

LATVIJAS UNIVERSITĀTES  
ĢEOLOĢIJAS NOZARES HABILITĀCIJAS UN PROMOCIJAS PADOME

**IVARS STRAUTNIEKS**

**AUSTRUMKURSAS AUGSTIENES GLACIGĒNAIS  
RELJEFS UN TĀ ĢENĒZE**



PROMOCIJAS DARBS ĢEOLOĢIJAS DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI  
KVARTĀRĢEOLOĢIJAS UN ĢEOMORFOLOĢIJAS APAKŠNOZARĒ

RĪGA 1998

# SATURS

<b>IEVADS</b> .....	<b>2</b>
<b>1. AUSTRUMKURSAS AUGSTIENES VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS</b> ..	<b>5</b>
1.1. Austrumkursas augstienes novietojums un hipsometriskais stāvoklis .....	5
1.2. Pamatiežu virsmas uzbūve un reljefa ietekme uz ledāja litomorfoģenēzes procesiem .....	7
1.3. Kvartārnogulumu segas biezums, struktūra un loma ledāja reljefa formu uzbūvē .....	13
1.4. Austrumkursas augstienes vieta ledāja reljefa makroformu kompleksā ...	18
1.5. Mūsdienu priekšstati par Austrumkursas augstienes veidošanos .....	25
<b>2. PĒTĪJUMU METODIKA UN FAKTISKAIS MATERIĀLS</b> .....	<b>31</b>
<b>3. AUSTRUMKURSAS RADIĀLĀS COKOLTIPA AUGSTIENES RELJEFA MEZOFORMAS UN TO KOMPLEKSI</b> .....	<b>35</b>
3.1. Pauguraiņu mezoformas un to glaciostruktūras .....	36
3.2. Radiālo un rievoto morēnu lauki .....	55
3.2.1. Vānes konverģento drumlinu lauks .....	55
3.2.2. Vārmes-Zirņu DeGēra morēnu lauks .....	62
3.2.3. Viesatu līdzenums .....	76
3.2.4. Lestenes-Degoles pacēlums .....	79
3.3. Paugurgrēdas un ar tām saistītie paugurmasīvi .....	84
3.3.1. Lielauces - Ķerkliņu paugurgrēda .....	85
3.3.2. Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda .....	99
3.3.3. Irlavas radiālā paugurgrēda .....	117
3.4. Glacigēnā reljefa pazeminājumi .....	123
<b>4. LEDĀJA RELJEFA ATTĪSTĪBAS GAITA</b> .....	<b>130</b>
4.1. Reljefa mezoformu telpiskā grupējuma tipi un paraģenētiskās rindas .....	130
4.2. Mezoformu kompleksu telpiskais izvietojums kā ledāja izzušanas gaitas atspoguļotājs .....	133
4.3. Ledāja deglaciācijas gaita Austrumkursas augstienē .....	135
<b>SECINĀJUMI</b> .....	<b>142</b>
<b>LITERATŪRA</b> .....	<b>145</b>

## IEVADS

Austrumkursas augstiene ir lielākā radiālā cokoltipa augstiene Latvijā. Tā aizņem 44% no visām Rietumlatvijas augstienēm. Augstienes pamatiežu cokolu pārsedz dažāda biezuma ledāja un tā kušanas ūdeņu nogulumi, kuru uzbūve atspoguļo to veidošanās apstākļus un izpaužas ainavā kā dažāda apveida pauguri un ieplakas, kas grupējoties veido laukus vai areālus. Reljefa virsmas raksturs, nogulumu litoloģiskās un saguluma īpatnības lielā mērā ir pamats Austrumkursas augstienes iedalījumam vairākos fiziogeogrāfiskajos apvidos, ar katram no tiem raksturīgu ainavu. Ģeoloģiskā uzbūve un reljefs nosaka virsas dabiskās noteces apstākļus un sekmē mikroklimate atšķirību veidošanos, un tādējādi ievērojami ietekmē teritorijas apsaimniekošanas veidus. Austrumkursas radiālā cokoltipa augstiene, tāpat kā pārējās Kursas augstienes, aizņem augstāku hipsometrisko līmeni salīdzinājumā ar Rietumlatvijas zemienēm. Tomēr augstienē plaši izplatītie viļņotie lidenumi bieži piešķir tās reljefam lielu līdzību glaciodepresiju zemienēm. Ar to tās būtiski atšķiras no salveida glaciostukturāli akumulatīvajām augstienēm. Salīdzinājumā ar pēdējos 20 gados veiktajiem pētījumiem salveida glaciostukturāli akumulatīvajās augstienēs un glaciodepresiju zemienēs, Rietumlatvijas cokoltipa augstieņu, to skaitā arī Austrumkursas augstienes, glaciģēnā reljefa formas, to uzbūve un ģenēze ir nepietiekami izpētītas. Tāpēc nav pietiekama priekšstata par glaciotektonisko struktūru lomu cokoltipa augstieņu uzbūvē un mezoreljefa veidošanā. Reljefa mezoformu morfoloģijas un iekšējās uzbūves izpēte ir pamats detālai ģeoloģiskajai kartēšanai, smilts-grants un citu derīgo izrakteņu racionālai izmantošanai, pazemes ūdens iegulu apstākļu izvērtēšanai, kā arī citu saimnieciskās plānošanas jautājumu risināšanā.

Līdz šim izstrādātā ledāja reljefa mezoformu tipizācija šī tipa augstienēs galvenokārt balstās uz morfoloģiskajām pazīmēm un formveidojošo nogulumu litoloģiskajām īpatnībām. Spriedumi par nogulumu saguluma apstākļiem pārsvarā pamatojas tikai uz ģeoloģiskās urbšanas materiāliem. Tādējādi nav bijis iespējams izvērtēt mezoformu iekšējo uzbūvi un ar to saistītās morfoloģijas īpatnības, kā arī mezoformu veidošanās apstākļus, kā tas jau ir veikts cita tipa Latvijas ledāja reljefa makroformās. Informācijas trūkuma dēļ dominēja uzskats, ka ledāja mezoreljefa veidošanā Austrumkursas augstienē galvenā loma bija ledāja erozijai (eksarācijai) (Аболтыныш, 1975, 1989), relatīvi nelielai akumulējošai darbībai, daudzās vietās kā galveno faktoru minot ledājkušanas ūdeņu akumulējošo darbību (Страйме, 1979; Вейнберс, 1968). Tāpēc ievērojama paugurotās teritorijas daļa augstienes dienvidos līdz šim tika uzskatīta par tipisku kēmu izplatības areālu. Glaciotektoniskās struktūras un to veidotās reljefa formas cokolaugstienēs tiek uzskatītas par retu vai fragmentāru, nevis tipisku parādību.

Minētās problēmas nosacīja pētījumu aktualitāti un nepieciešamību. Problēmu aktualitāti saasināja arī jauni priekšstati par glaciotehtoniskajām reljefa mezoformām ledāja zemienēs (Zelčs, 1993; Зелчс, Маркотс, Страупниекс, 1990) un salveida glaciostrukturāli akumulatīvajās augstienēs (Аболтыныш, 1989). Tāpat pētījumu veikšanu paātrināja zemes reforma valstī, saskaņā ar kuru notika mainījās zemes lietojumveidu transformācija. Daudzi karjeri tika atstāti vai rekultivēti, kā rezultātā samazinājās iespējas reljefa formu iekšējās uzbūves izpētei.

