasti ir vairākus simtus kilometru plata, apstākļi mainās no atklāta šelfa uz daļēji norobežotu šelfu, nogulumu veidošanās ir atkarīga no ūdens dziļuma un vides enerģijas iezīmēm, fauna un nogulumi no dažādām sedimentācijas vidēm tur var būt sajaukti kopā (Sepm Strata S.a).

Zona Y ir salīdzinoši šaura, tai raksturīgas sēres un salas. Raksturīga pazīme ir mikrītiskā materiāla neesamība, jo viļņu enerģijas dēļ tas tiek pārvietots no šīs zonas. Šajā zonā ir plaši izplatīta karbonātiska smiltis.

Zonā Z ir plaša, tā pieguļ sauszemei. Šeit nogulas uzkrājas vidēja līdz paaugstināta sāļuma apstākļos, veidojas dolomīti un evaporīti, mēdz būt šķīdumi ar palielinātu magnija daudzumu (Sepm Strata S.a).



1.6. attēls. Epikontinentālas jūras gultne (Sepm Strata, latviskojis autors).

Seklas jūras ir tā sedimentācijas vide, kas ir visbiežāk aplūkota, apskatot dolomītu veidošanās mehānismus, jo iezīmē ir nepieciešami labvēlīga mineralizācijas un temperatūras attiecība ūdenī, lai būtu iespējama dolomīta veidošanās. Dolomīti gan veidojas nogulu un iežu pēcsedimentācijas izmaiņu ietekmē, bet seklās jūrās plaši notiek arī kalcija karbonātu nogulu uzkrāšanās. Seklās jūrās nogulsnešanos nosaka viļņu un plūdmaiņu ietekme, kas nogulumiežos saglabā pazīmes par viena vai otra procesa dominanci. Visaktīvākais ūdens režīms ir piekrastē, kur ir lielākā straumju un viļņu enerģija. Seklās jūras dziļākajā vietā (aptuveni 60 m dziļumā) parasti uzkrājas mālainas daļiņas, jo ūdens šajā dziļuma intervālā ir mierīgs, taču ne vienmēr tā ir izšķirošā pazīme, lai noteiktu joslu, kurā ir novērojama nogulsnešanās.

Latvijā devonā vismaz epizodiski varēja eksistēt lagūnas tipa apstākļi. Lagūna ir sekls baseins, kas ir norobežots ar sauszemes strēlēm, nērijām no jūras. Tropu, subtropu un ekvatoriālajā zonā lagūnās iztvaikošanas un norobežošanās no atklātiem baseiniem dēļ var pieaugt ūdens sāļums. Šo lagūnām raksturīgo apstākļu ietekmē tām raksturīgie nogulumieži ir ģipši, halīts, dolomīts, anhidrīts un citi.

Ja sāļūdens koncentrācija ir lielāka par saldūdens, tad lagūnā ir labvēlīgāki apstākļi evaporītu nogulsnešanai. Baseina vidū būs vislielākais ūdens sāļums, pretstatā okeāna malai no kuras ieplūst saldūdeņi baseinā. Šādu ūdeņu iztvaikošana var radīt “buļļa acs” tipa evaporītu baseinu, kur baseina vidū izgulsnējas halīti, ar nosacījumu, ka vidū ir vissālākā vieta. Savukārt joslā ap visa baseina ārējo malu, kur ūdeņi ir atšķaidīti ir liela varbūtība nogulsnēties karbonātiskām nogulām. Ūdens pieplūde var būt arī no porām un plaisām lagūnas barjerifā vai caur šauriem kanāliem, kas savieno jūru ar lagūnu. Lagūnās ir būtiska nozīme plūdmaiņu svārstībām, kas ietekmē baseina ūdens piegādi lagūnai. Evaporītu uzkrāšanās apjoms ir mainīgs, jo tas norāda uz sedimentācijas procesu cikliskumu (Nichols 2009).

Sebhas (no arābu val. *sabkha*) ir zemi piekrastes līdzenumi, kuros ir raksturīga ūdens īslaicīga pieplūde vētru vai plūdmaiņu rezultātā, kuros raksturīga ļoti augsta iztvaikošana. Lai veidotos sebhas, ir nepieciešami arī klimatiskie apstākļi, reizēm tās ir daļa no lagūnām. Galvenie faktori, kas veicina to attīstību, ir sāļā ūdens pieplūde no jūras, kā arī pazemes ūdeņu infiltrēšanās (Nichols 2009).

Nogulās parasti veidojas ģipsis un anhidrīts, taču Zemes virspusē mēdz kristalizēties arī citi sāļi. Tā kā ar sāļiem koncentrētākie nogulumi izgulsnējas tuvāk Zemes virspusei, var raksturot sebhas veidojumu izgulsnēšanās secību, kas ir atkarīga no ūdens sāļuma pazemē. Ātrāk un dziļāk izgulsnēsies ģipsis, tad sekos anhidrīts, bet sebhas virsējo garozu veidos halīts vai citi sāļi. Sedimentācijas procesā pirms evaporītiem var būt nogulsnēti arī karbonāti, māls un arī smilts (Nichols 2009).

Sebhām līdzīgi apstākļi mēdz būt arī iekšzemes reģionos, tādi ir daudzi ezeri, kas sastopami tuksnešos un kuriem ir raksturīga sezonāla ūdens pieplūde. Lai būtu iespējama evaporītu nogulsnešanās, tad ūdenim ir jābūt notecei uz iekšzemes baseinu, nevis jūru, būtiska ir arī pazemes ūdeņu kapilārā pacelšanās. Sebhas ir sastopamas nepastāvīgās vietās – tādās, kā izžūstošie ezeri, kur ūdens daudzums mainās sezonāli. Dažās no iekšzemes sebhām sāļie ūdeņi ilgstoši iesūcas zemē, kur sajaucas ar saldūdeni. Pasaulē ir sastopamas arī sebhas, kuras sevi baro tikai no pazemes ūdens pieplūdes (Fairbridge, Bourgeois 1978).

Karbonātu sedimentāciju mēdz ietekmēt viļņu, ūdens straumju un plūdmaiņu procesi. Plūdmaiņas ir jūras līmeņa paaugstināšanās un samazināšanās Saules, Mēness un Zemes gravitācijas spēka ietekmē. Visaktīvākās plūdmaiņas parasti ir novērojamas, mijiedarbojoties Zemes un Mēness gravitācijai. Tās parasti ietekmē teritoriju, kas atrodas atklātā okeānā vai arī piekrastes teritoriju. Plūdmaiņas izraisa straumes, kas ūdens līmeni paaugstina vai tieši pretēji pazemina (Reddy, Affholder 2002).

Plūdmaiņu cikli uz Zemes notiek katru dienu, taču, atkarībā no ģeogrāfiskā stāvokļa tie norisinās biežāk vai retāk. Tie mēdz būt nevienmērīgi, bet mēdz arī būt vienmērīgi un atkārtoties regulāri. Līmeņa svārstības starp paisumu un bēgumu sauc par plūdmaiņu amplitūdu, kas nosaka spēku un enerģiju, kas ietekmēs nogulumus un gultnes reljefa formas. Šādi cikli ir arī noritējuši pagātnē, par ko liecina iežos konstatētās tekstūras (Nichols 2009). Ietekmi uz paisuma – bēguma sedimentāciju var novērot pēc šādām tekstūrām:

- slīpslāņojuma virzienu izmaiņas – liecina par straumju plūšanas virzienu, to dinamiskumu.
- žūšanas plaisas – tās liecina par periodisku applūšanu, tādējādi kalpo par indikatoru par bēguma notikumiem;
- māla kārtiņas uz slīpajiem slāņiem - veidojās vai nu maksimālā paisuma vai minimālā bēguma laikā, kad ir mierīga vide. Pēc to izveidošanās mālu ir grūti izskatīt.
- halīta pseidomorfozes – liecina par ļoti seklu ūdeni un subaerālo atsegšanos, kas var atbilst bēguma posmiem (Nichols 2009).
- plūdmaiņu ritmīti – liecina par biežām un intensīvām ūdens plūsmas izmaiņām kanālu ietvaros (Darlymple et al. 2010).

1.4. Dolomītu veidošanās modeļi un to problemātika

Mūsdienās joprojām nav konkrēti zināms, kā tieši veidojās dolomīts, taču pastāv vairāki modeļi par to, kā tas varētu notikt. Mūsdienās kā aktuālākais modelis ir dolomitizācija mikroorganismu ietekmē, kas novērots Brazīlijā, kur mūsdienās nogulsņējas dolomīts. Tas veidojas sulfātreducējošo baktēriju ietekmē, kuru darbībai ir nepieciešama pietiekami liela un pastāvīga SO_4^{2-} piegāde, kā arī samērā augsta iztvaikošana, līdz ar to šādi apstākļi ir iespējami jūrās un to lagūnās ar siltu, sāļu ūdeni (Stinkule, Stinkulis 2015).

Tiek izvirzīti arī citi modeļi, kā, piemēram, evaporītu (sebhas) modelis, kuram atbilstoši dolomīts ir veidojies arīdā klimatā seklu jūru litorālajā un supralitorālajā zonā, kā arī lagūnās un ezeros ar paaugstinātu ūdens sāļumu. Cauršūšanās – atplūdu dolomitizācijas modelis apraksta to, ka dolomitizējošie šķidrums ir lagūnas ūdeņi vai arī litorālā līdzenuma poru ūdeņi, kuros pēc iztvaikošanas notikusi ģipša nogulsņēšanās, tā rezultātā paaugstinājusies Mg un Ca attiecība. Šie salīdzinoši blīvie ūdeņi filtrējušies zemāk iegulošajos karbonātos nogulumos, kuru poru ūdeņu blīvums ir mazāks. Ūdeņi ar augstu magnija saturu un zemu sulfāta saturu ir izraisījuši kalcija karbonātu dolomitizāciju (Stinkulis 1998).

Jaukto atmosfēras un jūras ūdeņu dolomitizācija ir modelis, kuram atbilstoši dolomīta veidošanās notikusi kontinentālo gruntsūdeņu un jūras ūdeņu sajaukšanās zonā. Dolomīts jūras ūdenī ir augstākā pārsātinājumā nekā kalcīts. Jūras ūdenim sajaucoties noteiktās attiecībās ar gruntsūdeņiem, tas vēl joprojām paliek pārsātināts attiecībā pret dolomītu, bet nepiesātināts attiecībā pret kalcītu, tādējādi radot termodinamiskus priekšnoteikumus dolomīta ģenēzei. Šis modelis gan ir kritizēts saistībā ar tā neatbilstību dabā esošajiem nosacījumiem, kuros sākas dolomīta veidošanās (Stinkulis 1998).

Dolomitizācija slāņkopu iegrimšanas rezultātā – vadošais šī modeļa darbības mehānisms ir šelfa dziļākās daļas mālaino nogulumu atūdeņošanās un minerālā sastāva izmaiņas nogulumiem noblīvējoties, kā rezultātā ar Mg^{2+} bagātinātie fluīdi ieplūst blakus iegulošajos seklāka ūdens karbonātos nogulumos. Šis modelis nevar tikt attiecināts uz Latvijas dolomītiem sakarā ar biezu māla slāņkopu trūkumu un pārāk mazu iegrimšanu ģeoloģiskās attīstības vēsturē (Stinkulis, Stinkule 2015)

Dolomitizācija no jūras ūdens pamatojas uz pieņēmumu, ka jūras ūdens ar salīdzinoši mazām sastāva izmaiņām var kļūt par dolomitizējošu šķīdumu. Vajadzīgi ir tikai apstākļi, kas liek ūdenim cirkulēt caur kaļķakmeņu slāņkopām (Stinkulis 1998).

1.5. Fācijas un to analīze

Fācijas jēdziens ir sens, jo to tas tika lietots, lai varētu sekmīgi apkopot un interpretēt nogulumiežu pazīmes. Fācijas jēdziens pirmo reizi tika lietots 1838. gadā, kad to ieviesa šveicietis A. Gresli, taču 1973. gadā kanādiešu ģeologs Midltons tā būtību papildināja (Reading 1996).

Fācija ir iežu sakopojums, kuram ir specifiskas īpašības. Tā var būt viens slānis vai pat vairāki, kuri atkārtojas. Idealizētā gadījumā fācija ir noteikts ieža veids, kurš ir veidojies konkrētos sedimentācijas apstākļos. Nereti fācijas tiek sadalītas mazākās vienībās – sīkfācijās, kā arī fācijas tiek apvienotas fāciju asociācijās. Tās tiek grupētas un nodalītas balstoties uz ieža tipu, krāsu, sagulumu, sastāvu, struktūru, fosilijām un tekstūrām. Pēc noteiktām pazīmēm mēdz nodalīt specifiskas fācijas, piemēram biofācijās, kur galvenā komponente ir augu, dzīvnieku un to pazīmju daudzums. Ja attiecīgajā slānī nav sastopamas fosilijas vai to daudzums ir niecīgs, kā arī uzsvars ir uz fiziskām un ķīmiskām īpašībām, tad tās tiek sauktas par litofācijām. Apzīmējums fācijām ir atkarīgs no aprakstītā un izpētītā griezuma. Pamatojoties uz to, ka karbonātiežu struktūru var precīzi raksturot plānslīpējumā mikroskopā,

karbonātiežiem bieži vien tiek lietots termins mikrofācijas. Lai arī pielietojums ir daudzveidīgs, tomēr vārds "fācija" lai gan ir aprakstošs, tiek pielietots, spriežot par attiecīgā nogulumieža ģenēzi, proti, par procesiem, kas varētu būt notikuši, veidojot iezi (Reading 1996).

Savstarpējā saikne starp divām fācijām ir būtiska, lai varētu izvirzīt teoriju par vidi, kurā attiecīgie nogulumi ir veidojušies. Ja modelētu situāciju un karbonātiežu slāņkopā būtu smilšakmens starpslānis, tas liecinātu tomēr par citu sedimentācijas vidi, kā arī tā tiktu citādāk interpretēta nekā pārējā slāņkopā. Lai varētu fācijas grupēt, tad tām ir jābūt saistībai arī ar citiem slāņiem, proti, tiem jābūt līdzīgām īpašībām, pazīmēm, lai tās varētu sagrupēt un nodēvēt par fāciju asociāciju. Fāciju asociāciju nodalīšana sniedz papildus pierādījumus par attiecīgo slāņkopu, jo ļauj raksturot sedimentācijas procesu izmaiņas vai ciklisku atkārtanos. Būtiski ir tas, ka fāciju asociāciju nodalīšana padara vieglāk interpretējamu vidi, nekā katra atsevišķa slāņa interpretācija. Par sedimentācijas vides izmaiņām mēdz liecināt erozija vai sedimentācijas pārtraukums (Reading 1996).

Visbiežāk fāciju asociācijas tiek nodalītas divos posmos – fāciju atpazīšana un apvienošana asociācijās. Ja fācijas likumsakarīgi mainās konkrētā ģeoloģiskajā griezumā, to sauc par fāciju secību (Nichols 2009).

Fācijas ir jānosauc tā, lai nosaukumi būtu viegli uztverami un pamatoti. Tās var apzīmēt ar burtu vai ciparu, piemēram, "fācija A", taču tas nerada priekšstatu par to, kā tā veidojusies. Veids, kā labāk apzīmēt fācijas, ir tām dodot konkrētāku nosaukumu, piemēram, "slīpslāņota smilšakmens fācija". Lai fācijām nedublētu nosaukumus, ir arī vēlams pārdomāt nosaukumā lietotos īpašības vārdus (Nichols 2009).

1.6. Pētīto atsegumu un teritorijas vispārīgs raksturojums

Stipinu svītas nogulumu atsegumi ir trīs reģionos – no Sabiles līdz Kandavai, Iecavas apkārtnē un Bauskas apkārtnē. Šo reģionu ietvaros Stipinu svītas nogulumu atsegumi ir nelielos attālumos viens no otra. Sabiles-Kandavas posmā starp tālāk izvietotajiem atsegumiem (no Abavas atseguma līdz Avotnieku atsegumam) ir 5 km. Bauskā situācija ir līdzīga, kur aptuveni 6 km attālumā no pilsētas centrā esošajiem atsegumiem atrodas Jumpravas atsegums, savukārt Iecavā vislielākais attālums starp atsegumiem ir 2 km.

Sabiles–Kandavas posmā tika pētīti 4 atsegumi: Avotnieku, Langsēdes, Kalnmuižas un Abavas Velnalas. Šis atsegumu komplekss atrodas Kandavas novadā, Abavas senlejā, kur tuvākā apdzīvotā vieta ir Sabile, kura atrodas no Avotnieku atseguma 3 km attālumā. Avotnieku, Langsēdes un Kalnmuižas atsegumi atrodas Matkules pagastā, savukārt Abavas Velnalas atsegums atrodas Kandavas pagastā. Iecavas atsegumu komplekss ir izvietots Iecavas novadā, Zemgales līdzenumā, Iecavas pilsētā. Bauskas atsegumu komplekss atrodas Zemgales līdzenumā un to nosacīti var dalīt divās daļās – Mežotnes un Bauskas daļa. Bauskas pilsētā ir divi atsegumi: Mēmeles un Mūsas. Savukārt Mežotnes pagastā, Jumpravas ciemā Lielupes labajā krastā atrodas Jumpravas atsegums, bet turpat Lielupes kreisajā krastā atrodas Ziedoņa atsegums, kurš gan šajā darbā netika apskatīts. Apraksts par atsegumiem tika veikts, balstoties uz savstarpējo attālumu starp objektiem un to, kuras upes krastos atsegumi atrodas.

1.6.1. Imulas upes krastu atsegumi

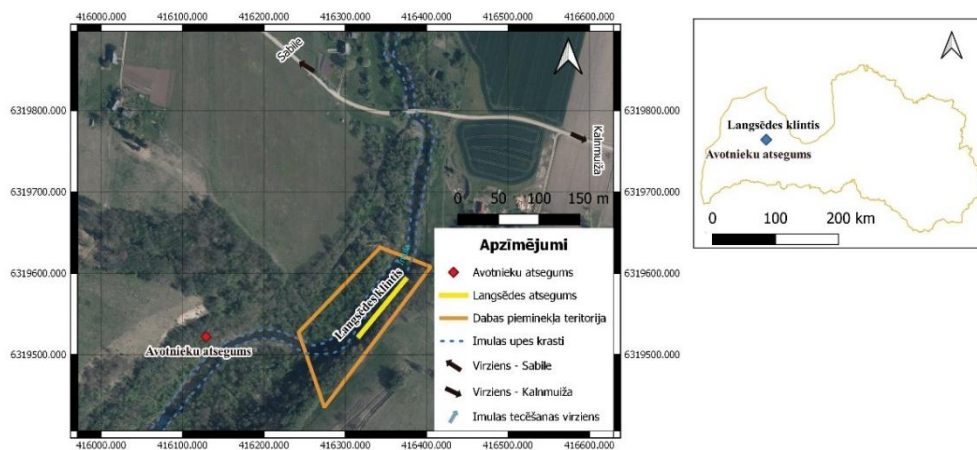
Imulas upes krastos atsedzas divi atsegumi – Avotnieku un Langsēdes (1.7. attēls). Katrs no šiem atsegumiem atrodas citā upes krastā: Avotnieku atsegums ir kreisajā, bet Langsēdes – labajā krastā. Savstarpējais attālums ir aptuveni 100 m taisnā virzienā.

Lai nokļūtu līdz Langsēdes atsegumam no vietas pie Imulas upes, kurā ir uzstādīta informatīvā zīme un ir auto stāvlaukums, jādodas pa Imulas taku dienvidu virzienā, kur pēc aptuveni 300 m Langsēdes atsegums būs redzams nogāzes malā. Ja nepieciešams to apskatīt pilnā griezumā, tad jānokāpj lejā par stāvo nogāzi, kur pašā atseguma apakšā atsedzas Ogres svītas smilšakmeņi, taču virs tiem atsedzas dolomīti. Langsēdes atsegums ir pazīstams arī kā Imulas atsegums un Langsēdes klintis, jo atsegumā atsedzas visa Imula rida, tādējādi tas uzskatāms par šīs ridas stratotipu. Par klintīm tas tiek dēvēts, jo tā pilns stratotips atsedzas 250

m garā Imulas upes stāvkrastā. Tā atseguma pamatne, kurā ir dolomīti, atrodas 44 m v.j.l. pēc GPS datiem un topogrāfiskās kartes LĢIA mējaslapā 1:10 000.

Avotnieku atsegums atrodas aptuveni 400 m no informācijas dēļa. Lai turp nokļūtu, ir jāšķērso privātpašumu, kā arī krūmāji Imulas upes krastā. Atseguma augstums ir 3 m, taču ziemā un rudenī daļa no šī atseguma nav redzama, jo augšējā daļa aktīvi drūp, kā arī no augsnes virskārtas un citu slāņu starpkārtām ir novērojami māla izgulsnējumi. Atseguma nosaukums aizgūts no tuvumā esošu māju nosaukuma. Avotnieku atseguma pamatne ir 50 m v.j.l. pēc GPS datiem un topogrāfiskās kartes LĢIA mējaslapā 1:10 000.

Līdzšinējie pētījumi par Imulas atsegumiem ir galvenokārt skāruši Ogres svītas smilšakmeņus, kuros ir arī atrastas bronzivju *Bothriolepis maxima* fosilijas (Ozola 2010). Ir arī Stipinu svītas karbonātiežu un mālaini karbonātisko iežu pētījumi, kuros ir novērotas halīta pseidomorfozes (Barkānovs 2008), žūšanas plaisas, kā arī izdarīts secinājums, ka virzienā uz griezuma augšējo daļu ir aizvien vairāk sīkas organismu atliekas un kavernas. Stipinu svītas apakšējā daļā ir palielināts māla daudzums, vietām sastopams dolomītmerģelis. Par šo svītas apakšējo daļu ir izteikts viedoklis, ka vide ir bijusi no ļoti sekla ūdens līdz subaerālās atsegšanās apstākļiem (Stinkulis, Karušs 2009). Literatūrā minēts, ka abi no šiem atsegumiem atrodas depresijā starp Ziemeļkursas un Dienvidkursas augstienēm (DAP 2010.).

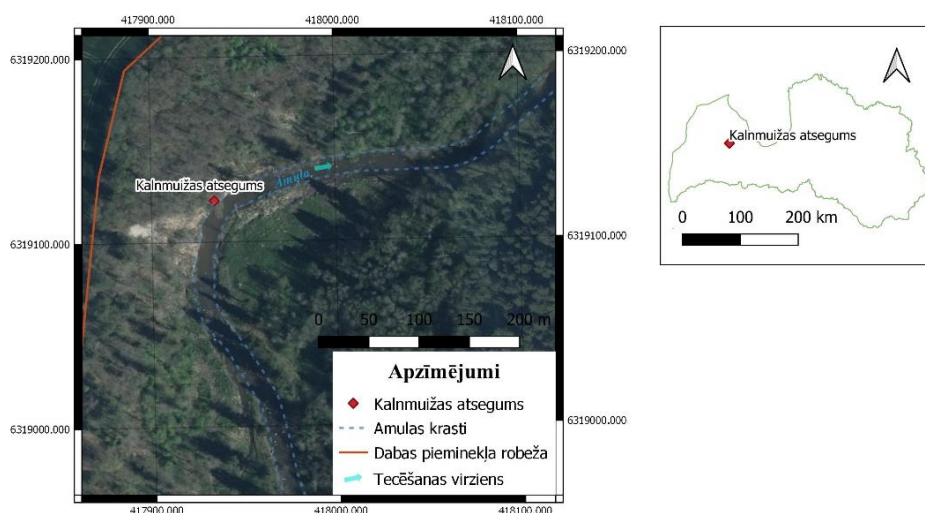


1.7. attēls. Avotnieku un Langsēdes atsegumu atrašanās vietas. Pa labi esošā karte norāda to atrašanos Latvijas teritorijā. Kartes sagatavošanā izmantota: 6. cikla ortofoto (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2016).

1.6.2. Kalnmuīžas atsegums

Kalnmuīžas atsegums atrodas Amulas labajā krastā (1.8.attēls). Jāatzīmē, ka augsta ūdens līmeņa apstākļos šo atsegumu nevar redzēt pilnā augstumā.

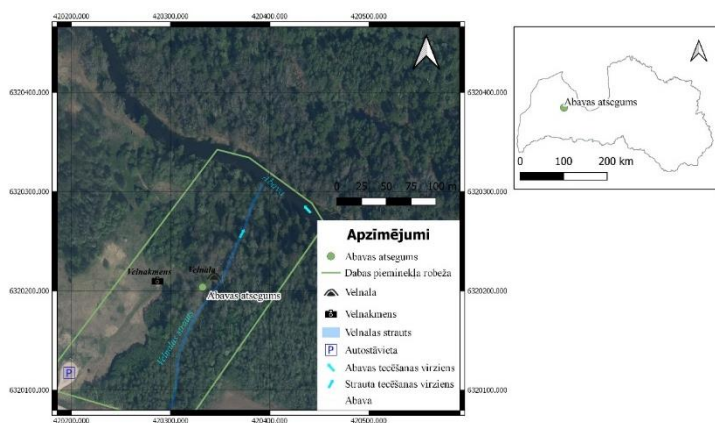
Šis atsegums ir ieguvis nosaukumu no muīžas, kas atrodas uz kalna (Kalnmuīža). Vēl viens nosaukums “Kalnmuīžas krauja” neattiecas šo atsegumu, bet gan uz plašāku teritoriju, kur bez šī objekta ir vēl viens atsegums. Kalnmuīžas kraujas noteiktas kā aizsargājams ģeoloģiskais objekts kopš 1957. gada (Ozola 2010). Šīs kraujas pamatne ir 46 m v.j.l. pēc LĢIA kartēs redzamajām reljefa horizontālēm. Stipinu svītas nogulumieži, līdzīgi kā atsegumos Imulas krastos tur ir maz pētīti. Līdzšinējie pētījumi ir vairāk bijuši par Ogres svītas nogulumiežiem. Iepriekšējie pētījumi liecina par to ka Kalnmuīžas kraujā Imulas ridā nogulumos ir halīta gliptomorfozes un pseidomorfozes. Savukārt augšējā atseguma daļā Bauskas ridas dolomītos ir sūneņi, kā arī kalkrenīti (Sorokins 1995).



1.8. attēls. Kalnmuīžas atseguma atrašanās vieta. Pa labi esošā karte norāda tā atrašanos Latvijas teritorijā. Kartes sagatavošanā izmantota: 6. cikla ortofoto (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2016).

1.6.3. Abavas Velnalas atsegums

Pie Abavas Velnalas ir atsegums, kuram garām tek mazs strauts un kurā ir sastopami dolomīti (1.9. attēls). Atsegums ir ieguvis savu nosaukumu no alas, kas turpat blakus ir izveidojusies Ogres svītas smilšakmeņos. Atsegums ir maz pētīts līdzīgi kā atsegumi Amulas un Imulas upes krastos, šeit galvenokārt ir pētīti Ogres svītas smilšakmeņi.

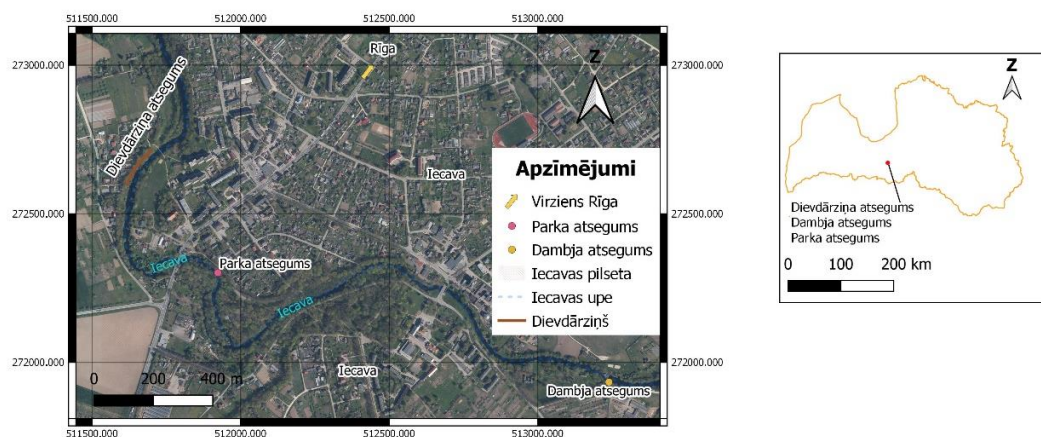


1.9. attēls. Abavas atseguma atrašanās vieta. Pa labi esošā karte norāda tā atrašanos Latvijas teritorijā. Kartes sagatavošanā izmantota: 6. cikla ortofoto (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2016).

1.6.4. Iecavas atsegumi

Atsegumi, kas izvietojušies gar Iecavas upi, ir sastopami vairākās vietās, taču pētījumā ir apskatīti lielākie un pieejamākie no tiem (1.10. attēls). Atsegumi savstarpēji atrodas viens no otra 1.8 km attālumā. Dievdārziņa un Dambja atsegums atrodas upes kreisajā krastā, savukārt Parka atsegums labajā krastā. Visi atsegumi atrodas Iecavas pilsētas teritorijā.

Līdzšinējie pētījumi par Iecavas pilsētas teritorijā atsegtajiem atsegumiem netika atrasta, taču ir bijuši pētījumi par Iecavas novada teritorijā esošo Akmenscūciņu karjeru - viens maģistra darbs (Adamenko 2008). Šajā darbā tika izdalītas 6 fācijas, no kurām dažas ir korelējamas ar Iecavas pilsētā Stipinu svītas nogulumiežos nodalītajām fācijām.

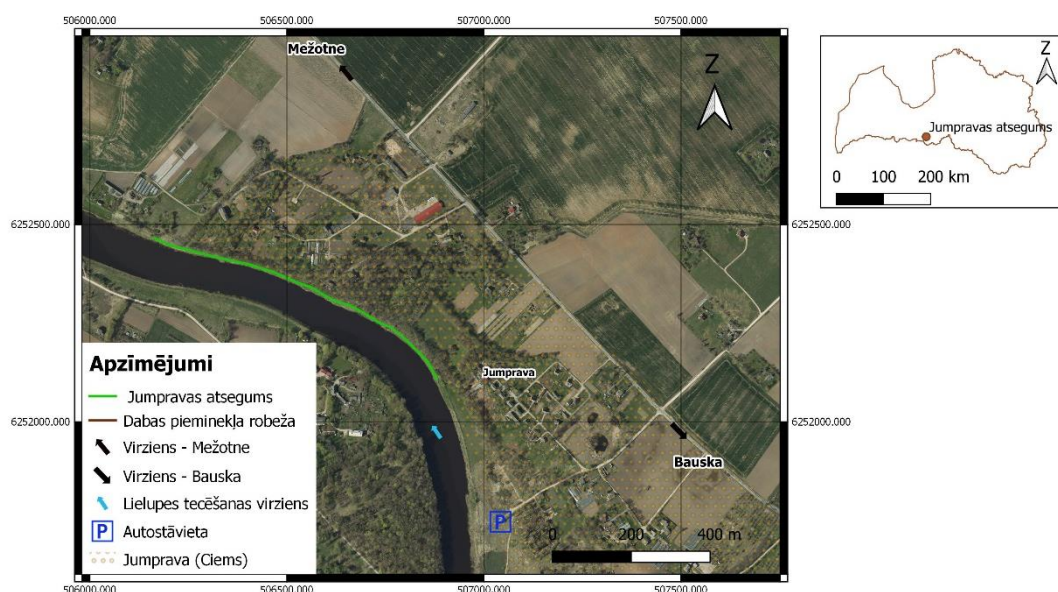


1.10. attēls. Dambja, Dievdārziņa un Pārka atsegumu atrašanās vietas. Pa labi esošā karte norāda to atrašanos Latvijas teritorijā. Kartes sagatavošanā izmantota: 6. cikla ortofoto (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2016).