#### ***Pētījumu mērķis ir:***

- Austrumkursas augstienes kā raksturīgas radiālās cokoltipa makroformas ledāja reljefa mezoformu morfoloģijas, iekšējās uzbūves un ģenēzes apstākļu izpēte;
- ledāja reljefa mezoformu kompleksu klasifikācija, savstarpējā izvietojuma un to veidošanās secības noskaidrošana.

#### ***Galvenie pētījumu uzdevumi:***

1. Izzināt Austrumkursas augstienes uzbūves īpatnības salīdzinājumā ar citām pēdējā apledošanas radiālajām cokoltipa augstienēm.
2. Noskaidrot pamatiežu virsmas un reljefa ietekmi uz ledāja litomorfoģenēzes procesiem, kā arī kvartārsegas biezumu, struktūru un lomu ledāja reljefa mezoformu uzbūvē.
3. Veikt dažādu morfoloģisko paveidu mezoformu iekšējās uzbūves izpēti, lai noskaidrotu to ģenēzes apstākļus.
4. Noskaidrot galvenos mezoformu telpiskā grupējuma tipus un to saistību ar ledāja dinamiku deglaciācijas gaitā.

#### ***Pētījumu zinātniskā novitāte.***

1. Pirmoreiz veikti glaciotehtonisko struktūru pētījumi visā Austrumkursas augstienes teritorijā.
2. Iegūti jauni dati par reljefa mezoformu iekšējo uzbūvi, kuru rezultātā mainījās līdzšinējie priekšstati par to veidošanos.
3. Noskaidrota glaciotehtonisko struktūru galvenā loma Austrumkursas augstienes mezoreljefā.
4. Ievērojot ledāja reljefa formu orientāciju un morfoloģijas īpatnības, pirmoreiz veikta reljefa mezoformu telpisko grupējumu tipizācija un pareģenētisko rindu izsekošana.

#### ***Svarīgākās aizstāvējamās tēzes:***

1. Austrumkursas radiālās cokoltipa augstienes mezoformas un to kompleksi ir glaciotehtonisko struktūru izpausme.
2. Jaunatklātie lielākie ledāja reljefa mezoformu kompleksi.
3. Ledāja mezoformu kompleksi un to telpiskais izvietojums - ledāja glaciodynamiskās struktūras atspoguļojums deglaciācijas gaitā.



Darbā apkopots un analizēts faktiskais materiāls, ko autors ieguvis, veicot zinātniskos pētījumus, strādājot Latvijas Universitātes Ģeokoloģijas un ģeomorfoloģijas, vēlāk Dabas ģeogrāfijas katedrā pēdējo 10 gadu laikā. Veikti lauka pētījumi smilts-grants karjeros, dabiskajos un citos atsegumos Austrumkursas augstienes dažādos apvidos. Šajā laikā nozīmīgākais guvums ir atsegumu plakņu detālzīmējumi un vairāk nekā 15 tūkstoši lineāro, plaknisko un telpisko struktūrelementu mērījumi. Austrumkursas augstienes glaciģenā reljefa izpētē bija nepieciešama virkne kamerālo darbu. Datu interpretācijā un lauka pētījumos liela nozīme ir autora gūtajai pieredzei sadarbībā ar pasaulē pazīstamiem kvartārpētniekiem - A.Dreimani, O.Āboltiņu, V.Zelču, kā arī INQUA un citu kvartārpētnieku organizāciju rīkotajos lauku semināros.

Glaciotektonisko struktūru izplatības izziņāšana ļauj labāk izprast pazemes ūdens iegulu īpatnības, kā arī veikt zemes lietojumveida plānošanu, t.sk. arī vides aizsardzības pasākumus. Pētījumos gūtie rezultāti ir pamats derīgo izrakteņu krājumu pārvērtēšanai.

Pētījumi sniedz jaunu priekšstatu par Austrumkursas radiālās cokoltipa augstienes reljefa morfoloģiju, uzbūvi un veidošanos, tāpēc nepieciešama arī ģeoloģiskās kartēšanas vajadzībām. Iegūtie rezultāti rosina noskaidrot glaciotektonisko struktūru lomu reljefa mezoformu veidošanā citās cokoltipa augstienēs Latvijā un ārpus tās. Sakarā ar to, ka Austrumkursas augstiene morfoloģiski vāji izpētīta, 3.nodaļā sniegts virsmas morfoloģijas un ledāja mezoformu teritoriālo grupējumu pārskats. Šī nodaļa kalpo par pamatu 4.nodaļā izdarītajiem teorētiskajiem vispārinājumiem un secinājumiem.

Pētījumu rezultāti un svarīgākie secinājumi atspoguļoti 56 zinātniskajās publikācijās, t.sk. 4 publikācijas zinātniskajos rakstu krājumos (no tām 2 - starptautiskajos izdevumos kopā ar līdzautoriem); 13 konferenču tēzēs, no tām 6 - starptautiskajos izdevumos (3 publikācijas kopā ar līdzautoriem) un 37 rakstos Latvijas Dabas Enciklopēdijā. Nolasīti 17 referāti semināros un simpozijos, t.sk. 5 referāti - starptautiskajos simpozijos un konferencēs.

Pētījumu rezultāti, pieredze lauka pētījumos un metodiskie paņēmieni datu apstrādē tiek izmantoti autora vadītajā lauka kursā "Vispārīgā ģeoloģija" LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes studentiem, kā arī tālākizglītībasursos ģeogrāfijas un vides mācības skolotājiem. Tāpat tie tiek izmantoti lekcijuursos "Baltoskandijas un kaimiņvalstu dabas ģeogrāfija", kā arī "Kontinentu un okeānu reģionālā fiziskā ģeogrāfija".

Promocijas darbā ir 4 nodaļas, ievads un secinājumi. Vienā no nodaļām apskatīts arī faktiskais materiāls un pētījumu metodika. Tekstu papildina 51 attēls.

Disertācija izstrādāta LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē Dr.geol. V.Zelča vadībā.