1.6.5. Jumpravas atsegums

Lielupes labajā krastā ir izvietojies viens no Latvijas teritorijā esošajiem, ar fosilijām bagātākajiem Stīpinu svītas atsegumiem (1.11. attēls). Daļa no atseguma teritorijas atrodas privātīpašumā, taču šis atsegums ir aizsargājams ģeoloģisks piemineklis. Atseguma augstums ir vislielākais, proti 5 m, tā augšējā daļā, bet Lielupes lejteces virzienā Jumpravas atseguma augstums samazinās.

Jumpravas atsegums no visiem Stīpinu svītas nogulumiežu atsegumiem ir visvairāk pētītais un aprakstītais. Maģistra darbā to ir pētījusi Māra Lapsele un izdalījusi Jumpravas atsegumā Stīpinu svītā 5 slāņus. Savā darbā viņa secinājusi, ka Stīpinu svītas dolomītu mehāniskā izturība palielinās virzienā uz dienvidiem – Lietuvas virzienā (Lapsele 2016). Internetā pieejamā informācija liecina, ka Stīpinu svītas karbonātieži ir veidojušies normāla sāļuma jūrā, kurā periodiski ir attīstījušās plūdmainīgu zonas vai lagūnas apstākļi. Domājams, tā ir bijusi norobežota baseina daļa. Dolomītiem ir raksturīgas organismu ejas, kas dolomītu šķīšanas rezultātā labi izceļas ieža virsā, brahiopodu, sūkļu (t.sk. stromatoporu), kā arī gliemežu atliekas (DAP 2010).

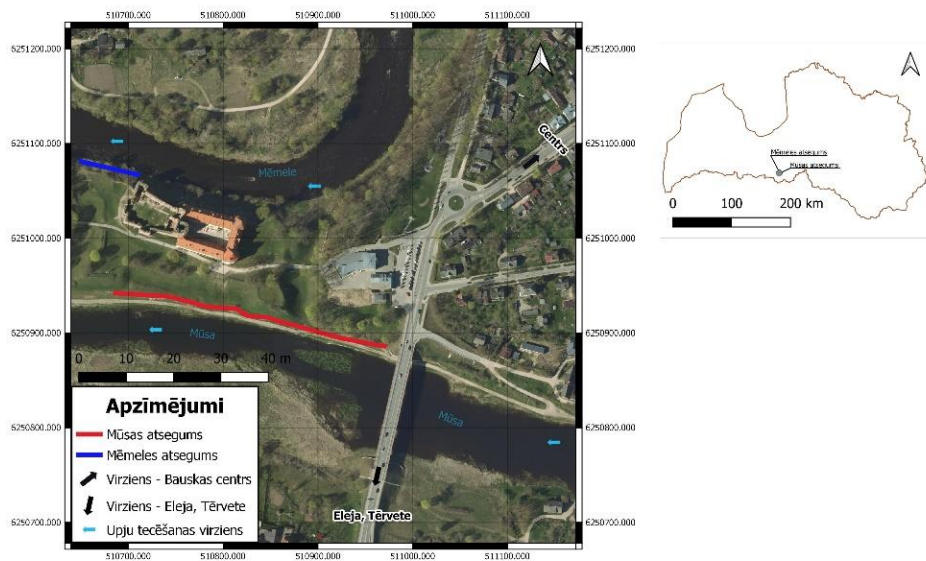


1.11. attēls. Jumpravas atseguma atrašanās vieta. Pa labi esošā karte norāda tā atrašanos Latvijas teritorijā. Kartes sagatavošanā izmantota: 6. cikla ortofoto (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2016).

1.6.6. Mūsas un Mēmeles atsegums

Abi atsegumi atrodas Bauskas teritorijā savstarpēji nelielā attālumā, katrs citā upes krastā (1.12. attēls). Savstarpējais attālums ir 100 m, šos abus atsegumus vidū atdala Bauskas pils. Mēmeles atsegums ir norādīts kartē kā neliels līnijobjekts, jo tā platums ir 10 m un pārējā daļa ir betonēta, lai stiprinātu pils pamatus. Savukārt, Mūsas atsegums atzīmēts ir kā garāka josla, jo tas ir 300 m garš un izvietots upes labajā krastā.

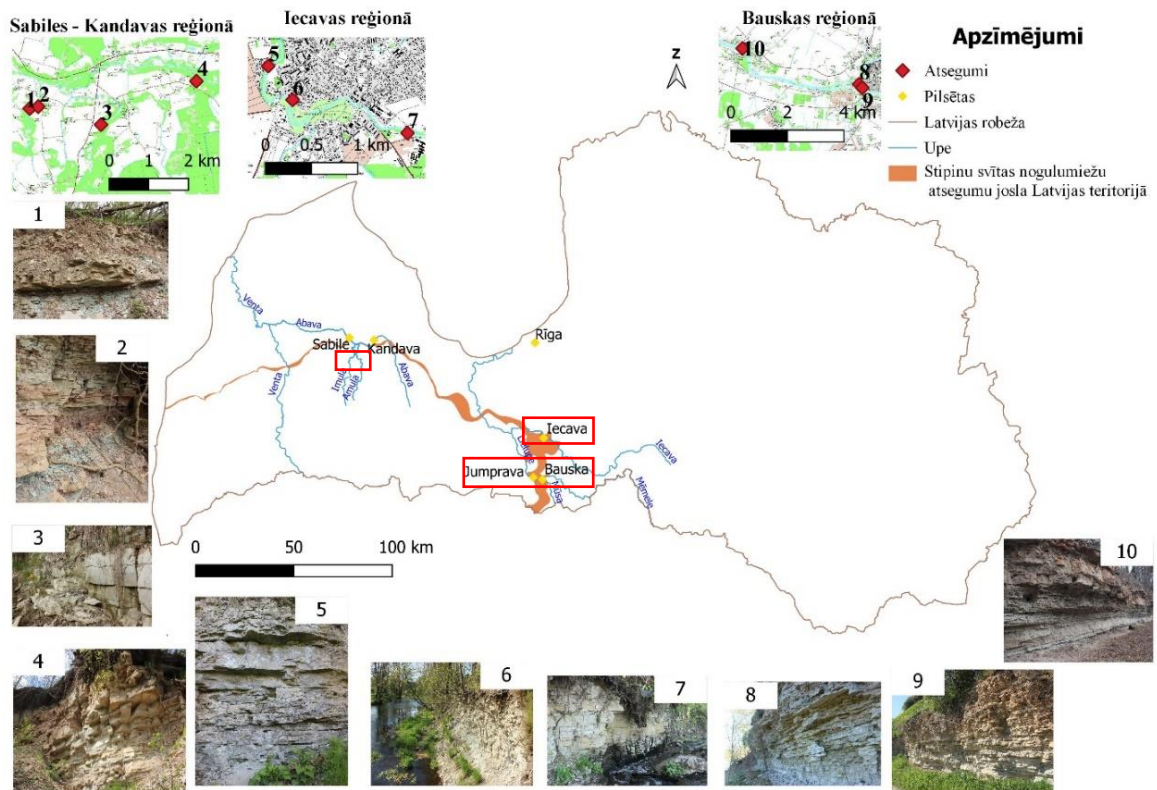
Atsegumi ir mazizpētīti, taču tie ir ģeoloģiskas nozīmes aizsargājami dabas pieminekļi. Atsegtie dolomīti abos upes krastos ir līdzīgi Jumpravas atsegumam, proti, tajos ir sastopamas fosilijas, ripsnojuma tekstūras, kavernas, kā arī neliels māla saturs.



1.12. Mūsas un Mēmeles atsegumu atrašanās vietas. Pa labi esošā karte norāda to atrašanos Latvijas teritorijā. Kartes sagatavošanā izmantota: 6. cikla ortofoto (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2016).

2. MATERIĀLI UN METODEDES

Bakalaura darbs ir veikts šādā secībā: literatūras apzināšana un apkopošana, lauka darbi, kā arī datu interpretācija un analīze. Bakalaura darba rezultāti, galvenokārt balstās uz lauka darbiem 10 atsegumos, kuri izvietoti trīs dažādos Latvijas reģionos (2.1. attēls).



2.1. attēls. Pētīto atsegumu karte ar to ilustrācijām: 1 - Avotnieku atsegums, 2 – Langsēdes atsegums, 3 - Kalnmuižas atsegums, 4 – Abavas Velnalas atsegums, 5 – Dievdārziņa atsegums, 6 – Parka atsegums, 7 – Dambja atsegums, 8 – Mēmeles atsegums, 9 – Mūsas atsegums, 10 - Jumpravas atsegums. Brūnā josla Latvijas kartē parāda Stipinu svītas subaerālās atsegšanās teritoriju.

2.1. Literatūras apzināšana un apkopošana

Lai veiktu teorētisko pamatojumu, tad tika veikta dažādu literatūras avotu analīze, tajā skaitā npublicēto un elektronisko avotu apkopošana. Stipinu svītas un devona dolomītu

raksturošanai galvenokārt tika izmantoti S. Kondratjevas un V. Hodirevas (2000), A. un Ģ. Stinkuļu (2015), kā arī E. Lukševiča un līdzautoru darbi. Informācija par karbonātiežu veidošanos jūrās, fācijām un dolomitizācijas modeļiem tika analizēta no G. Nikolsa (1999) un H. G. Rīdinga (1996) grāmatām. Tika iepazīti nepublicētie darbi, kas izstrādāti laika posmā no 2008. – 2016. gadam un kuros raksturota Stipīnu svīta, piemēram, F. Adamenko un M. Lapseles maģistra darbi.

2.2. Lauka darbi

Lauka darbi tika veikti 3 posmos, katrā posmā papildinot informāciju, balstoties uz saviem novērojumiem un literatūrā pieejamajām norādēm un aprakstiem. Attiecīgi pirmajā lauka darbu posmā no 2019. gada 10. novembra līdz 20. novembrim tika apsekoti 6 atsegumi, kuru augstums ir relatīvi vislielākais. Savukārt 2020. gadā tika veikti atlikušie divi posmi - otrajā posmā lauka darbi veikti no 5. marta līdz 12. martam, kad tika apsekoti 9 atsegumi, savukārt trešajā posmā, proti no 2. aprīļa līdz 15. aprīlim tika apsekoti visi iepriekš apmeklētie 10 atsegumi. Šajos trīs posmos tika veikta atsegumu foto dokumentācija, GPS datu ievākšana, 10 ģeoloģisko griezumumu sagatavošana.

Lauka darbos izmantotie materiāli ir salokāmais mērlīnēns, mērlente, sālsskābe (HCl), lauku grāmatiņa, rakstāmpiederumi, āmurs, fotoaparāts, mājsaimniecības maisiņi, GPS Garmin eTrex 10x. Visi ģeoloģiskie griezumumi tika iezīmēti lauka grāmatiņā. Lai varētu noteikt slāņu biezumus, fosiliju lielumu, kā arī dažādu tekstūru izmērus, tika izmantoti mērīšanas piederumi. Atsegumu augstums tika noskaidrots dažādā veidā. Ja autors piedalījās darbos viens pats, tad augstumu noteica ar mērlenti, pamatojoties uz literatūras un topogrāfisko karšu iepazīšanu, ja divu cilvēku klātbūtnē, tad tika arī nivelēts. Dolomītu kristālu izmēri tika noteikti vizuāli, lai varētu precīzāk izdalīt slāņus. Katrā griezumā tika iezīmētas dolomītu tekstūras, fosilijas un citas pazīmes, kas varētu liecināt par nogulumu veidošanās apstākļiem. Katrā griezumā arī tika nodalītas tajā esošās fācijas.

2.3. Kamerālie darbi

Kamerālie pētījumi ietver lauku darbos iegūto datu vizualizāciju, apstrādāšanu, apkopošanu un novērtēšanu. Darba gaitā tika apsekoti tikai dabiski atsegušies atsegumi, iepazīta un apkopota informācija par Latvijas devona dolomītiem un to paveidiem. Tika

veidotas kartes ar programmu *QGIS 3.12.3*, savukārt griezumī zīmēti ar programmu *Inkscape v 0.92*.

Darbā izmantotās kartes ir LĢIA 6.cikla ortofoto pamatnes, kuras ir pieejamas Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes karšu servisā. Tika izmantota LĢIA topogrāfiskā karte mērogā 1:10 000, lai varētu izveidot ilustratīvo atsegumu karti.

2.1. tabula

Aprakstīto atsegumu koordinātas

Atsegums	Lejtecē esošā upe	Y	X
Jumpravas atsegums	Lielupe	56,41494	24,10859
Iecavas atsegums	Iecava	56,59755	24,18919
Mūsas atsegums	Mūsa	56,40286	24,17444
Mēmeles atsegums	Mēmele	56,4041	24,17262
Kalnamuižas krauja	Amula	57,00818	22,64808
Langsēdes atsegums	Imula	57,00818	22,64808
Avotnieku atsegums	Imula	57.011745	22.619337
Dambja atsegums	Iecava	56.591584	24.215265
Parka atsegums	Iecava	56.595010	24.194083
Abavas Velnalas atsegums	Velnalas strauts	57.018371	22.687527

3. REZULTĀTI

3.1. Fācijas

Fācijas tika nodalītas, jo pēc tām var spriest par nogulumiežu veidu sadalījumu ģeoloģiskajos griezumos un Stipinu svītas izplatības laukumā, kā arī par procesiem, kas ietekmēja nogulu uzkrāšanos. Pamatojoties uz lauka darbos apskatītajiem atsegumiem – Abavas Velnalas, Avotnieku, Dambja, Dievdārziņa, Jumpravas, Kalnmuižas, Langsēdes, Mēmeles, Mūsas, Parka – tika nodalītas fācijas, kā arī izdalītas fāciju asociācijas. No apskatītajiem 10 atsegumiem fāciju nodalīšanai noteicošie faktori bija atsegumā novērojamais ieža tips, tekstūras, ieslēgumi, un uzbūve. Izanalizējot visus objektus, tika identificētas un izdalītas 10 nogulumu fācijas:

- 1. fācija (F1) - biežplātņains dolomīts ar māla starpslāņiem
- 2. fācija (F2) – zils, mālains dolomīts ar halīta gliptomorfozēm
- 3. fācija (F3) - sarkans dolomītmerģelis ar dzelzs oksīdu- hidroksīdu joslām
- 4. fācija (F4) – karbonātisks, zils māls
- 5. fācija (F5) – sīkplātņains dolomīts ar dzelzs savienojumu un māla piejaukumu
- 6. fācija (F6) – dolomīts ar māla joslām, vidēji plātņains.
- 7. fācija (F7) – sīkplātņains, pelēks dolomīts ar māla starpkārtiņām
- 8. fācija (F8) – dolomīts ar viļņveida tekstūrām
- 9. fācija (F9) – kavernoza dolomīts ar fosilijām
- 10. fācija (F10) – biežplātņains dolomīts ar brekčijām

Nevienā no atsegumiem nebija sastopamas visas fācijas, turpretī nebija atsegumu, kur atsegtos tikai kāda viena fācija (3.1. tabula). Starp katru atsegumā esošo fāciju, kura atkārtojās, tomēr tika saskatītas reģionālas atšķirības. Atsevišķiem slāņiem tika ievietoti attēli izceļot fācijai raksturīgos elementus. Otrai, piektajai un arī astotajai fācijai ir ievietoti ģeoloģiskie griezumi, kur šī fācija vislabāk izceļas.



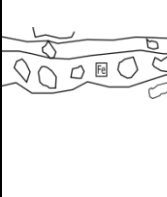
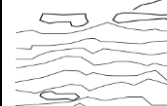


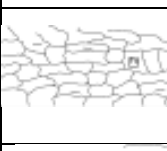

Fāciju izplatība atsegumos

Atsegumi	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Abavas Velnala										
Avotnieki										
Dambja										
Dievdārziņa										
Langsēdes										
Kalnmuīžas										
Jumpravas										
Mēmeles										
Mūsas										
Parka										

Fācijas tika sagrupētas vienā tabulā, lai varētu izprast kopsakarības starp to veidošanās apstākļiem (3.2 tabula). Tabulas pēdējā ailē ir dots nosaukums apzīmējumi, tas norāda uz atsegumu plātņu īpatnībām (ja tādas ir) pret citiem slāņiem. Vides interpretācija ir veidota no literatūras analīzes un autora interpretācijas par fācijā sastopamajiem elementiem.

Ģeoloģiskā griezumā ir ievietota informācija par atseguma biezumu, izdalītās fācijas, elementiem (tekstūras un ieslēgumi), ūdens līmeni paleobaseinā, ieža tips, kā arī piederība ridai. Apzīmējumi ir pievienoti, tikai pie pirmā atseguma – Langsēdes. Ūdens līmenis paleobaseinā ir autora interpretācija par tā kā ir attīstījušies notikumi. Paleolīmeņa interpretācija ir balstīta uz atsegumā sastopamajiem elementiem. Atsevišķās fācijās ūdens līmeņa interpretācija ir sarežģītāk noteikt, tāpēc to interpretējot tiek ņemta vērā apakšējā fācija, plātņu biezums.

Stipinu svītā nodalītās nogulumu fācijas un to raksturojums

Nr.	Fācija	Plātņu biezums (vidēji)	Tekstūra	Interpretācija	Apzīmēju mi (nav mērogā)
1F	Biezplātņains dolomīts ar māla starpslāņiem	15 cm	Ritmīti un haotiski vērstas tekstūras	Vidējā -augšējā plūdmaiņu zona. Iespējams lagūna	
2F	Dolomīts ar zilgana māla starpkārtām un halīta gliptomorfozēm	18 cm	Muldveida slīpslāņojums	Augšējā- vidējā plūdmaiņu zona. Iespējams sebha	
3F	Sarkans dolomītmerģelis ar dzelzs oksīdu- hidroksīdu joslām	7 cm		Vidējā līdz augšējā plūdmaiņu zona. Iespējams sebha	
4F	Karbonātisks zilais māls	5 cm	Māla sīkkārtojums horizontāli	Augšējā plūdmaiņu zona. Sebha	
5F	Sīkplātņains dolomīts ar dzelzs hidroksīdu un oksīdu, kā arī māla piejaukumu	12 cm	Haotiski vērstas tekstūras	Vidējā – augšējā plūdmaiņu zona. Lagūnas tipa apstākļi	
6F	Aleirītisks, vidēji plātņains dolomīts ar mainīgu māla piejaukumu.	20 cm	Māla sīkkārtojums horizontāli	Vidējā plūdmaiņu zona. Lagūnas tipa apstākļi	
7F	Sīkplātņains pelēks dolomīts, ar māla starpkārtiņām	8 cm	Māla sīkkārtojums horizontāli	Vidējā plūdmaiņu zona. Lagūnas tipa apstākļi	
8F	Dolomīts ar viļņveida tekstūrām	15 cm	Ritmīti	Vidējā – apakšējā plūdmaiņu	

				zona. Lagūna tipa apstākļi	
9F	Kavernozs dolomīts ar fosilijām	12 cm	Ritmīti	Vidējā – apakšējā plūdmaiņu zona. Rifi, lagūnas tipa apstākļi	
10F	Biezplātņains dolomīts ar brekcijām	26 cm	Ritmīti un haotiskas tekstūras	Apakšējā plūdmaiņu zona. Šelfa apstākļi	

1. fācija: Biezplātņains dolomīts ar māla starpslāņiem

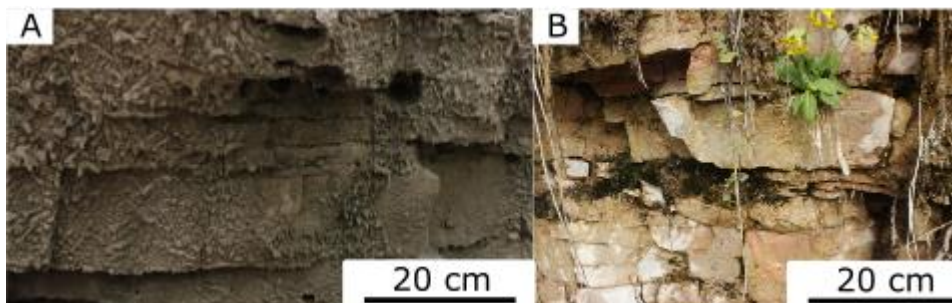
Sastopama: Kalnmuižas, Langsēdes atsegumos

Šī fācija iegul dažu apskatīto ģeoloģisko griezumu apakšējās daļās, bet lielākajā daļā griezumu netika atklāta, tāpēc pilns biežums no augšas līdz apakšai griezumā netika noteikts, taču vietās, kur šīs fācijas dolomīti atsedzās, to maksimālais biežums bija 1,30 m. Plātņu biežums ir mainīgs virzienā uz augšu – apakšējā daļā dolomīts ir 10-15 cm biezs, vidējā daļā no 15-25 cm biezs, savukārt augšējā daļā to pārsedz 9-15 cm biezas dolomīta plātnes. Šādi plātņu biežuma novērojumi tika atzīmēti Kalnmuižas atsegumā (4.1. attēls). Vidēji plātņu biežums ir no 13-17 cm. Dolomīts ir mehāniski izturīgs, gaiši pelēcīgs. Plātņu forma mainās virzienā uz augšu, proti, zemāk tā ir izteikti regulārāka – plātņu virsmas ir vairāk paralēlas, līdzēnas. Kalnmuižas atsegumā plātņu apakšējā daļā dolomīta plāksnēs ir novērojami ritmīti, tādējādi liecinot par plūdmaiņu ietekmi uz dolomīta nogulsnešanos. Uz plātnēm ir arī novērojamas dažādas tekstūras, kuru vērsums ir haotisks un tās neizdevās precīzāk noteikt. Viļņu ripsnojuma tekstūras tika nomērītas un secināts, ka ripsnojuma formu viena no ripsnojuma formu nogāzēm krīt dienvidaustrumu virzienā (uz 121°). Plātnes diezgan blīvi pieguļ viena otrai, lai gan virzienā uz augšu parādās māla starpkārtiņas.

Langsēdes atsegumā šīs fācijas veidojumi gandrīz visā garumā bija noklāti ar nobirām, taču atseguma ziemeļu daļā atsedzās dažas plātnes. Šo plātņu vērsums un iedalījums atbilda Kalnmuižas atsegumā nodalītā apakšējā slāņa apakšējai un vidējai daļai. Apakšējā daļā plūdmaiņu ritmītu tekstūras nevarēja labi noteikt māla klātbūtnes dēļ. Vidējā daļā dolomīta plātņu biežums ir 12-18 cm. Virzienā uz augšu ir novērojams vairāk māla.

Interpretācija: Šo fāciju pārstāv tīri karbonātieži, kuri visticamāk ir veidojušies seklā ūdenī, apakšējā plūdmaiņu zonā. Tomēr organismu atlieku un tekstūru trūkums neļauj izdarīt

precīzu slēdzienu par nogulumiežu veidošanās apstākļiem. Māla starpkārtas norāda uz šī smalkā sanešu materiāla pieplūdes nelielu palielināšanos laika gaitā, taču ir grūti spriest par ūdens dziļuma iespējamām izmaiņām (Tucker 1990).



4.1. attēls. Pirmās fācijas vidēji plātņaini dolomīti: A- Langsēdes atsegumā, B - Kalnmuižas atsegumā.

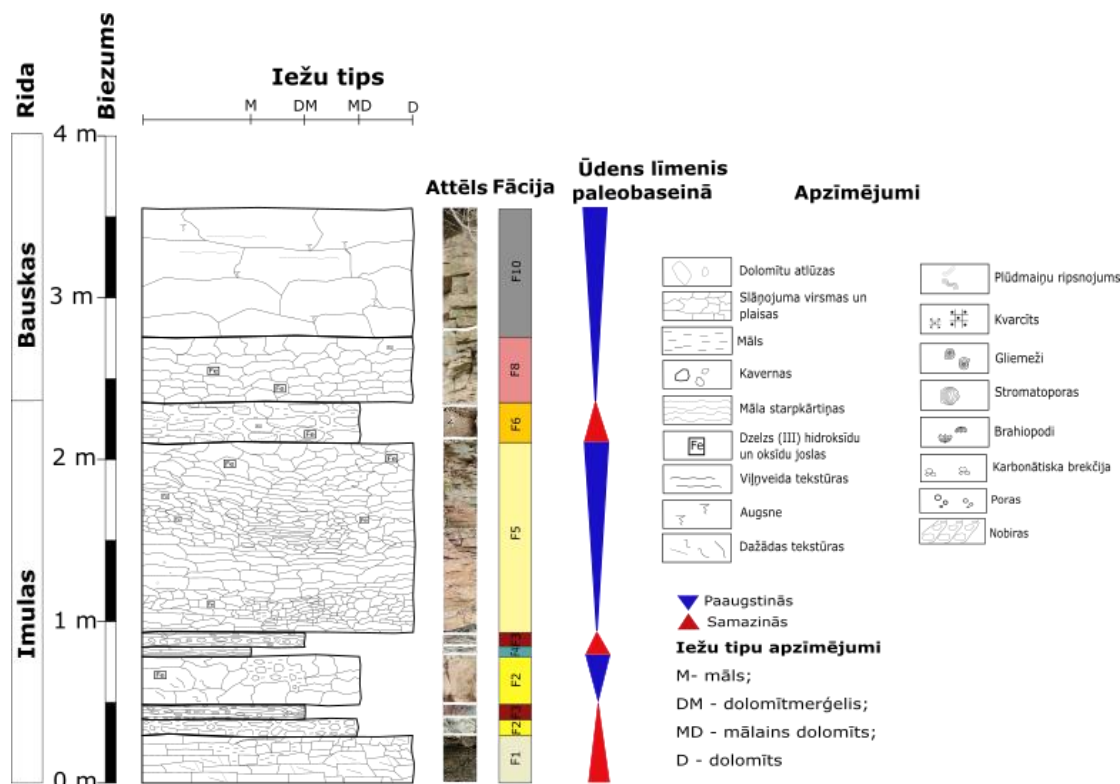
2. fācija: Dolomīts ar zilgana māla starpkārtām un halīta gliptomorfozēm

Sastopama: Abavas, Avotnieku, Langsēdes, Kalnmuižas atsegumos

Šīs fācijas nogulumiežu biezums ir neliels – līdz 10 cm. Raksturīgi ir dolomīti ar daudzām zila māla starpkārtām, atsevišķās vietās ir izsekojamas lēzeni slīpslāņotas tekstūras, kuru krituma azimuts ir uz dienvidaustrumiem. Fācijai raksturīga vairākkārtīga atkārtošāns. Starp atsegumiem ir novērojama nelielas atšķirības, piemēram, Kalnmuižas atsegumā mālainās starpkārtnas ir izvietots lēcveida, tādējādi neveidojot veimērīgu kārtojumu starp dolomītiem. Avotnieku un Abavas Velnalas atsegumā māla daudzums ir ievērojami mazāks nekā Langsēdes atsegumā.

Halīta gliptomorfozes šī darba ietvaros netika atrastas, taču literatūrā (Karušs, Stinkulis 2009) ir teikts, ka šādos nogulumiežos Langsēdes atsegumā tādas ir sastopamas. Pēc Ģ. Stinkuļa mutiskas informācijas halīta gliptomorfozes šajos nogulumiežos ir konstatētas arī Abavas atsegumā. Māls ir karbonātisks, savukārt Abavas atsegumā novērojamas atsevišķas muldveida slīpslāņojuma tekstūras. Novērojamas arī viļņu ripsnojuma tekstūras.

Interpretācija: Nogulumiežiem piemītošais slīpslāņojums liecina par straumju, iespējams, viļņu ietekmi uz to uzkrāšanos. Halīta gliptomorfozes liecina par ļoti sāļa ūdens epizodisku esamību. Šīs tekstūras bieži ir sastopamas augšējā plūdmaiņu zonā, t. sk. sebhā. To esamība liecina arī par kopumā arīdu klimatu (Nichols 2009). Dolomītā esošie māla starpslāņi liecina mālainā materiāla pieplūdi karbonātu sedimentācijas baseinā, savukārt ripsnojums norāda par viļņu ietekmi sedimentācijas laikposmā. Ripsnojums ir raksturīgs vidē, kurā jūra ir sekla- no vidējā līdz augšējam plūdmaiņu līdzenumam (Nichols 1999).



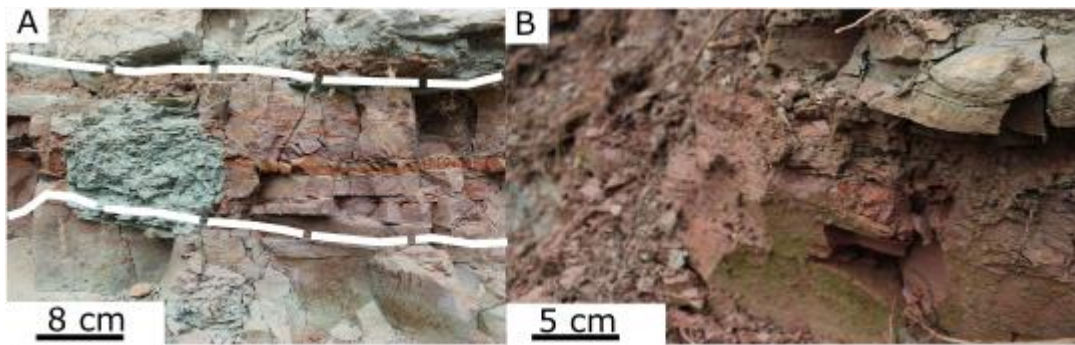
4.2. attēls. Stipinu svītas ģeoloģiskais griezumā Langsēdes atsegumā.

3. fācija: Sarkans dolomītmerģelis ar Fe (III) oksīdu- hidroksīdu joslām

Sastopams: Abavas, Avotnieku, Langsēdes atsegumos

Fācija, līdzīgi kā 2. fācija, atkārtojas vairākas reizes. Šīs fācijas dolomītmerģeļi viscaur satur dzelzs oksīdu-hidroksīdu joslas. Šīs fācijas nogulumieži atšķirībā no citām fācijām ir izvietojušies uz erozijas virsmām. Šīs fācijas nogulumiežu slāņu biezums atšķiras pētītajos atsegumos, no kuriem visbiezākā slāņkopa ir Abavas Velnalas atsegumā, kur tā sasniedz vietām 15 cm. Avotnieku atsegumā vidējais plātņu biezums ir 12 cm, no 10 samērītajām plātnēm, šajā atsegumā ir raksturīgas arī 4-8 cm plānas plātnes, kuras ir mehāniski izturīgākas nekā Langsēdes un Abavas Velnalas atsegumos. Avotnieku atsegumā slāņa apakšējā daļā ir māla piejaukums, kura ir mazāk nekā pārējos atsegumos.

Interpretācija: Dolomītmerģelis, domājams, veidojies seklākā ūdenī nekā dolomīts. Atrašanās uz erozijas virsmām gan norāda uz to veidošanos sedimentācijas ciklu sākumā. Dzelzs oksīdi un hidroksīdi var būt sekundāri, par to saistību ar sedimentācijas baseinu grūti spriest. Dolomītmerģelis ir vistīcāmāk veidojies mierīgos apstākļos, iespējams plūdmaiņu līdzenuma augšējā daļā vai arī lagūnā (Tucker 2001).



4.3. attēls. 3. fācijas dolomītmerģeļa slānis: A – Langsēdes atsegumā, B - Avotnieku atsegumā.