# **1. AUSTRUMKURSAS AUGSTIENES VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS**

## **1.1. AUSTRUMKURSAS AUGSTIENES NOVIETOJUMS UN HIPSOMETRISKAIS STĀVOKLIS**

Austrumkursas augstiene ir dabas rajons Latvijas rietumdaļā, kas izvietojies starp Kursas zemieni rietumos un Viduslatvijas zemieni austrumos. Dienvidrietumos no Rietumkursas augstienes to šķir Kursas zemienes Pieventas līdzenums. No Ziemeļkursas augstienes to norobežo 0.7-1.5 km platā un 30-50 m dziļā Abavas-Slocenes senieleja, kura ledus laikmeta beigu posmā bija ledājkūšanas ūdeņu noteces pārrāvumu tipa ieleja (Вейнбергс, 1968, 1975). Tāpēc, kaut arī shēmās un kartēs visbiežāk Austrumkursas un Ziemeļkursas augstienes attēlotas kā atsevišķi fiziogeogrāfiskie rajoni (Zelčs, Šteins, 1989; Ramans, Zelčs, 1995), glaciomorfoģenētiskie kompleksi (Zelčs, 1993; Āboltiņš, Zelčs, 1995; Вейнбергс, 1976), robeža starp tām ir nosacīta un iezīmējas kā vienota glaciomorfoloģiskā vai glaciomorfoģenētiskā rajona aptuvena viduslīnija. J.Straumes sastādītajās ģeomorfoloģiskās un glaciomorfoģenētiskās rajonēšanas shēmās Austrumkurzemes augstiene ietver daļu Ziemeļkursas augstienes (Talsu-Tukuma pauguraini), bet atsevišķi tiek izdalīta Dundagas augstiene (Страйме, 1979). Augstienes robeža ar pieguļošajiem zemieņu apvidiem - Kursas zemienes Pieventas līdzenumu, Viduslatvijas zemienes Vadakstes līdzenumu un Zemgales līdzenumu ir morfoloģiski atšķirīgas. Augstienes rietumu nogāze kopumā ir lēzena, vietām kāpļaina vai viegli viļņota. Tās monotono kritumu izjauc augstienes malai paralēlu, zemu vaļņu un ieplaku mija. Tāpēc pāreja no zemienes uz augstieni dabā ir grūti pamanāma. Austrumu nogāze - pie Dobeles un uz ziemeļiem no tās ir morfoloģiski izteiksmīgāka, tā ir kāpļaina, 30-40 m augsta. Dienvidu nogāze ir samērā stāva, 40-50 m augsta un labi iezīmē Austrumkursas augstienes pāreju Viduslatvijas zemienē. Izņēmums ir vairākus kilometrus plata josla pie Bēnes, kur augstienei pieslēdzas Linkuvas valnis un robeža starp augstieni un Viduslatvijas zemieni ainavā nav izteikta.

Augstienes pamatne atrodas dažādā hipsometriskā līmenī. Austrumu nogāzes un rietumu nogāzes pakāje atrodas tikai 40-50 m vjl., bet dienvidu nogāzes pakāje pārsniedz 100 m vjl. Tādējādi veidojas teorētiski paradoksāla situācija, ka ievērojama

augstienes teritorijas daļa (galvenokārt ziemeļdaļa) atrodas hipsometriski zemāk nekā augstienei pieguļošā zemiene. Tas izskaidrojams ar reljefa lielformas virsmas (izņemot radiālās paugurgrēdas) pakāpenisku paaugstināšanos ziemeļu-dienvidu virzienā. Reljefa virsmas vidējais absolūtais augstums ir 80-120 m. Taču tas mainās no 40 m augstienes nogāzes pakājē līdz 140-155 m vjl. paugurgrēdās un paugurmasīvos (Strautnieks, 1994). Grupējot mezoformu kompleksus pēc augstuma virs jūras līmeņa, visaugstāk paceļas radiālās un frontālās paugurgrēdas, un ar tām saistītie paugurmasīvi. Visaugstāk pacelta ir meridionālā virzienā stieptā augstienes centrālā jeb ass daļa, ko veido radiālā Zantes paugurgrēda. Rietumu un austrumu virzienā absolūtais augstums pakāpeniski pazeminās. Šo monotono kritumu pārtrauc Zantes paugurgrēdai paralēlās, hipsometriski nedaudz zemākās Lutriņu, Irlavas, Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas un paugurmasīvi, kā arī erozijas izcelsmes ielejveida pazeminājumi (Вейнбергс, 1968; Страуме, 1979; Strautnieks, 1994). Atšķirībā no citām radiālajām augstienēm (Rietumkursas, Pandīveres, Sakalas, Ižoras, cf. literatūra), Austrumkursas augstienes distālo daļu iezīmē frontālais veidojums - Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēda. Tā vēl vairāk akcentē robežu starp augstieni un Viduslatvijas zemienu. Šāda veida glacigēnās reljefa formas nav raksturīgas nevienai no augstāk minētajām radiālajām augstienēm. No augstienes dienvidrietumu stūra atzarojas Pampāļu starpmēļu paugurvalnis (Zelčs, 1997), kas veido dabisku orogrāfisko barjeru starp Kursas zemienu un Viduslatvijas zemienes Vadakstes līdzenuma drumlinu lauku (Strautnieks, 1994). Augstienes iekšējos apvidos teritoriju starp paugurgrēdām aizņem viļņotie un paugurotie līdzenumi. Tie aizņem zemāko hipsometrisko līmeni. Paugurotākais augstienes apvidus ir Lielauces pauguraine, kur pauguru relatīvais augstums sasniedz 15-30 m, bet to virsotņu absolūtais augstums ir 120-138 m vjl. (Strautnieks, 1994,1995; Страутниекс, 1998). Paugurotais apvidus aizņem gandrīz visu augstienes dienviddaļu, un radiālā Zebrus-Īles paugurgrēda sadala to divās daļās (Strautnieks, 1996).

Vismazāk artikulēta virsma, ja neskaita Imulas un Amulas radīto erozijas saposmojumu, ir līdzenumā starp Lutriņu un Zantes paugurgrēdām, kur glacigēno reljefu daļēji pārklāj ledājkūšanas ūdeņu lokāla baseina nogulumi (Вейнбергс, 1968).

Augstienes rietumu un austrumu malās atrodas viļņotie līdzenumi ar radiālajām vai rievotajām mezoformām. Raksturīgi piemēri ir konverģentie drumlini (krumlini) pie Vānes un DeGēra morēnu lauks augstienes rietumu nogāzē. Jāpiezīmē, ka minētās reljefa formas ir sastopamas arī Kursas zemienē.

Relatīvi viszemāko hipsometrisko līmeni aizņem glaciotektoniskās izspieduma un atrauteņu ieplakas, subglaciālās iegultnes, ledājkušanas ūdeņu noteces ielejveida pazeminājumi un upju ielejas. Starp šīm negatīvajām reljefa mezofomām un to pavadošo pauguru virsotnēm ir novērojama vislielākā reljefa virsmas amplitūda. Paugurgrēdu un paugurmasīvu augstākās virsotnes Lielauces paugurainē paceļas 50-66 m virs plašākajām glaciotektoniskajām ieplakām, kurās izvietojušies Lielauces un Zebrus ezeri. Maksimālā reljefa saposmju amplitūda ir novērojama pie subglaciālajām iegultnēm un sasniedz 50-75 m. Upju ieleju dziļums vietām sasniedz 20-40 m.