4. fācija: Karbonātisks, zils māls

Sastopama: Abavas, Avotnieku, Langsēdes atsegumos

Karbonātiskā māla slāņa biezums ir no 5–10 cm. Šī fācija līdzīgi kā pirmā un otrā fācija mijas ar citu nogulumiežiem, kā arī tā veidot galveno komponenti otrajai fācijai. Mālam ir raksturīgs sīki kārtojums (pazīstams arī kā laminas), kas norāda par apstākļu maiņu, uzkrājoties tiem. Nelielā daudzumā ir arī novērojamas dolomīta lēcveida kārtiņas. Langsēdes atsegumā mālainās kārtiņas ir daudz plānākas nekā pārējos atsegumos, taču tām ir raksturīga vairākkārtīga atkārtšanās kā blakus komponentei. Māla kārtiņu biezums variē no 5 līdz 10 cm. Abavas Velnalas atsegumā šī kārtiņa ir visbiezākā, tā ir no 7 līdz 10 cm bieza, un tajā ir mazāk dolomīta lēcveida starpkārtu nekā Langsēdes atsegumā, taču vērojams ritmisks sīkkārtojums, kas liecina par plūdmaiņu darbību. Avotnieku atsegumā savukārt māla kārtiņa ir visplānākā, tās biezums ir 3-5 cm, tajā arī ir mazāk dolomītu iekļāvumu nekā Langsēdes atsegumā. Gaišāko kārtiņu mija ar zilgano mālaino materiālu atgādina plūdmaiņu kopas, tātad tās ir plūdmaiņu pazīmes.

Interpretācija: māli var veidoties gan dziļā, gan seklā ūdenī. Māliem raksturīgi mierīgi sedimentācijas apstākļi. Literatūrā ir minēts, ka šajā slānī ir sastopamas žūšanas plaisas, kas norāda uz epizodisku subaerālo atsegšanos. Iespējams, ka šie nogulumi varētu būt uzkrājušies augšējā plūdmaiņu zonā (Reineck, Singh 1980). Māla slānīšu atkārtšanās varētu liecināt par to, ka ir bijusi nogulsnešanās cikliskums, tādējādi arī liecinot par plūdmaiņām (Reineck, Singh 1980). Māls, visticamāk, ir uzkrājies ilgstošāka mierīga hidrodinamiskā režīma apstākļos.



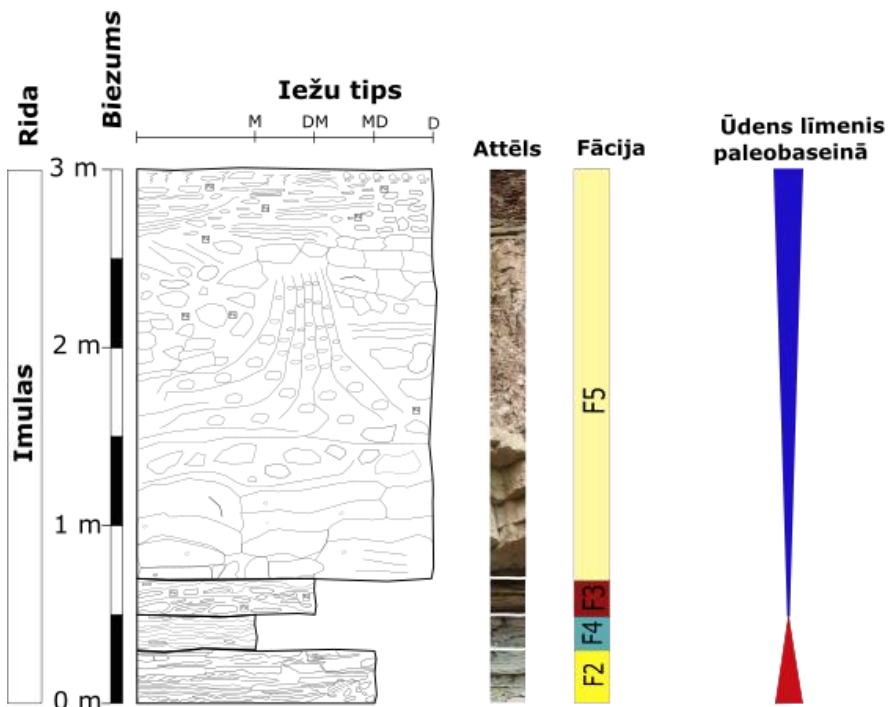
4.4. attēls. Stipinu svītas Abavas atseguma karbonātiskā māla fācija.

5. fācija: Sīkplātņains dolomīts ar dzelzs hidroksīdu un oksīdu, kā arī māla piejaukumu.

Sastopama: Avotnieku, Langsēdes atsegumos

Dolomīts ļoti plātņains, tā plātņu biezums variē no 6 cm līdz 12 cm. Vispilnīgākais griezumus ir Langsēdes atsegumā. Dzelzs oksīdu un hidroksīdu josliņas ir vērojamas galvenokārt atseguma augšējā daļā. Griezuma augšējā daļā ir sastopams arī māls. Dolomīts ir vidēji izturīgs, bet vietām ir dolomītmiltu kārtiņas. Avotnieku un Langsēdes atsegumos šai fācijai ir līdzīga uzbūve, proti, apakšējo daļu veido 15 cm biezas dolomīta plātnes, taču uz augšu palielinās māla daudzums. Langsēdes atsegumā šīs fācijas dolomītu plātnes ir regulāras un taisnām malām. Tās atgādina 1. fācijas dolomītu plātnes.

Interpretācija: Domājams, ka dolomīti ir veidojušies dziļākā ūdenī nekā mālainie nogulumi. Kārtainā uzbūve norāda uz ciklisku apstākļu maiņu. Dzelzs oksīdu un hidroksīdu klātbūtni visticamāk var skaidrot ar pēcsedimentācijas izmaiņām (Tucker 2001).



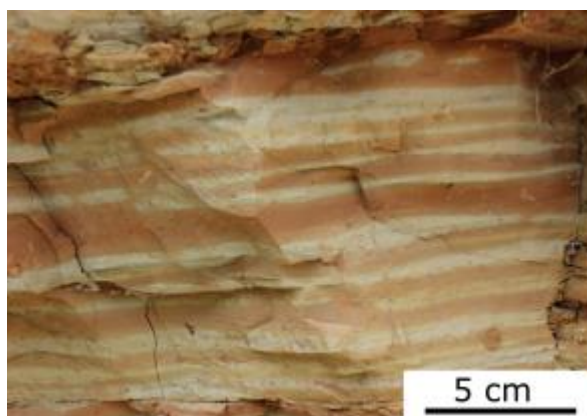
4.5. attēls. Stipinu svītas Avotnieku atseguma ģeoloģiskais griezumus.

6. fācija: Aleirītisks, vidēji plātņains, aleirītisks dolomīts ar mainīgu māla piejaukumu.

Sastopams: Abavas, Langsēdes atsegumos

Dolomīts ir vidēji plātņains, vidēji mehāniski izturīgs, plātņu biezums vidēji 11-15 cm. Vispilnīgākais griezumā ir novērojams Abavas atsegumā. Dolomītam raksturīgas ir oranža māla joslas. Oranžo krāsu piešķir aleirīts, kas ir novērojams mālaino starpkārtnu iekšpusē. Griezumā plātņu biezums pieaug uz augšu, kā arī māla joslu un aleirīta daudzums samazinās. Langsēdes atsegumā šīs fācijas nogulumiežu slāņa biezums ir no 16 līdz 24 cm un tas ir mehāniski vidēji izturīgs. Abavas atsegumā ģeoloģisko griezumā var iedalīt divās daļās apakšā dolomīts ir daudz plātņaināks, mālaināks un izturība ir līdzīga Langsēdei, toties virsējo daļu pārsedz monolītiskāks dolomīts, kuram māla starpkārtas ir mazāk, kā arī to mehāniskā izturība palielinās virzienā uz atseguma augšu.

Interpretācija: nogulumi ir uzkrājušies seklūdens apstākļos, kur ir bijusi dinamiska ūdens līmeņa mainība, iespējams, paisuma un bēguma procesi. Uz paisuma un bēguma ietekmi norāda cikliski mainīgais māla piejaukums. Gan aleirīta, gan māla daudzuma cikliskās izmaiņas norāda uz ritmiskām ūdens līmeņa svārstībām. Māls varētu būt izgulsnējies no suspensijas mierīgos apstākļos, turpretī aleirītiskais materiāls nedaudz aktīvākā vidē. Aleirīta piejaukums nav vienmērīgs, proti, slāņa apakšējā joslā ir raksturīga lielāka aleirītiskā materiāla klātbūtne. Šādi nogulumi ir raksturīgi no vidējā līdz apakšējam plūdmaiņu līdzenumam (Flügel, 2010).



4.6.attēls. Abavas atseguma mālainās josliņas ar aleirīta piejaukumu.

7. fācija: Sīkplātņains pelēks dolomīts ar māla starpkārtnām

Sastopams: Dievdārziņa, Dambja, Parka atsegumos

Dolomīts ir sīkplātņains, vidēji mehāniski izturīgs. Vispilnīgākais griezumā ir novērojams Dambja atsegumā, kur šīs fācijas nogulumieži atsedzas aptuveni 40 cm biežumā, taču pilnā biežumā to nav izdevies novērot ... Dolomītam raksturīgas ir māla joslas. Māla daudzums uz augšu samazinās. Parka atsegumā slānis atsedzas aptuveni 20 cm biežumā, savukārt Dievdārziņa apkārtnē šīs fācijas nogulumiežu biežums ir no 5 līdz 25 cm. Vietās, kur ieži atsedzas Iecavas upes krastā, tos ir izskalojuši upes ūdeņi. Māla kārtiņu biežums nepārsniedz 5 mm, taču šo joslu ir daudz. Māla kārtiņas veido izteiktus ritmus, kur kārtiņas iegūļ te mazākos, te lielākos attālumos viena no otras. Tās ir plūdmaiņu kopas (*tidal bundles*) – droša paisuma un bēguma procesu pazīme (Nichols 2009).

Interpretācija – Šīs fācijas dolomītos ir labi izteikti plūdmaiņu ritmīti, kas norāda uz nogulumu veidošanos paisuma un bēguma procesu ietekmē. Regulārais, sīkais kārtojums liecina par to, ka valdīja mierīgi apstākļi. Šādi nogulumu ir raksturīgi lagūnām un plūdmaiņu līdzenumiem, bieži vidējai plūdmaiņu zonai (Nichols 2009).



4.7. attēls. Stipinu svītas Dievdārziņa atseguma, māla josliņas.

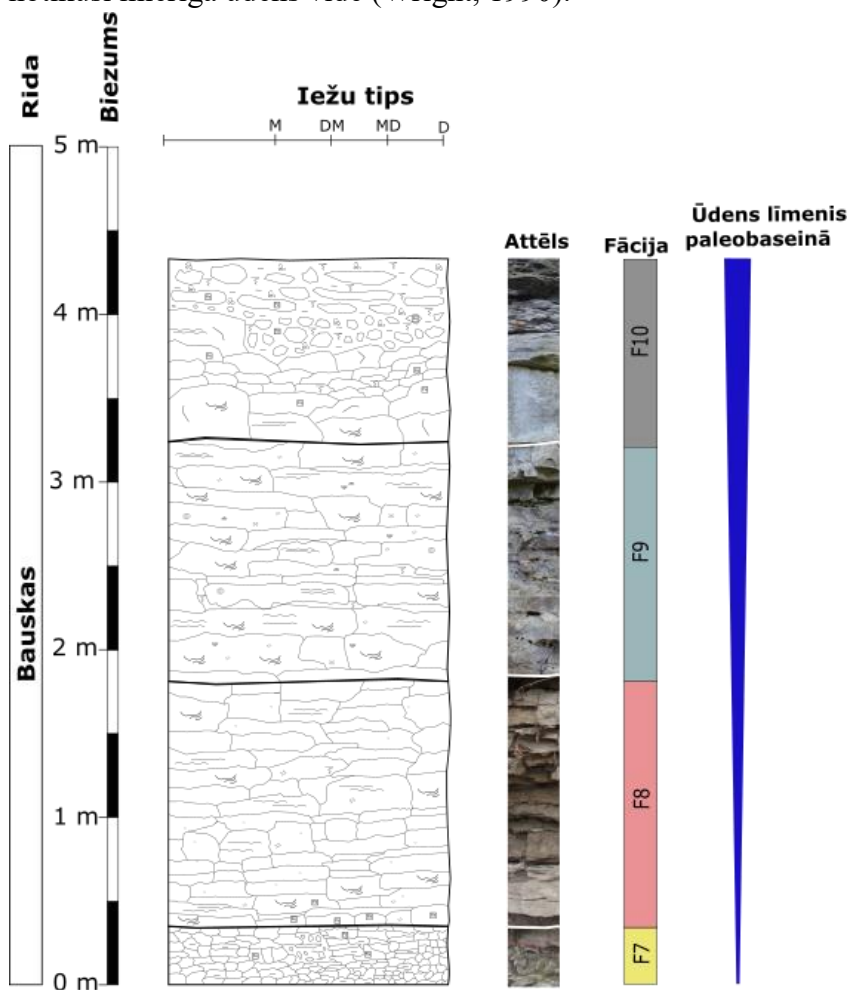
8. fācija: Dolomīts ar viļņveida tekstūrām

Sastopams: Langsēdes, Abavas, Mēmeles, Mūsas, Jumpravas, Dievdārziņa, Dambja, Parka atsegumos

Dolomītam ir viļņveida tekstūras (faktiski viļņu ripsnojums) uz plātņu virsmām, šis dolomīts ir mehāniski izturīgs. Iezim ir raksturīgas kavernas, kas liecina, kuru forma liecina par izšķīdušām fosilijām. Visā griezumā vērojami ritmīti. Abavas un Langsēdes atsegumos šīs fācijas dolomīts ir mehāniski neizturīgs, tā plātņu biežums ir mazāks par 12-15 cm, kā arī viļņu

ripsnojuma tekstūras ir maz izteiksmīgas. Turpretī visos pārējos atsegumos plātņu biezums ir 15 – 20 cm, ir viļņotas virsmas, ritmīti, kavernas. Šiem dolomītiem ir visdaudzveidīgākās krāsas no visiem Stipinu svītā pārstāvētajiem iežiem. Kurzemē, Sabiles un Kandavas apkārtnē šajos iežos ir daudz vairāk sastopams dzelzs oksīdu un hidroksīdu piejaukums, tādējādi tie ir sārtā nokrāsā, savukārt Zemgalē šie ieži ir dzeltenīgi.

Interpretācija: nogulumieži ir veidojušies apakšējā plūdmaiņu zonā vai atklātā šelfā, uz ko norāda organismu atlieku vietā izveidojušās kavernas. Ir bijusi plūdmaiņu ietekme, par ko liecina ritmīti. Atsevišķas, viena no otras atrautas brahiopodu čauliņas varētu liecināt par to, ka veidošanās varētu būt notikusi aktīva straumju un viļņu darbība. Uzkrāšanās un litificēšanās varētu būt notikusi mierīgā ūdens vidē (Wright, 1990).



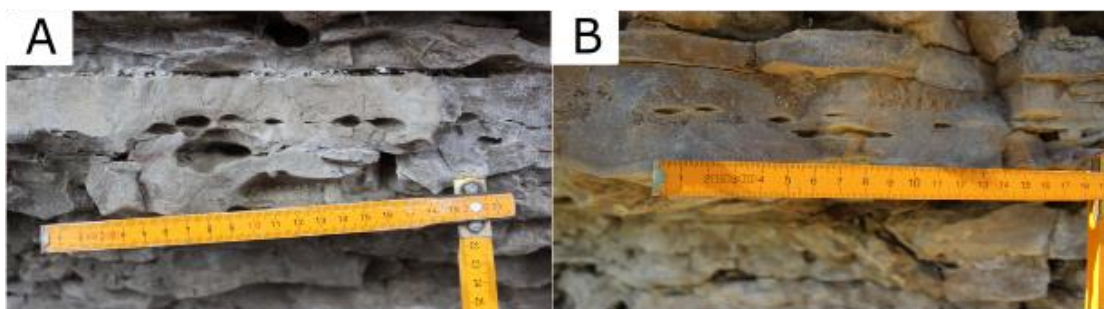
4.8. attēls. Stipinu svītas nogulumieži Dievdārziņa atsegumā ripsnojuma tekstūras.