## **1.2. PAMATIEŽU VIRSMAS UZBŪVE UN RELJEFA IETEKME UZ LEDĀJA LITOMORFOĢENĒZES PROCESIEM**

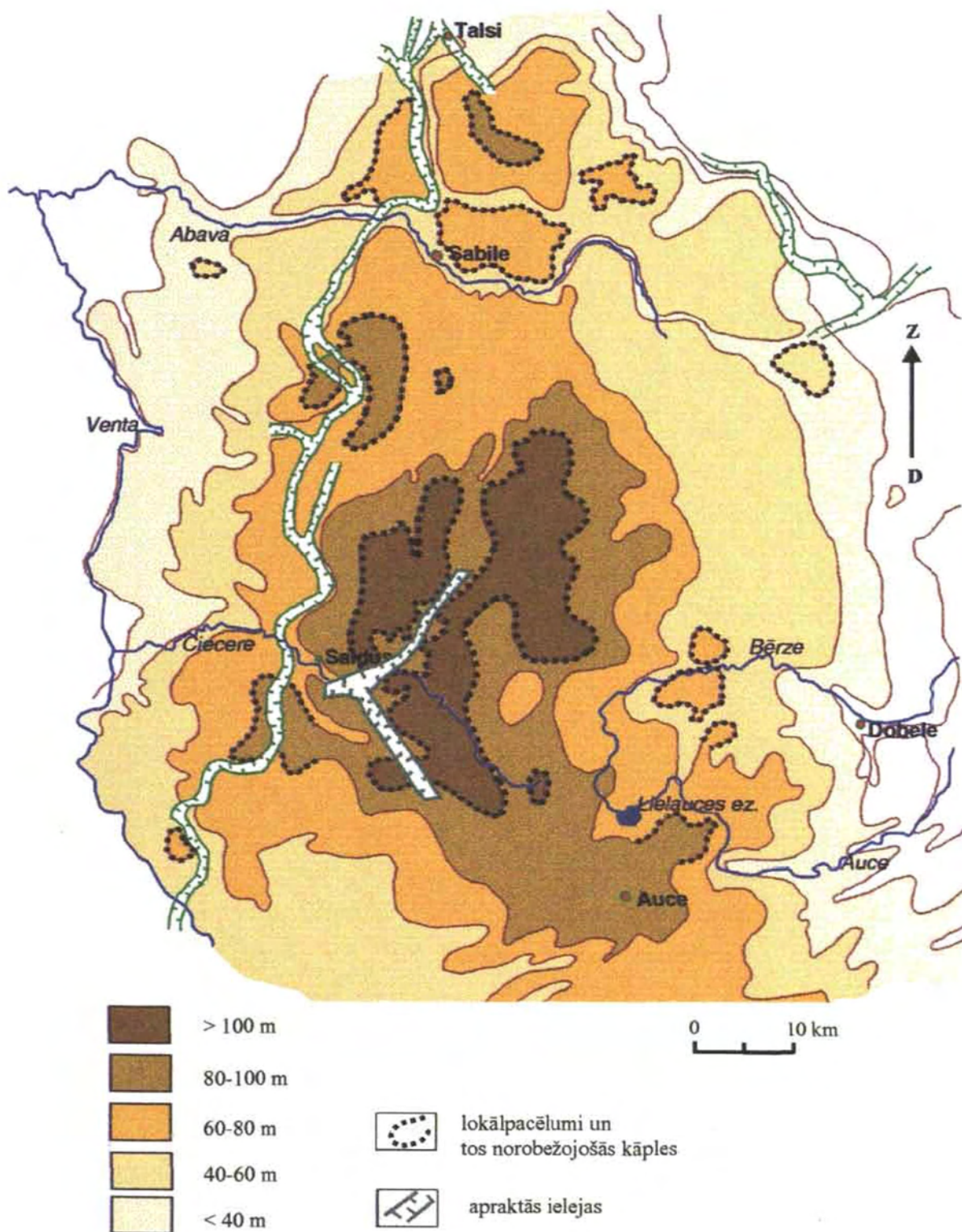
Pamatiežu virsmas reljefs un iežu litoloģiskās īpatnības ledāja gultnē ir vieni no galvenajiem faktoriem, kuri ietekmēja ledus plūsmu kustības virzienu, ātrumu un raksturu (Данилянс, 1972). Tie likumsakarīgi nosacīja ledāja reljefa formu daudzveidību un veidošanās apstākļus.

Austrumkursas augstiene atrodas uz pamatiežu virsmas makropaaugstinājuma, kurš nodēvēts par Austrumkurzemes pacēlumu (Страyme, 1979; Danilāns, 1997). Tā platība pārsniedz 5 000 km<sup>2</sup>, un tas turpinās arī ziemeļos no Abavas senā iegrauzuma, veidojot Ziemeļkursas augstienes Talsu-Tukuma pauguraines pamatiežu cokolu. Makropaaugstinājuma subkvartārās virsmas reljefam, kas apledojumu gaitā ticis ievērojami pārveidots, ir īpaša loma Austrumkursas augstienes kā ledāja makroformas, tā arī ledāja mezofomu un to kompleksu attīstībā un izvietojumā.

Pamatiežu makropacēluma veidošanās nav nejauša, vai tikai ar pleistocēna segledāju eroziju (eksarāciju) saistīta parādība (Исаченков, 1988). Austrumkurzemes (turpmāk Austrumkursas) makropaaugstinājums ir saistīts ar Austrumkursas kāpli un Saldus-Slokas izcilni kristāliskā pamatklintāja virsmā, kas lielā mērā nosacīja arī paleozoja nogulumu kompleksa veidošanās un pamatiežu virsmas vispārīgās īpatnības. Pamatiežu un kristāliskā pamatklintāja virsmām ir gan kopīgas, gan arī atšķirīgas iezīmes. Kristāliskajā pamatklintājā, tāpat kā pamatiežu virsmā, ir lokāli pacēlumi, kuru

izvietojums pārsvarā sakrīt un bieži atspoguļojas ledāja veidotajā reljefā. Pamatklintāja reljefs ir vairāk artikulēts un raksturojas ar lielāku saposmrojumu. Blīdenes, Viesatu un Slampes lokālo pacēlumu amplitūda pamatklintājā sasniedz 30-50 m, bet Dobeles pacēluma relatīvais augstums pat - 120 m. Raksturīgi, ka tektoniskie lūzumi, kāples, ielieces un citas pirmskembrija struktūras ir orientētas dienvidrietumu-ziemeļaustrumu virzienā. Saldus-Sloka izcilni sarežģī vesela lokālpacēlumu virkne, kas stiepta šādā virzienā.

Austrumkursas pamatiežu makropacēlums stiepts meridionālā virzienā un tādējādi nesakrīt ar tektonisko struktūru orientāciju. Tas sakrīt ar jaunāku ģeoloģisko faktoru - pleistocēna ledāju - reģionālās kustības virzienu. Pamatiežu pacēluma garums ir 90 km, platums - 65 km. Pacēluma proksimālajam jeb ziemeļu galam ir ķīļveida forma, relatīvi stāva nogāze, kura ir ievērojami izrobota, līdzīgi kā citās cokoltipa, piemēram, Sakalas un Pandiveres augstienēs. Arī dienvidu nogāze ir samērā stāva. Tas savukārt nav raksturīgs nevienai no cokoltipa augstienēm Baltijā un Krievijas ziemeļrietumos. Vislēzenākā ir austrumu nogāze, kur subkvartāra virsma pakāpeniski pazeminās no 60 m līdz 10 m vjl. 20-25 km attālumā. Tādējādi virsmas krituma leņķis ir tikai  $0.11^{\circ}$  -  $0.14^{\circ}$ . Kopumā makroformai (cokolam), tāpat kā augstienes ledāja reljefa virsmai ir asimetrisks raksturs. Makropaaugstinājuma platoveida virsma nedaudz paaugstinās dienvidu virzienā, bet augstākie lokālpacēlumi atrodas rietumos no pacēluma ass līnijas. Lielākā teritorijas daļa paceļas 40-80 m vjl., bet centrālā un dienvidu daļa pat pārsniedz 100 m vjl. (1.att.), sasniedzot maksimumu pie Zantes - 123 m vjl. Makropacēluma virsma ir viegli viļņota, domājams, ledāja erozijas (ekstarācijas) procesu izlīdzināta. To liek secināt paleoglacioloģiskās rekonstrukcijas (Асеев, 1974; Aber, Croot, Fenton, 1989; Аболтиньш, 1989), pēc kurām Austrumkursas makropacēluma teritorija pēdējā apledošanas laikā atradās ledāja vairoga nogāzes intensīvās ekstarācijas zonā, bet maksimālā - Elsteras (Okas) apledošanas laikā tā bija ledāja vairoga nogāzes augšmalā, kur ledus kustība nebija tik intensīva, tāpēc šajā laikā notika tikai vāja erozija. Tādējādi dažādu apledošanas laikā ledāja ekstarācijas intensitāte visdrīzāk ir bijusi atšķirīga. Atsevišķo lokālo pacēlumu garums ir 2.5-20 km, platums - 2-8 km, bet relatīvais augstums nepārsniedz 10-20 m. Pārsvarā, tāpat kā visa makroforma kopumā, tie veido iegarenas un ziemeļu-dienvidu, t.i. ledājkustības virzienā stieptas reljefa formas.



1.att. Pamatiežu virsma absolūtais augstums (autora sastādīta pēc Юшкевичс, 1979).



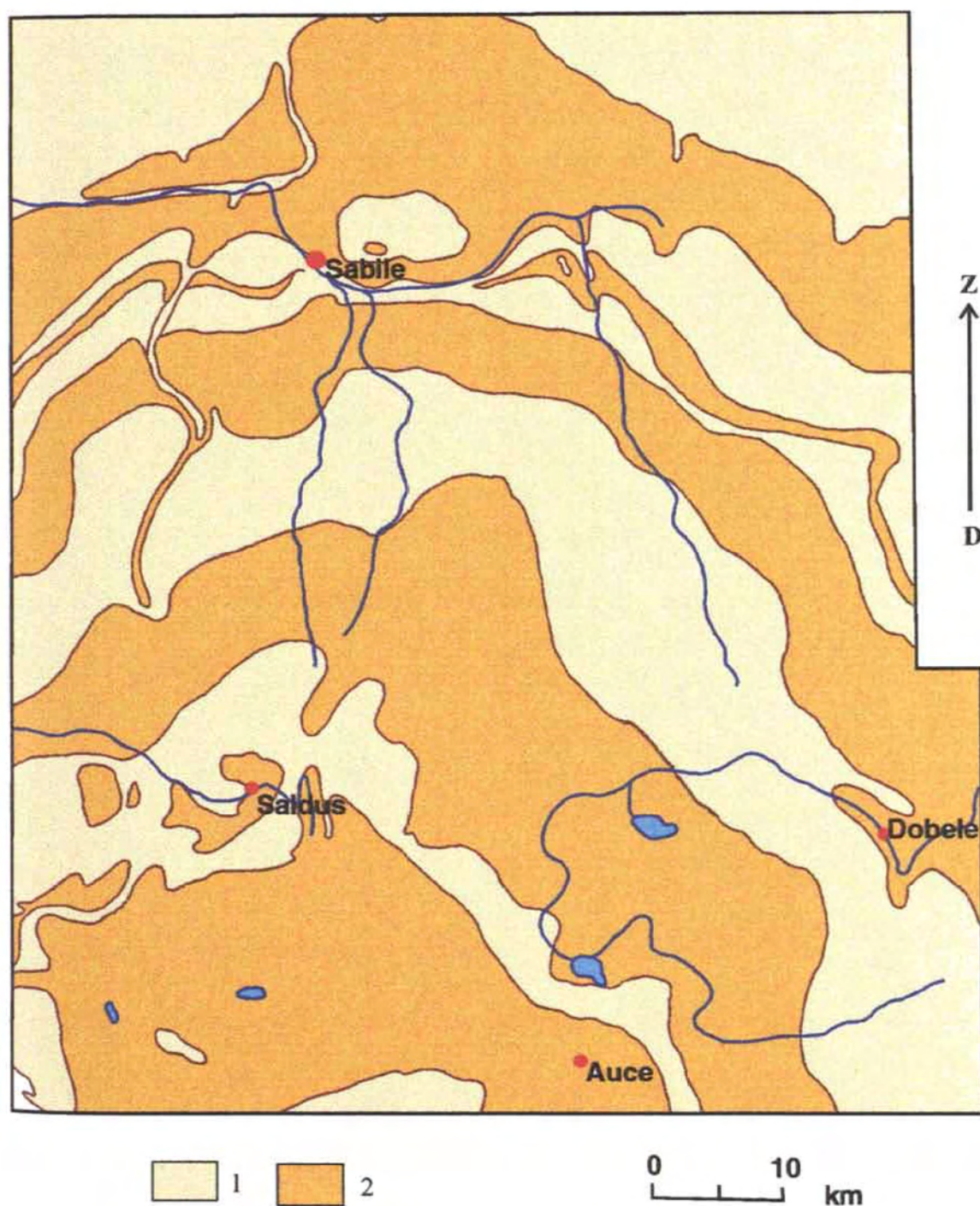
Neapšaubāmi, svarīga loma bija pamatiežu litoloģiskajām īpatnībām. Austrumkursas pamatiežu makropacēluma proksimālās nogāzes pakāje vienlaicīgi ir robeža starp šo pacēlumu un Rīgas līča depresiju, kā arī litoloģiskā robeža starp augšdevona terīgēnajiem iežiem ziemeļos un karbonātiežiem dienvidos. Robeža iezīmējas kā klinšaino iežu kāple, kas savukārt norāda uz ledāja eksarācijas selektīvo raksturu atkarībā no iežu mehāniskās pretestības (Даниланс, 1972). Pamatiežu pacēluma virsmā galvenokārt ir augšdevona svītu ieži, kurās dominē karbonātieži - dolomīti, dolomītmerģeļi. Tikai Austrumkursas dienvidos un dienvidrietumos subkvartāro virsmu veido apakškarbona ( $C_1$  kl) terīgēnie nogulumieži un augšperma ( $P_{2nk}$ ) kaļķakmeņi. Kaut gan devona, īpaši Famēnas stāva iežos pārsvarā ir dolomīti, dolomītmerģeļi un māli, tomēr sastopami arī smilšakmeņi un smiltis, kas nereti atsedzas subkvartārajā virsmā.