9. fācija: Kavernozs dolomīts ar fosilijām

Sastopams: Mēmeles, Mūsas, Jumpravas, Dievdārziņa, atsegumos

Dolomītam raksturīgas plātņu robežas, uz kurām ir viļņveida tekstūra (faktiski viļņu ripsnojums), dolomīts ir mehāniski izturīgs. Plātņu biezums vidēji 8-15 cm, šis dolomīts atšķiras no citiem iežu veidiem ar savu izteikto kavernoziāti. Pēc kavernu formas var spriest, ka tās ir izveidojušās gliemežu, stromatoporu un brahiopodu fosiliju šķīšanas rezultātā. Starp kavernām ir novērojamas arī poras. Visā griezumā vērojami arī lamināti jeb dolomīti ar sīkkārtojumu. Šādi nogulumieži ir sastopami atsevišķās vietās atsegumos, tie liecina par ciklisku mainību. Brahiopodu un stromatoporu fosilijas visvairāk tika novērotas Jumpravas un Bauskas atsegumā. Dievdārziņa un Mēmeles atsegumā tika identificēti tikai brahiopodi, arī novērotas stromatoporas, vienīgi pēdējo precīzāku identifikāciju apgrūtināja attiecīgās atseguma daļas nepieejamība. 9. fācijas ieži ir izteikti plātņaini, bet to plātņu biezums pētītajos objektos kopumā samazinās virzienā uz ziemeļiem.

Interpretācija: šīs fācijas dolomītos ir visvairāk organismu atlieku no visiem pētītajiem Stipinu svītas nogulumiežiem. Samērā daudzveidīgās organismu atliekas – stromatoporas, brahiopodi un gliemeži – norāda uz normāla sāļuma ūdens klātbūtni, kā arī apakšējo plūdmaiņu zonu līdz atklātu šelfu, kur nav ļoti sekls ūdens. Šo interpretāciju apstiprina arī vietām novērojamā bioturbācija (Wright 1990). Sīkkārtaino starpslāņu uzbūve ar vairāku pakāpju ritmiskumu norāda, ka ir bijusi plūdmaiņu ietekme. Viļņotās tekstūras faktiski ir samērā plats viļņu ripsnojums, kas liecina par viļņu ietekmi uz sedimentāciju.



4.9. attēls. Jumpravas atsegumā sastopamie dolomīti ar kavernām, kas veidojušās brahiopodu šķīšanas rezultātā.

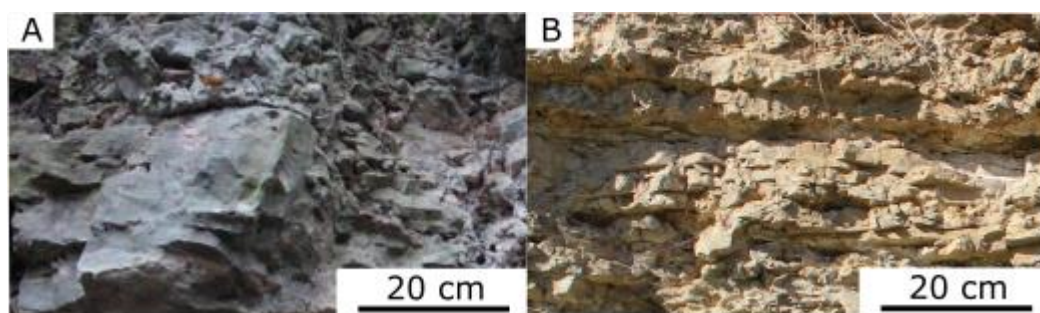
10. fācija: Biezplātņains dolomīts ar brekčijām

Sastopams: Abava, Langsēdes, Dievdārziņa, Mūsas, Mēmeles, Jumpravas atsegumos

Šīs fācijas dolomītu plātņu biezums vidēji ir no 20 līdz 25 cm Langsēdes atsegumā un

Abavas pusē, savukārt 15–20 cm Bauskas un Iecavas apkārtnē. Šīs fācijas dolomītus ir ievērojami ietekmējusi ledāja darbība, par ko liecina to brekčijveida uzbūve. Ir novērojamas viļņveida tekstūras, neliels māla daudzums, maz kavernu. Slānis viscaur satur dzelzs oksīdu-hidroksīdu joslas. Sabiles–Kandavas reģionā atsegtajiem dolomītiem ir raksturīgs liels plātņu biezums (20–30 cm), turpretī Zemgalē sastopamajos atsegumos plātņainība ir nevienmērīgāka, jo vietām plātņu biezums sasniedz 40 cm, turpretī atsevišķu plātņu biezums ir zem 10 cm, tomēr vidēji tie ir 15–25 cm. Šo nogulumiežu slāņu apakšējā daļā ir neregulāri izvietoti ritmīti.

Interpretācija: iespējams, šie dolomīti ir veidojušies dziļākā ūdenī nekā 9. fācijas dolomīti, par ko liecina organismu atlieku daudzuma samazināšanās. Ritmīti varētu liecināt par plūdmaiņām, kas varētu norisināties apakšējā plūdmaiņu zonā.



4.10. attēls. Stipinu svītas 10. fācijas dolomīti un to veidotais brekčijotais materiāls: A - Dievdārziņa atsegumā, B - Mūsas atsegumā.

3.2. Fāciju asociācijas

Fāciju nomaina griezumā un izplatības laukumā ir būtiska, lai plaši interpretētu sedimentācijas apstākļus, jo par katra fācija norāda tikai īsam laikposmam raksturīgus veidošanās apstākļus (Stow 2007). Pēc šī principa devona Stipinu svītas nogulumu fācijas tika sagrupētas fāciju asociācijās. Neskatoties uz samērā lielo attālumu starp pētījumu objektiem fācijas ir iespējams savstarpēji korelēt, jo ir novērojamas sistemātiskas izmaiņas starp tām. 10 fācijas tika grupētas divās fāciju asociācijās.

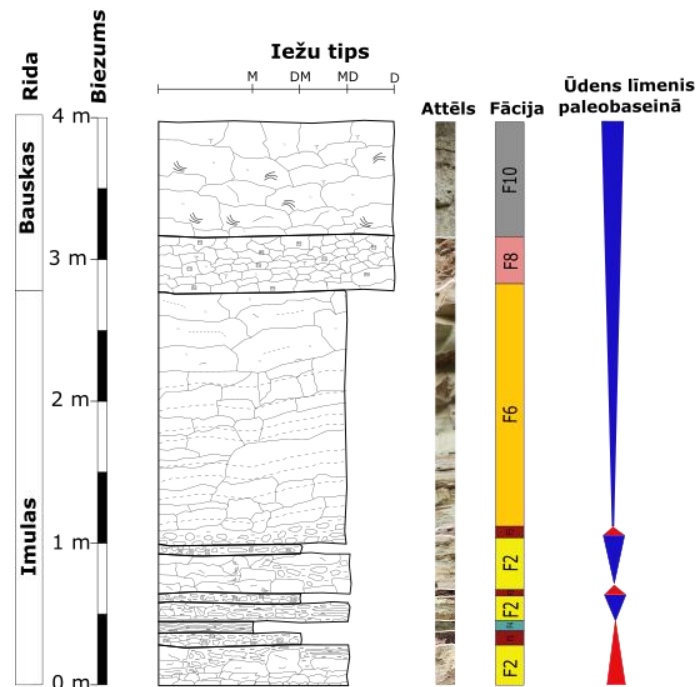
1. fāciju asociācija - vidējā līdz augšējai plūdmaiņu zonai

Fāciju asociācija sastopama Avotnieku, Abavas un Langsēdes atsegumos. Fāciju asociāciju veido 1. līdz 6. fācijai. 1. fācija ir dolomīts biežplātņains ar māla starpkārtnām (1. pielikums). 2. fācija ir dolomītmerģelis ar zilā māla starpkārtnām, kas liecina par to, ka ir bijusi karbonātu sedimentācija ar periodisku māla pieplūdi. 3. fācijas nogulumu ataino lielāku māla pieplūdi. 4. fācijas mālainie nogulumi ir veidojušies ritmiski mainīgas smalkgraudaina klastiskā materiāla sedimentācijas rezultātā. 4. un 2. fācijas veidojumos ir halīta pseidomorfozes un gliptomorfozes, kas norāda uz ļoti seklu ūdeni un vienlaikus lielu ūdens sāļumu. Tā kā 2., 3. un 4. fācija savstarpēji viena otru nomaina, tas liecina par apstākļiem, kad ir bijusi mainīga māla pieplūde jūrā.

Plātņu biezumi savstarpēji visos atsegumos ir līdzīgi, proti 4. fācijas veidojumu biezums nepārsniedz nekur 10 cm (4.11. attēls), līdzīgi ir ar 3. fāciju, kuras veidojumu biezums nepārsniedz 15 cm. 5. fācija gan visplašāk atsedzas Langsēdes atsegumā, taču Avotnieku atsegumā tās veidojumu biezums ir arī vairāk par metru, šī fācija liecina par ūdens padziļināšanos. Līdzīgi ir ar 6. fāciju, tikai tās nogulumos ir nedaudz aleirītiskā materiāla, kas varētu nozīmēt, par to ka ir bijusi sedimentācijas apstākļu maiņa, kā piemēram upju iznestais materiāls, kas varētu tik nogulsnēts kopā ar mālu un dolonītu.

Langsēdes atsegumā ģeoloģiskais griezumums iesākas ar biezu dolomīta slāņkopu (1. fācija), taču virs tās seko mālainis dolomīts un citi mālaini karbonātiskie nogulumieži, kam raksturīgas seklūdēns apstākļu pazīmes. Fāciju asociācijā ir tomēr novērojamas atšķirības starp augšējām fācijām (no 5. fācijas līdz 7. fācijai) un zemāk esošajām, jo mainās māla krāsa, dolomīta plātņu biezums, tā krāsa, tekstūra. 6. fācijā ir konstatēta aleirīta klātbūtne, kas varētu liecināt par īslaicīgu sanešu pieplūdi no sauszemes vai vētru ietekmi.

Halīta pseidomorfozes un gliptomorfozes, kas ir minētas literatūrā, un atbilst 2. fācijai norāda uz arīda klimata apstākļiem, kur jūras ūdens bija ar paaugstinātu sāļumu. Tas liecina, ka attiecīgie nogulumi varētu būt veidojušies augšējā vai vidējā plūdmaiņu līdzenumā, līdz ar to tas varētu atbilst sebhas sedimentācijas videi (Kendall, Harwood, 1996).



4.11. attēls. Abavas Velnalas atseguma ģeoloģiskais griezumā, kurā atsedzas Imulas ridas 4 fācijas, F1,F2,F3 un F4.

2. fāciju asociācija – sekla jūra, - no apakšējās plūdmaiņu zonas līdz atklātam šelfam

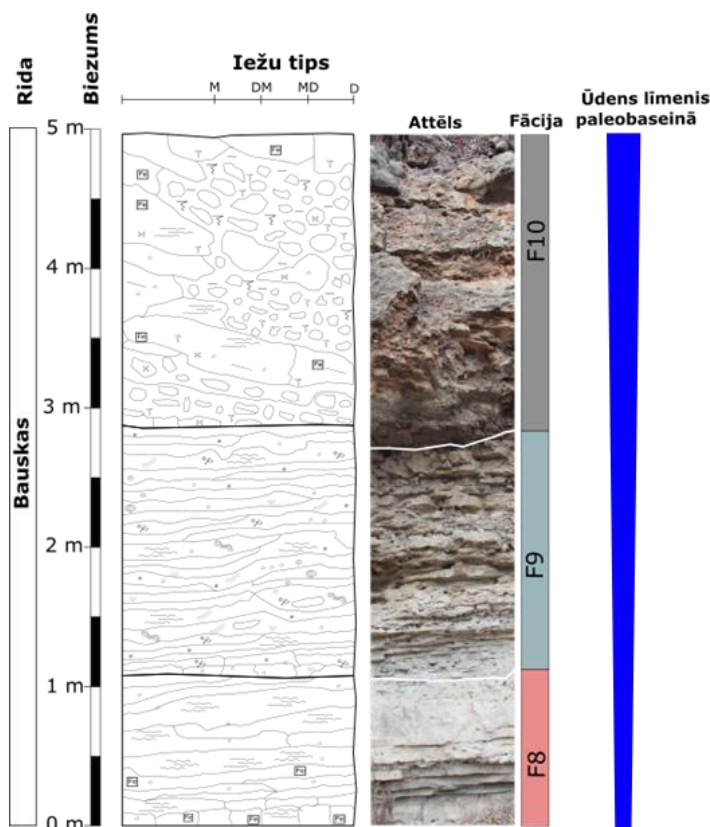
Fāciju asociācija sastopama – Langsēdes, Abavas, Velnalas Dievdārziņa, Dambja, Parka, Jumpravas, Mūsas un Mēmeles atsegumos. Fāciju asociācija ietver nogulumus no 7 līdz 10 fācijai, šai fāciju asociācijai ir raksturīgs biežplātņains dolomīts, kavernozs dolomīts, dolomīts ar viļņu ripsnojumu. 7. fāciju veido mālaini, pelēki karbonātiski dolomīti, kur māla kārtiņas ir līdz 1 cm biezas. Dolomīts ir plātņains un plātņu biežums nepārsniedz 10 cm augstumu.

Šajā asociācijā ietilpstošās fācijas liecina par tīru karbonātu sedimentāciju, jo dolomīts ir salīdzinoši masīvs, tas ir arī mehāniski izturīgs. Šajā laika periodā varēja notikt sedimentācija ar augstu enerģiju, par ko liecina 9. fācijā ripsnojumi, fosiliju daudzums, kavernoziāte, iespējams tas varētu būt noticis rifu zonā. 7.fācija par pārmaiņu zonu, no kuras lēnām sāk izzust māla slāņīši un iezis kļūst mehāniski izturīgāks nekā Imulas ridā 6. fācijas iezis.

10. fācijas monolītiskie dolomīti (4.12 attēls), domājams, liecina par to, ka ir ūdens ir kļuvis vēl dziļāks, jo dolomītos vairāk nav sastopamas fosiliju vai to detrīta pēdas. Raksturīgs ir biezs plātņu izmērs, kas varētu liecināt par vienmērīgiem sedimentācijas apstākļiem. Fācija ir noslēdzošā ģeoloģiskajos griezumos gan Zemgalē esošajos atsegumos, gan Kurzemē. Šīs

fācijas biezums visos gadījumos ir vismaz 1 m, kas liecina, ka līdzīgi apstākļi ir bijuši ilgstoši un maz traucēti. Tomēr Iecavas reģiona atsegumos visos atsegumos ir novērojamas ledāja deformācijas, proti brekčijotais materiāls nav veidojies devonā, bet gan kvartārā.

8. fācija ir visizplatītākā fācija, jo tā atsedzas visvairāk atsegumos (2.,3.,4.,5. pielikumi) 1., 2.. Tiesa, ka ir novērojamas atšķirības starp tajā esošajiem nogulumiežiem Zemgales un Kurzemes teritorijā. Sabiles–Kandavas reģionā ir daudz mazāk izplatīts viļņu ripsnojums, turpretī novērojama lielāka plātņainība.