Pamatojoties uz ģeoloģisko karti (Бендруп, Биргер, Биргер, Архарова, 1981) un literatūru (Биргер, 1979; Биргер, Куршс, Лярская, 1979) izveidota irdeno un klinšaino pamatiežu shēma (2.att.), kurā saskatāmas vairākas likumsakarības:

- Pirmkārt, augstienē plašākas joslas un lielākas platības aizņem klinšainie ieži - dolomīti, dolomītmerģeļi un kaļķakmeņi.
- Otrkārt, lokālo pacēlumu un pazeminājumu mija ir saistīta ar litoloģiskajām īpatnībām, kas ir ledāja selektīvās eksarācijas sekas.
- Treškārt, lokālpacēlumus un kāples subkvartāra virsmā galvenokārt veido klinšainie pamatieži, kas kā savdabīgi denudācijas palikšņi paceļas virs irdenajiem iežiem. Palikšņi un virsmas saposmojums raksturīgi makropacēluma proksimālajā daļā un tuvu nogāzei.

Vairāki kaļķakmens palikšņi ir pie Saldus. Izteiksmīgākās denudācijas kāples un lokālpacēlumi subkvartāra virsmā ir pie Satiķiem, Zantes, Kabiles, Bikstiem un Lielaucēs. Tie parādās arī ledāja veidotajā augstienes reljefā. Pacēlumu garenasis orientētas reģionālo ledusplūsmu virzienā.

Izlīdzināto platoveida virsmu saposmo dažāda vecuma ielejveida iegrauzumi. Augstienes rietumdaļā cauri visam makropacēlumam stiepjas DDR-ZZA virzienā orientēta, vietām sazarota apraktā ieleja. Kaut arī tās platums sasniedz 0.5-1.0 km, tā augstienes reljefā parādās tikai fragmentāri. Apraktās ielejas sānos novērojami nelieli



2.att. Terigēno un karbonātisko iežu izplatība subkvartāra virsmā Austrumkursas augstienē.

1 - smilšakmeņi, aleirolīti, māli; 2 - dolomīti, dolomītmerģeļi, kaļķakmeņi.



atrauteņi. Abavas-Slocenes erozijas ieleja, kuras platums ir 0.7-2.5 km, nodala pacēluma ziemeļdaļu un arī Ziemeļkursas augstieni no Austrumkursas.

Ar lokālpacēlumiem pamatiežu virsmā saistās vairākas īpatnības:

- Pirmkārt, tie pārsedz kristāliskā pamatklintāja lokālpacēlumus.
- Tajā pašā laikā, to orientācija galvenokārt ir perpendikulāra vai subparalēla pamatklintāja morfostrukturām un sakrīt ar reģionālo ledājkustības virzienu. Izņēmums ir subkvartāra virsmas vaļņveida pacēlums dienvidos no Saldus, kura absolūtais augstums sasniedz 110 m vjl. Tas orientēts perpendikulāri ledājkustības virzienam, bet paralēli pamatklintāja Saldus-Slokas izcilnim. Tādējādi pēdējais tieši atspoguļojas pamatiežu virsmā, bet tikai ar mazāku augstuma amplitūdu. Abas minētās struktūras sakrīt ar Pampāļu paugurvalni virsmas reljefā.
- Ar augstāko radiālo pacēlumu ledāja gultnē starp Blideni un Zemīti tiek saistīta ledusšķirtne (Страуме, 1979), jeb pēc L.Serebrjannija (Серебрянный, 1978) terminoloģijas - savdabīga ledus sateces zona.
- Ledāja mēļveida deglaciācijas etapā ievērojama loma bija relatīvi nelieliem pacēlumiem, kāplēm aktīvā ledus gultnē. Ledus biežumam samazinoties, tie bremsēja mēļu kustību un sekmēja pasīvā ledus lauku veidošanos virs tiem. Kā liecina pētījumi (Даниланс, 1972; Strautnieks, 1995), izciļņi varēja izsaukt arī ledus mēles sadalīšanos divās mazākās aktīvā ledus plūsmās jeb mikromēlēs, kurām apejot šķērsli, aiz tā radās "ēnas zona" un notika šo ledus masu konverģence.
- Glaciotektoniskie pētījumi ir parādījuši, ka ar palikšņiem, kuriem ir samērā stāvas proksimālās nogāzes, var būt saistīti paugurmasīvi, kas pēc vairāku autoru apraksta (Аболтыныш, 1975; Аболтыныш, 1989; Мейронс, Страуме, Юшкевичс, 1976) atgādina dažāda tipa stūra masīvus. Distālā virzienā aiz tiem, glaciālajā reljefā nereti sastopami radiālie starpmēļu veidojumi, kurus igauņu pētnieki parasti dēvē par radiālajiem osiem (Ряхни, 1967; Раукас, 1978; Каяк, 1965).

Šeit minētie gadījumi būs detālāk apskatīti nākamajās nodaļās.

Austrumkursas subkvartāra virsmas pacēluma un pieguļošo radiālo pazeminājumu (glaciodepresiju) mija, iespējams, ir saistīta ar nelīdzenumiem pamatklintāja virsmā. Ņemot vērā to, ka ledāja mēles pārvietojas ar lielāku ātrumu depresijās un veic arī lielāku eksarējošo darbību, var pieņemt, ka makroformu sadalījums ledājam

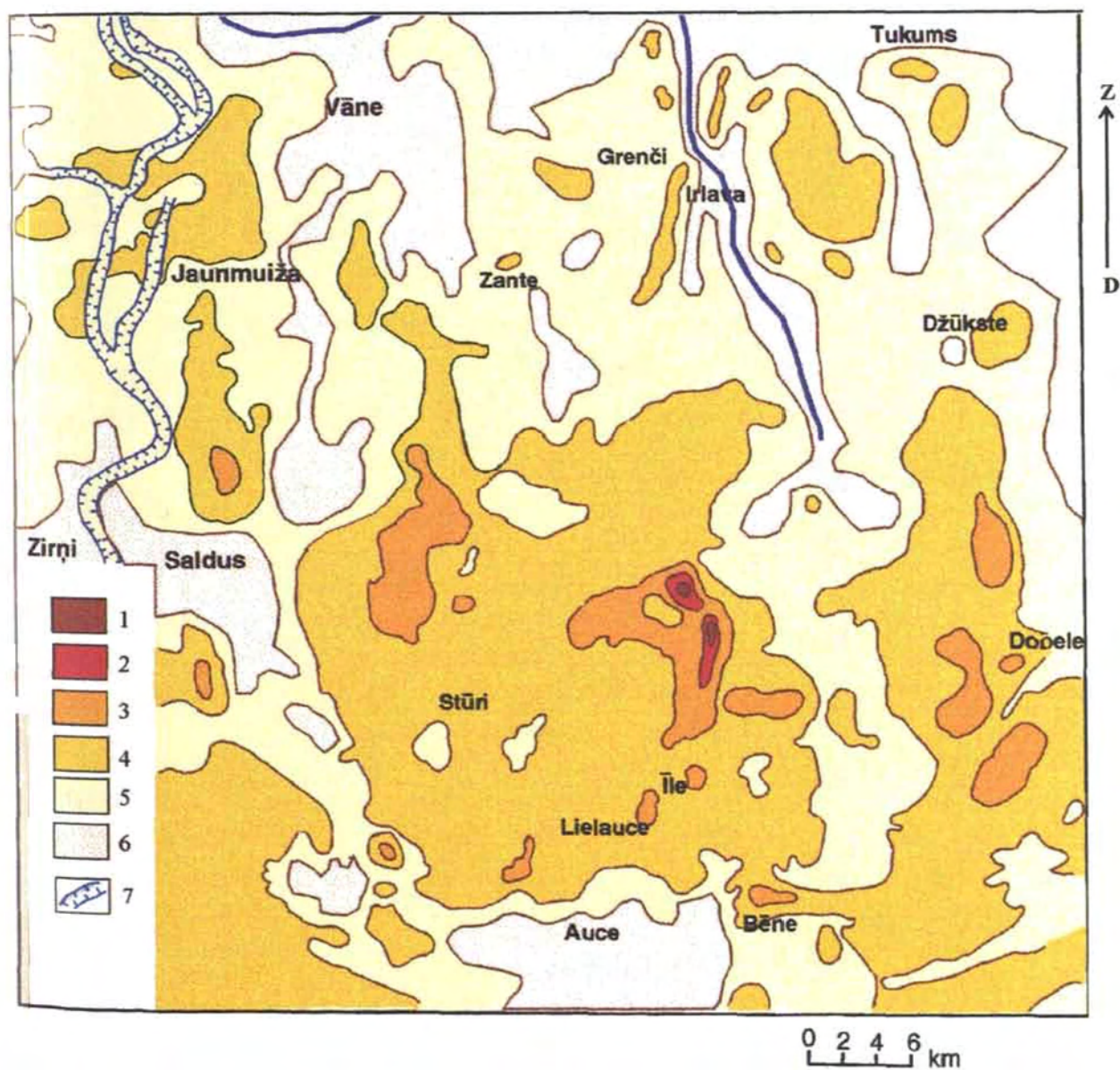
uzvirzoties, kopumā neatšķirās no tagadējā. Tādējādi, jau esošie pazeminājumi tika vēl vairāk akcentēti. Turpretī, virs pacēlumiem notika ledus masu bremzēšanās un, ledāja eksarācijas intensitātei krītoties, palielinājās relatīvo augstumu amplitūda starp pozitīvajām un negatīvajām reljefa makroformām ledāja gultnē.