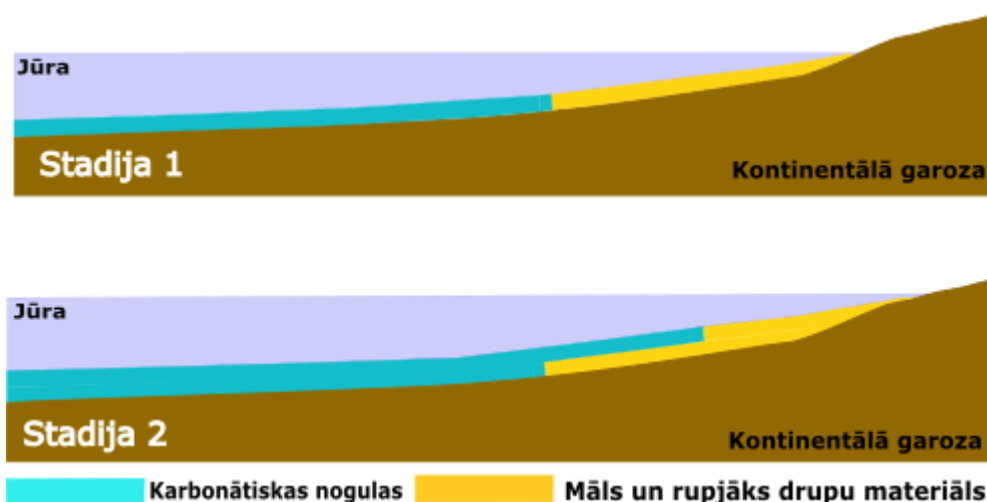


4.12. attēls. Jumpravas atseguma ģeoloģiskais griezum.

3.3. Sedimentācijas vides interpretācija

Stipinu svītas nogulumi uzkrājās divās stadijās, kuras šajā darbā tika izšķirtas, balstoties uz nogulumu tipu, tekstūrām, fosilijām un dolomītu plātņainības parametriem. Stipinu svītas atsegto daļu Sabiles – Kandavas posmā veido raksturīgi mālaini dolomīti, dolomītmerģeļi un pat māla starpslāņi. Šādus nogulumus pārstāv visi 4 atsegumi, kas atrodas šajā reģionā. Mālainie nogulumi ir pieskaitāmi Stipinu svītas Imulas ridai. Bauskas ridas dolomīti pārsedz Imulas ridas nogulumus Langsēdes un Abavas Velnalas atsegumos,

liecinot, ka ūdens līmenis ir paaugstinājies, kā rezultātā ir nogulsņējis biežplātņains dolomīts (3.1 attēls).

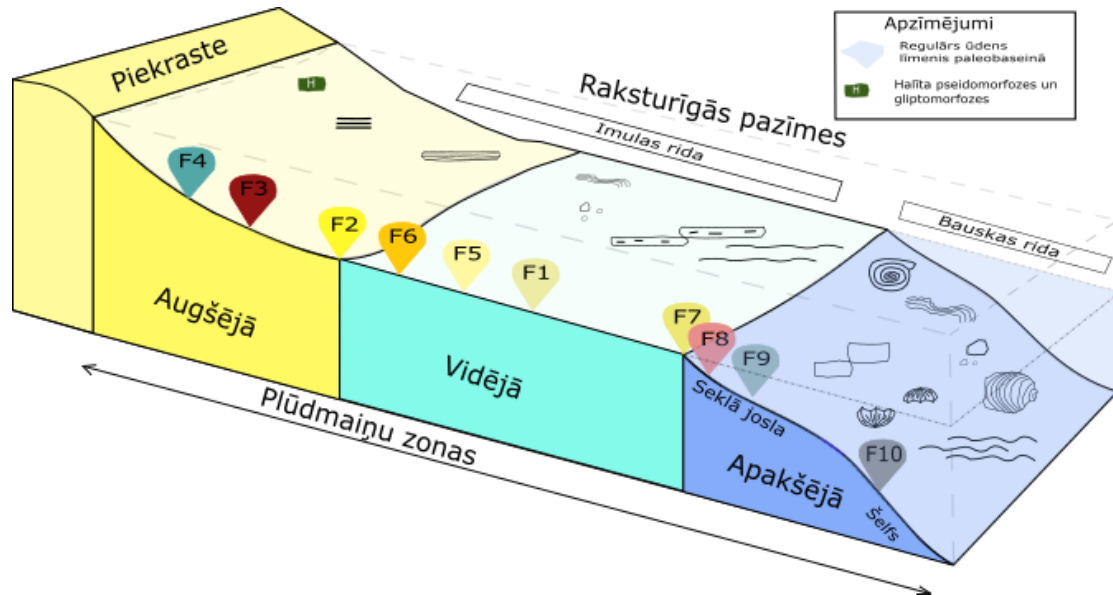


3.1. attēls. Stipinu laikposma baseina transgresijas shematisks attēlojums: 1) Stadija Imulas laikposms 2) stadija Bauskas laikposms

Pirmā fāciju asociācijas nogulumieži norāda, ka šajā laika posmā ir sedimentācijas vide bijusi no augšējās līdz vidējai plūdmaiņu zonai, par to liecina sīkkārtainie mālainie un mālaini karbonātiskie nogulumi, kā arī halīta gliptomorfozes. Sīkkārtaino nogulumu vairāku pakāpju ritmiskums apliecina plūdmaiņu procesa darbību. Kopumā Imulas ridas apakšā dominē dolomīti ar nelieliem māla slāņiem, tos vidusdaļā pārsedz dolomītmerģeļi, savukārt virs tiem uzguļ dolomīti ar māla starpkārtiņām. Vietām esošās halīta pseidomorfozes un gliptomorfozes liecina, ka baseins ir bijis ļoti sekls, kā arī norisinājās iztvaikošanas procesi, kuru rezultātā ūdens bija ar paaugstinātu sāļumu. Slāņkopas vidējo daļu veido veido mālaini, vietām pat aleirītiski nogulumi, kuros vietām ir viļņu ripsnojums, kas viļņošanās ietekmi uz nogulu uzkrāšanās procesiem.

Bauskas ridas nogulumi (2. fāciju asociācija) ir uzkrājušies apakšējā plūdmaiņu zonā līdz atklātam šelfam. Par to liecina atrastās fosilijas, kas nozīmē, ka jūra vismaz periodiski bija plaši savienota ar okeānu, veicinot labvēlīgus apstākļus daudzveidīgas faunas attīstībai un karbonātu sedimentācijai. Stromatoporu, brahiopodu un gliemežu fosilijas arī liecina ka ūdens sāļums bijis normāls. Atsevišķās fācijās konstatētie māla starpslāņi Bauskas ridā, liecina par smalka klastiskā materiāla epizodisku ieplūdi baseinā. Mūsas un Jumpravas atsegumos novērotie ritmīti liecina par plūdmaiņu apstākļiem. Bauskas ridā nav konstatēti apstākļi, kas liecinātu, ka ūdens līmenis būtu būtiski samazinājies, jo netika atrastas nedz

halīta gliptomorfozes, nedz žūšanas plaisas. 9. fācija, kurā novērota kavernoziatē un diezgan ievērojama bioturbācija, varētu liecināt par salīdzinoši dziļa ūdens apstākļiem. Abu fāciju apstākļi tika rekonstruēti modelī, kur norādītas autor interpretētās zonas, kurās attiecīgā fācija varēja veidoties (3.2. attēls).



3.2. attēls. Plūdmaiņu zonas un Bauskas un Imulas ridu nogulumu veidošanās apstākļu interpretācija. F1-F10 – fāciju apzīmējumi. F1 - biežplātņains dolomīts ar māla starpslāņiem; F2 - zils, mālains dolomīts ar halīta gliptomorfozēm; F3 - sarkans dolomītmerģelis ar dzelzs oksīdu- hidroksīdu joslām; F4 - karbonātisks, zils māls; F5– sīkplātņains dolomīts ar dzelzs savienojumu un māla piejaukumu; F6 – dolomīts ar māla joslām, vidēji plātņains. F7 – sīkplātņains, pelēks dolomīts ar māla starpkārtnām; F8 – dolomīts ar viļņveida tekstūrām; F9 – kavernozs dolomīts ar fosilijām; F10 – biežplātņains dolomīts ar brekcijām

4. DISKUSIJA

Pētījumā iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar publicēto literatūru par Stipinu svītas sedimentoloģiskajiem pētījumiem. Jumpravas atsegumu ir pētījusi M. Lapsele (Lapsele 2016) un Akmencūciņu karjera (Iecavas teritorijā) sienu pētījis F. Adamenko (Adamenko 2008) savā maģistra darbā, taču apskatītos atsegumus Sabiles–Kandavas, Iecavas un Bauskas apkārtnē, cik autoram zināms, nav pētījis neviens. V. Sorokina darbos (Sorokins 1995; 1998) ir pieminēts Kalnmuižas atsegums, kā arī viņš ir izzīmējis karti, kura norāda uz Stipinu svītā sastopamajām fosilijām, taču kartē norādītais apgabals ir vispārināts un plašs. Avotnieku, Parka un Dambja atsegumi nekur līdz šim nebija tikuši pieminēti un interpretēti. Stipinu svītas dolomīti Iecavā un Bauskā ir apskatīti laikrakstos un internetā, taču no pētnieciskā viedokļa tie ir tikuši maz raksturoti. Langsēdes atsegumā ir veikti ģeoloģiskie pētījumi 2008. gadā (Stinkulis, Karušs 2009) un uzzīmēts ģeoloģiskais griezumš, kas palīdzēja interpretēt nogulumu veidošanās apstākļus attiecīgajā vietā.

Bakalaura darbā atsevišķos slāņos mērītās ripsnojuma virsmas nogāzes norāda uz periodisku paleostraumju virzienu, kuras bija vērstas uz dienvidaustrumiem. Šie dati iegūti no 1. fācijas nogulumiežiem Kalmuižas atseguma. Literatūrā nav līdz šim atrodamā informācija par viļņošanās vai straumju virzieniem atsegumu objektos, taču 2. slānī samērītais muldveida slīpslāņojums liecina par paleostraumju virzienu uz dienvidaustrumiem. Gan Imulas, gan Bauskas ridā ir iegūti pierādījumi par plūdmaiņu procesa ietekmi uz sedimentāciju. Imulas ridā sedimentācijas vidi palīdzēja noskaidrot halīta pseidomorfozes un gliptomorfozes (Barkānovs 2008), horizontālie sīkkārtojumi un māla piejaukums. Bauskas ridā par sedimentācijas vides indikatoriem kalpo fosilijas, ritmītiviļņu ripsnojums, dolomītu viendabīgais sastāvs un uzbūve, kā arī plātņu biežumi. Stipinu svītas Bauskas ridā konstatētas pazīmes, kas apstiprina iepriekšējos avotos (Сорокин, 1978; Stinkule, Stinkulis 2015) minēto, ka šie nogulumu ir veidojušies normāla sāļuma baseinā.

Imulas ridas nogulumu ir uzkrājušies vidējā līdz augšējā plūdmaiņu zonā, kas tika izsecināts pēc konstatētajām pazīmēm, savukārt Bauskas rida no apakšējās plūdmaiņu zonas līdz atklātam šelfam. Imulas ridas nogulumos (2. un 4. fācijā) ir sebhāi līdzīgas iezīmes, savukārt Bauskas ridā ir vairāk lagūnas tipa iezīmes ar iespējamu īslaicīgu rifu attīstību. Imulas ridā novērotās halīta pseidomorfozes un gliptomorfozes liecina par epizodisku ūdens sāļuma stipru palielināšanos intensīvās iztvaikošanas rezultātā. Bauskas laikposmā, domājams, jūra ir

bijusi plaši savienota ar okeānu, kā rezultātā šelfa malā varēja uzkrāties viendabīgas karbonātiskās nogulas. Rifu attīstību Stipinu laikposmā ir atzīmējusi M. Lapsele, apmeklējot Petrašūnai karjeru un apskatot Jumpravas atsegumu (Lapsele 2016).

Līdzšinējos pētījumos par Stipinu svītas nogulumu veidošanās apstākļiem tiek minēta jūras transgresija (Сорокин, 1978; Stinkule, Stinkulis 2015), kas daļēji korelējas ar bakalaura darbā iegūtajiem rezultātiem, jo ūdens līmeņa paaugstināšanās cikli ir novēroti, taču ir arī pazemināšanās. Iegūtie rezultāti kopumā ir salīdzināmi ar iepriekšējo pētījumu datiem par Stipinu svītu. Pētījumā jauniegūtie dati un apkopotā literatūra sniedz Stipinu svītas nogulumu uzkrāšanās apstākļu interpretāciju lielākajos dabiskajos atsegumos Latvijas teritorijā.

5. SECINĀJUMI

Bakalaura darbā ir dokumentēti 10 Stipinu svītas nogulumiežu atsegumi. Griezumi aprakstīti un zīmēti ar nodomu nodalīt fācijas un fāciju asociācijas. Fāciju asociācijas ļauj izdarīt secinājumus par vidi, kurā ir veidojušies nogulumi. Darba rezultātā ir izdarīti šādi svarīgākie secinājumi:

- Stipinu svītā pētītajos objektos var nodalīt 10 fācijas, ko var apvienot 2 fāciju asociācijās: pirmā asociācija ir attiecināma uz Imulas ridu un liecina par vidējās līdz augšējās plūdmaiņu zonas apstākļiem, savukārt otrā fāciju asociācija (Bauskas rida) ir veidojusies apakšējā plūdmaiņu zonā līdz atklātam šelfam.

- Stipinu svītas nogulumiežos konstatētās tekstūras liecina par plūdmaiņu ietekmi uz to veidošanos laiku.

- Imulas ridas nogulumi ir mālaināki nekā Bauskas ridas dolomīti, tajos ir aleirīta piejaukums, žūšanas plaisas un halīta gliptomorfozes. Šis pazīmju kopums liecina par arīda klimata apstākļiem un periodiski sebhū attīstību nogulumu veidošanās laikā

- Bauskas ridas ir nogulumos ir vairāk fosiliju, biezākas dolomītu plātnes, kā arī viļņu ripsnojums, kas liecina par baseina padziļināšanos un sakrīt ar iepriekšējiem priekšstatiem par transgresiju Stipinu laikposma gaitā.

PATEICĪBAS

Izsaku pateicību darba vadītājam Dr. ģeol. asoc. prof. Ģ Stinkulim par optimistisko skatu uz situāciju, kā arī spēju pielāgoties tai, sarežģītāku slāņu interpretēšanu un video formāta konsultācijām. Pateicību arī izsaku visiem pasniedzējiem, kuri līdz šim ir mācījuši un devuši zināšanas. Esmu pateicīgs smaidīgajam un enerģiskajam kursa kolektīvam darbos kopā, kā arī individuāli visu trīs gadu garumā.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Publikācijas

- Boggs, S. Jr. 2012. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 5th ed. New Jersey, Pearson.
- Brangulis A. J., Kuršs V., Misāns I., Stinkulis Ģ., 1998. *Latvijas ģeoloģija*. Rīga, 70 lpp.
- Dalrymple R., Kyungsik C., Cummings D., Jaehwa J. 2010. *The Tide-Dominated Han River Delta, Korea: Geomorphology, Sedimentology, and Stratigraphic Architecture*. Elsevier, 382 lpp.
- Delle, N. 1935. *Zemgales līdzenuma, Augšzemes un Lietuvas devona nogulumu*. LU Raksti. Mat.-Dabaszin. Fak. Sēr. 2 (5, 107).
- Fairbridge, R. W., Bourgeois, J., 1978. *The encyclopedia of sedimentology*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc.
- Flügel, E. 2010. *Carbonate depositional environments*. In: *Microfacies of carbonate rocks: Analysis, Interpretation and Application*, 2nd Edition, Springer, 7-53.
- Heckel, H. 1972. *Recognition of Ancient Shallow Marine Environment*, Vol. 161, SEPM Special Publication, Tulsa, 226-286.
- Kendall, A.C. & Harwood, G.M. 1996. Marine evaporites: arid shorelines and basins. In: Reading, H. G. (ed.) *Sedimentary environments: Processes, Facies and Stratigraphy*, 3rd Edition. Oxford, Wiley – Blackwell Publishing, 281-325.
- Kondratjeva, S., Hodireva V. 2000. *Latvijas dolomīti*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests.
- Nichols, G. 2009. *Sedimentology and stratigraphy*. London, University of London. 1. – 328. lpp.
- Paškevičius, J. 1997. *The Geology of the Baltic Republics*. Vilnius, 177 – 199 p.
- Reading, H. G. 1996. *Sedimentary environments: processes, facies, and stratigraphy* Third edition. Oxford, University of Oxford. 1-704 lpp.
- Reddy, M. P. M., Affholder, M. 2002. *Descriptive physical oceanography: State of the Art*. Taylor and Francis. 249. lpp.
- Reineck, H.E. and Singh, I. B. 1980. *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag, 549 p
- Scotese, C. R. 2014. *Atlas of Devonian Paleogeographic Maps*. PALEOMAP Project.
- Sorokins V., 1995. *Kalnmuīžas atsegums*. Latvijas daba, Enciklopēdija, 2. sēj. , Rīga, 213 lpp.
- Sorokins, V. 1998. *Stipinu svīta*. Latvijas daba: enciklopēdija. 5. sēj. Rīga, Preses nams, lpp. 134.-135.