Apakšnodaļas nobeigumā vēl jāpiezīmē, ka hipsometriskais līmenis pamatiežu virsmas kartēs un shēmās dažos gadījumos var neatbilst īstenībai. Kā rāda autora pieredze lauka pētījumos dažādos Latvijas rajonos, ielejveida iegrauzumu tuvumā bieži ir sastopami atrauteņi un to virsma dažkārt tiek pieņemta par pamatiežu virsmu. Tas nozīmē, ka ar urbumu palīdzību atrastie pamatieži dažreiz var būt iežu blāķi, kas atrauti no pamatnes un neatrodas *in situ*. Pamatiežu atrauteņi iespējami ne tikai pie ielejveida iegrauzumiem, bet arī dažādas mehāniskās izturības iežu litoloģiskās robežas tuvumā. Austrumkursas augstienē atrauteņi konstatēti vairākos karjeros pie Saldus, Zirņiem, Brocēniem un Kabiles.

### 1.3. KVARTĀRNOGULUMU SEGAS BIEZUMS, STRUKTŪRA UN LOMA LEDĀJA RELJEFA FORMU UZBŪVĒ

Austrumkursas augstienes pamatiežu cokolu, kura virsmas absolūtais nav mazāks kā salveida glaciostrukturāli akumulatīvajās vai marginālajās augstienēs, pārsedz relatīvi plāna kvartārnogulumu sega. Kvartārnogulumu segas biežuma teritoriālais sadalījums ir nevienmērīgs. Pastāv arī ievērojamas kvartārsegas atšķirības biežuma pozitīvajās un negatīvajās ledāja mezoreljefa formās (Strautnieks, 1996).

Augstienes ziemeļdaļā (3.att.), viegli viļņotajos līdzenumos, kas stiepjas uz dienvidiem no Abavas ielejas - ap Vāni un Matkuli, pie Grenčiem un Viesatiem, kvartārsegas biežums ir 5-10 m, bet dažviet nerasniedz 5 metrus. Augstienes austrumu malā, morēnas līdzenumā Slampes apkārtnē tā ir plānāka par 5 metriem un vietām pamatiežus pārsedz tikai augsnes kārtā. Tuvu virspusei, tikai 3-10 m dziļumā atrodas kaļķakmens palikšņu virsma pie Saldus. Kvartārsegas biežuma svārstības minētajos līdzenumos galvenokārt ir saistītas ar hipsometriski zemu un relatīvi līdzeno subkvartāra virsmu, kur atkarībā no ledus masu dinamikas un lokālām īpatnībām,



3.att. Kvartārnogulumu segas biezums Austrumkursas augstienē.

1 - > 80 m; 2 - 60-80 m; 3 - 40-60 m; 4 - 20-40 m; 5 - 10-20 m; 6 - 0-10 m;  
7 - apraktās ielejas.

veidojās atbilstošas reljefa mezoformas. Šajās teritorijās izplatītas radiālās reljefa formas - krumlini (morēnuvāli) (Зелчс, Страутниекс, 1992), jeb kā tos agrāk klasificējis J.Straume (Страуме, 1979) - drumlini, kas kopā ar pavadošajām rievotajām morēnām veido laukus. Raksturīgi, ka pozitīvajās reljefa formās nogulumu slāņu skaits ir lielāks nekā starppauguru ieplakās, kur arī kopējais nogulumu biežums ir vairākas reizes mazāks (Зелчс, Страутниекс, 1991). Lielāks kvartārsegas biežums ir novērojams līdzenumus atdalošajās radiālajās paugurgrēdās, kur tas pozitīvo formu virsotnēs pieaug līdz 25-30 m, vietām pat līdz 40 metriem.

Dienvidā - augstienes paugurotajos apvidos un paugurgrēdu joslās, kvartārnogulumu biežums pieaug līdz 30-50 metriem un vairāk (3.att.). Biezuma palielināšanās novērojama radiālajās starpmēļu un frontālajās paugurgrēdās un paugurmasīvos, kas parasti ir saistīti ar pacēlumiem subkvartāra virsmā. Dažreiz biežuma maksimumi ir nobīdīti distālā virzienā no pamatiežu izciļņiem attiecībā pret ledāju, atgādinot tā saucamo "ēnas efektu". Veicot detaļa mēroga topogrāfisko karšu analīzi, salīdzinot pamatiežu virsmas un kvartārsegas biežumu kartes atsevišķām paugurainām teritorijām, autors pārliecinājās, ka reālais kvartārnogulumu biežums var ievērojami atšķirties no kartēs attēlotā. Kvartāra nogulumu biežuma kartes mērogā 1:200 000 attēlo tikai vidējo biežumu, nereti neņemot vērā reljefa saposmējumu 40-60 m, kuru nosaka tieši nogulumu biežums. Šajās teritorijās urbūmi bieži izvietoti negatīvajās reljefa formās, tāpēc neatspoguļo reālo kvartārsegas biežumu. Tā, piemēram, augstienes paugurotākajā apvidū - Lielaucē paugurainē, Īles un Zebrus apkātnē pozitīvajās reljefa formās kvartārsegas biežums sasniedz 60-90 m (40.att.). Tomēr tas ir vismaz pusotru līdz divas reizes mazāks nekā salveida akumulatīvajās augstienēs (Аболтыньш, 1975; Аболтыньш, 1989; Dreimanis, Āboltiņš, 1995). Lielaucē paugurainē ir izplatīts savstarpēji saistīto glaciotektonisko ieplaku un pauguru reljefs. Līdzīgi kā citos kontinentālā apledojuma apgabalos, saskaņā ar raksturīgo šūnveidīgo reljefa zīmējumu, mainās kvartārsegas biežuma minimumi un maksimumi (Aber, 1988; Aber, Fenton, Croot, 1989). Biezākas kvartārnogulumu segas uzkrāšanos augstienes dienvidā, iespējams, nosacīja savdabīgā paleoģeogrāfiskā situācija šajā teritorijā deglaciācijas periodā. Lielaucē pauguraine atradās starp dažādas aktivitātes Ventas un Viduslatvijas ledus mēlēm (Страуме, 1979; Вейнбергс, 1968), kur vienai otru bremzējot, vai arī vēlāk bremzējoties sadursmē ar pasīvo ledu, notika vairākkārtēja ledus īslaicīga