- Stinkule A., Stinkulis Ģ. 2015. *Latvijas devona dolomīti*. Daugavpils: Daugavpils Universitātes Akadēmiskais apgāds "Saule", 80 lpp.
- Stow A. D., 2007. *Sedimentary Rocks in the Field*, Manson publishing, 301 pp.
- Tucker, M.E. 1990. *Dolomites and dolomitization models*. In: Tucker, M.E. & Wright, V.P. (eds.) Carbonate sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 365-401.
- Tucker, M.E. 2001. *Sedimentary petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*. 3rd Edition. Blackwell Publishing, Oxford, 262.
- Wright, V.P. 1990. *Carbonate sediments and limestones: constituents*. In: Tucker, M.E. & Wright, V.P. (eds.) Carbonate sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1-28.
- Биргер, А. Я., Биргер, Л. В., Биркис, А. П., 1979. *Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии*. Рига, Зинатне.
- Куршс В. М., 1992. *Литология и полезные ископаемые терригенного девона Главного Поля*. Рига, Зинатне, 222 с.
- Сорокин, В. С. 1978. *Этапы развития северо-запада Русской платформы во франском веке*. Рига, Зинатне.

Ziņojums konferencē

- Stinkulis, Ģ., Karušs, J., 2009. Devona Ogres un Stipinu svītas nogulumiežu uzbūve un sastāvs Langsēdes atsegumā. *Latvijas Universitātes 67. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, ģeoloģija, vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds lpp. 249- 251.

Nepublicētā literatūra

- Adamenko, F. 2008. *Devona Stipinu svītas dolomīti un to izmantošanas iespējas*. Maģistra darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Barkānovs, R. 2008. *Devona Ogres un Stipinu svītas ieži Amulas un Imulas lejtecē*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Lapsele, M. 2016. *Devona Stipinu svītas dolomītu slāņkopas uzbūve un fizikāli mehāniskās īpašības Latvijā*. Maģistra darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.

- Ozola, D. 2010. *Devona Ogres svītas nogulumieži atsegumos Abavas un tās pieteku krastos: sastāvs, uzbūve un veidošanās apstākļi*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Stinkulis Ģ. 1998. *Latvijas devona klastisko-karbonātiežu un kaļķakmeņu-dolomītu pārejas zonu sedimentoloģija un mineraloģija*. Promocijas darbs ģeoloģijas doktora grāda iegūšanai vispārīgās ģeoloģijas apakšnozarē. Rīga: LU, 228 lpp.

Kartogrāfiskie materiāli

- TOPO 10K, LĢIA. Topogrāfisko karšu mozaīka mērogā 1:10 000. LU ĢZZF WMS. Sk. 20.05.2020. Pieejams <http://kartes.geo.lu.lv>
- Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra (LĢIA) 2016. 6.cikla ortofoto. LU ĢZZF WMS. Sk. 15.05.2020. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv>

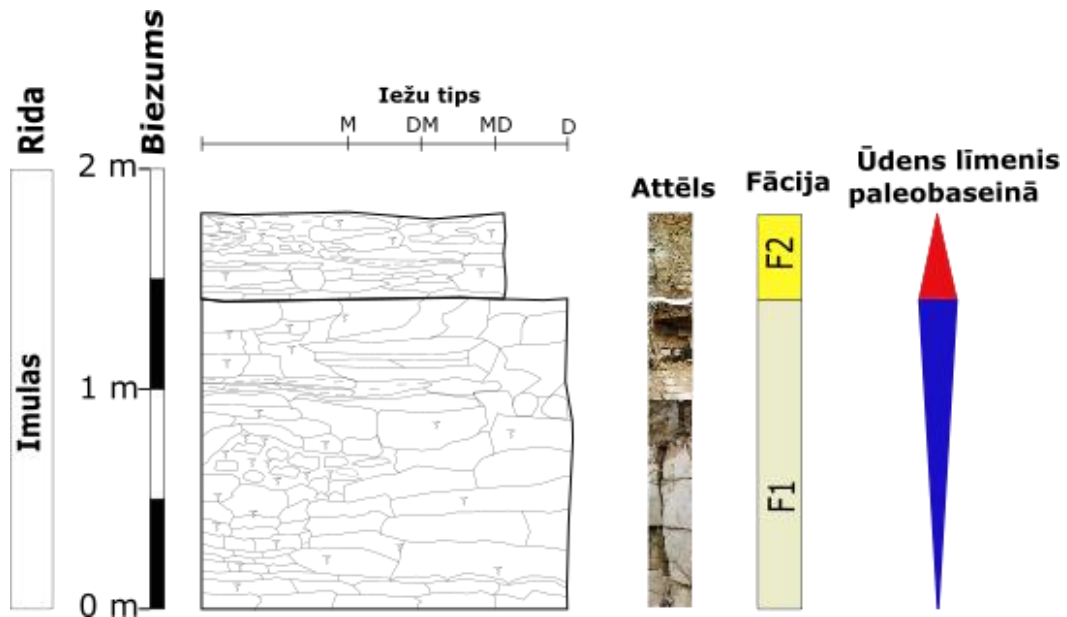
Interneta resursi

- Dabas aizsardzības pārvalde (DAP). 2010. Langsēdes klintis. Sk. 22.04.2020. Pieejams https://www.daba.gov.lv/public/lat/iadt/dabas_pieminekli_geologiskie_objekti/langsedes_klintis/
- Dabas aizsardzības pārvalde (DAP). 2010. Jumpravas atsegums. Sk. 21.04. 2020. https://www.daba.gov.lv/public/lat/iadt/dabas_pieminekli_geologiskie_objekti/jumpravas_dolomita_atsegums/
- Sepm strata. S.a. Sk. 27.05.2020. Banks and Epeiric Seas. Pieejams: <http://www.sepmstrata.org/page.aspx?pageid=338>
- Dietrich, R.V. S.a. Sk. 28.05.2020. Dolomite. Pieejams: <https://www.britannica.com/science/dolomite-mineral>

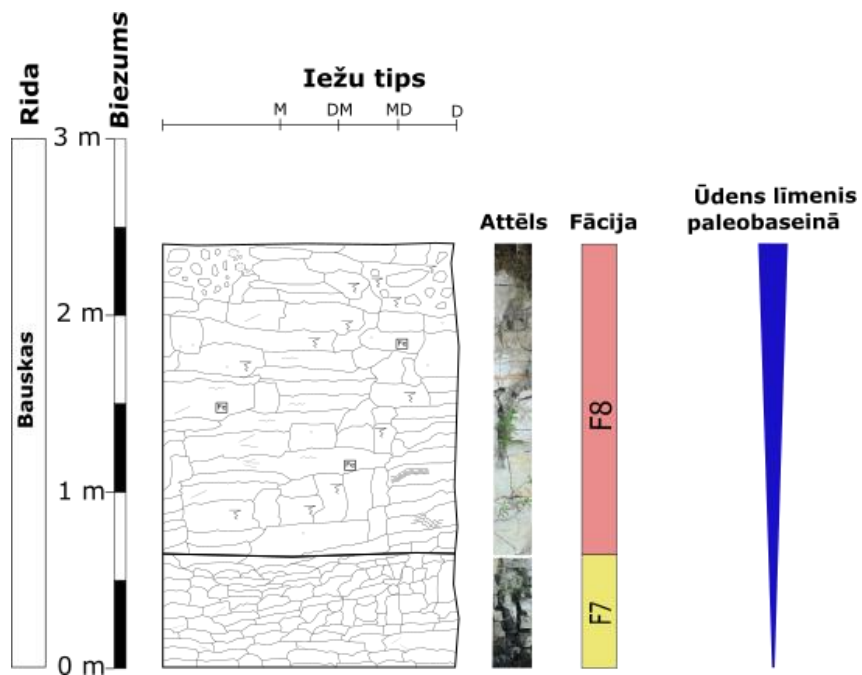
PIELIKUMI

Pielikumos ir ievietoti darba tekstā neiekļautie atsegumu ģeoloģiskie griezumumi. To apzīmējumi skatāmi 4.2. attēlā.

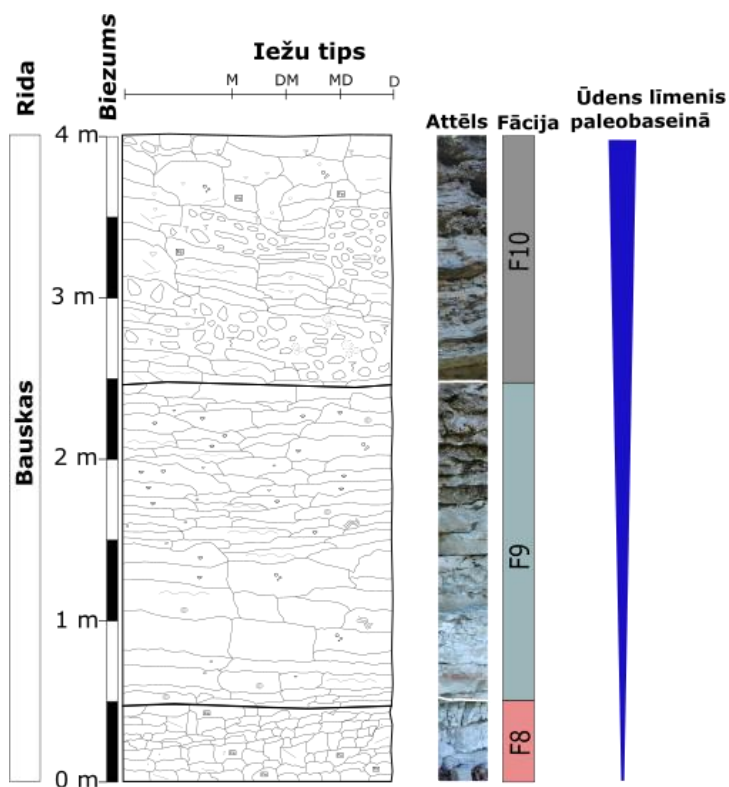
1.pielikums – Kalnmuiža atseguma ģeoloģiskais griezumums.



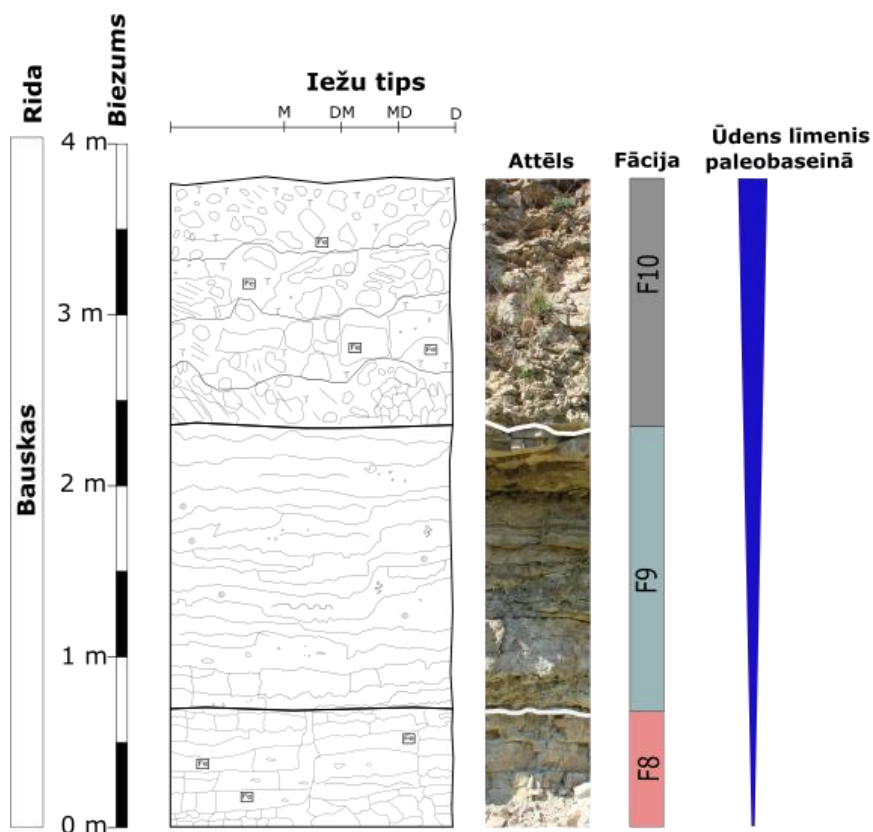
2. pielikums – Dambja atseguma ģeoloģiskais griezumums.



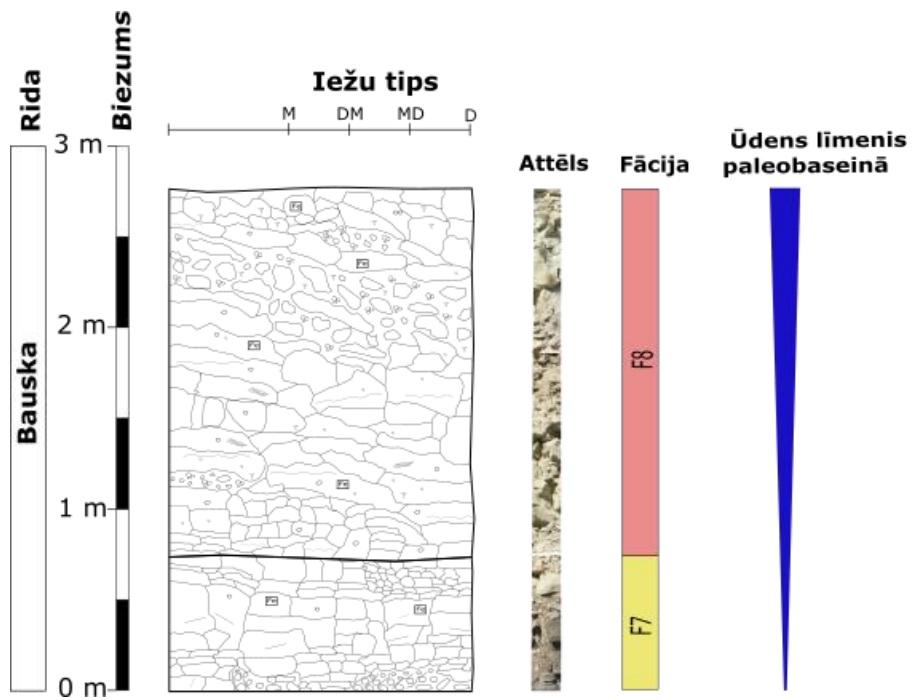
3. pielikums – Mēmeles atseguma ģeoloģiskais griezumums.



4. pielikums – Mūsas atseguma ģeoloģiskais griezumums.



5. pielikums – Parka atseguma ģeoloģiskais griezum.



Bakalaura darbs „Devona Stipinu svītas dolomītu fācijas un veidošanās apstākļi” 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: Pauls Ķeruzis _____ ./././2020.
paraksts datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: Dr. ģeol. asoc. prof. Ģirts Stinkulis
_____ ./././2020.
paraksts datums

Recenzents: M. ģeol. Edgars Klievēns

Darbs iesniegts Ģeoloģijas nodaļas lietvedībā 01.06.2020.

Nodaļas lietvede Indra Baltmane _____ ./././2020.
paraksts datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura darbs aizstāvēts Ģeoloģijas bakalaura akadēmisko studiju gala pārbaudījumu komisijas sēdē

2020./././... protokola nr. vērtējums
gads, datums, mēnesis

Sekretārs Vārds Uzvārds _____ ./././2020.
paraksts datums