piesalšana pie gultnes un atraušānās no tās. Tā rezultātā notika ledus šķelšanās, ar drupu materiālu piesātināto ledus blāķu zvīņveida uzbīdīšanās, nogulu sakrokošana, kas izraisīja gultnes un ledus asimilētā materiāla vienlaidus segas biezuma dubultošanos vai vairākkārtēju palielināšanos. Pabiezinātas nogulumu segas veidošanos sekmēja arī pamatiežu virsmas pakāpeniska paaugstināšanās dienvidu virzienā. Nevienmērīgu ledāja nogulumu biezuma sadalījumu ietekmēja arī samērā biežā subkvartāra virsmas iežu litoloģisko īpatnību maiņa (2.att.). Klinšaino un irdeno pamatiežu mija bija par pamatu ledus un gultnes savstarpējās berzes izmaiņām. Atkarībā no pagulvirsmas mainījās ledus kustības ātrums, ledus piesātinājums ar drupu materiālu, poru ūdens spiediens un iežu materiāla veidojošo glaciostruktūru rašanās apstākļi. Glaciostruktūras kā reljefa mezofformas, cokoltipa augstienēs pārsvarā ir tiešas ledāja nogulumu biezuma izmaiņu atspoguļotājas.

Kvartārnogulumu segas veidošanās un tās biezuma sadalījums bija atkarīgi no vairākiem faktoriem. Pēc pašreizējiem priekšstatiem noteicošā loma bija tam, ka augstienes pamatiežu cokols atradās ledus vairoga nogāzē (Асеев, 1974; Аболтыныш, 1975, Аболтыныш, 1989). Šajā paleoglacioloģiskajā zonā ledus gultnes pacēlumos (ledusšķirtnēs), kur eksistēja lēna slāniski-plastiskā tecējuma apstākļi, nevarēja veidoties bieza morēnas sega. Vēl mazākas pamatmorēnas akumulācijas iespējas bija šo pacēlumu nogāzēs, kur ledum ātri blāķveidīgi slidot norisinājās intensīva eksarācija (Аболтыныш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988). Pēc minēto autoru teiktā redzams, ka kvartārsegas uzbūvē cokoltipa augstienēs galvenā loma ir tieši pēdējā apledojuma pamatmorēnai.

Kvartārsegas uzbūvē lielākais īpatsvars ir pleistocēna ledāju un to kušanas ūdeņu nogulumiem, kurus vietām pārsedz holocēna aluviālie, ezeru, purvu un nogāžu procesos veidojušies nogulumi. Ieži, kas ir vecāki par pēdējā apledojuma glaciālajiem nogulumiem, nav izplatīti vienlaidus. Ar urbumu palīdzību tie konstatēti atsevišķās vietās Austrumkursas augstienes dienvidu daļā, kur kvartārsegas biezums ir lielāks, kā arī apraktajos ielejveida iegrauzumos. Vecākie ir Lētīžas-Kurzemes starpmorēnu glacioakvālie nogulumi. Tie sastopami atsevišķu lēcu veidā Īles apkārtnē, tieši virs pamatiežiem. Urbumā Nr.67 (Latvijas Ģeoloģijas fonda urbumu katalogs), kas atrodas dienvidaustrumos no Zebrus ezera, kvartārsegas kopējais biezums sasniedz 70 m, bet Lētīžas-Kurzemes glacioakvālie nogulumi aizņem apakšējos 14 m, t.i. 1/5 daļu no kopējā biezuma.

Apakšējā daļā ir pelēka smalkgraudaina smilts un aleirīts, bet augstāk tos nomaina smilts un grants. Vairāk izplatīti ir tos pārsedzošie Kurzemes apledojuuma glaciģēnie nogulumi - pelēcīga, pelēkbrūna mālsmilts ar aleirīta starpkārtiņām. Arī tie neveido vienlaidus segu un lēcu veidā pārsedz Lētiņas-Kurzemes starpmorēnu glacioakvālos nogulumus vai pamatiežus. Atsevišķos urbumos konstatētais Kurzemes morēnas biezums ir 10-24 m. Kurzemes glaciģēnājiem nogulumiem uzguļ Kurzemes-Latvijas starpmorēnu glacioakvālie nogulumi. To biezums urbumos variē no 3-20 m, bet arī tie ir izplatīti sporādiski un Zemes virspusē parasti atsedzas pozitīvo reljefa formu izplatības rajonos, kā arī ezeru un upju stāvkraatos. Iespējams, tie dažviet atsedzas glaciotehtonisko atrauteņu ieplakās. Kurzemes-Latvijas glacioakvālie nogulumi ir smalkgraudaina smilts un māls ar aleirīta kārtiņām, parasti brūnā, retāk pelēkā krāsā.

Kā jau augstāk minēts, Austrumkursas augstienē plašāk izplatīti ir Latvijas apledojuuma glaciģēnie nogulumi, kuri parasti atsedzas virspusē, vai tos klāj relatīvi plāna ledājkūšanas ūdeņu vai holocēna nogulumu sega. Tie pazīstami kā akmeņaina morēnas mālsmilts un smilšmāls, brūnā vai sarkanbrūnā krāsā, kuru biezums var sasniegt pat 30 metru. Tomēr, arī Latvijas apledojuuma morēna neveido nepārtrauktu slāni. Atsegumos tai bieži novērojama zvīņveida struktūra vai tā veido starpslāņu krokojumus un ievilkumus. Ielejveida iegrauzumu tuvumā sastopami pamatiežu atrauteņi, kuri veido ieslēgumus ledāja nogulumos vai tos pārsedz.

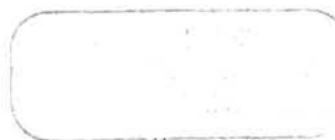
Samērā izplatīti ir limnoglaciālie nogulumi - smalkgraudaina smilts, aleirīti, bet galvenokārt māls. Bijušā Saldus-Amulas lokālā limnoglaciālā baseina nogulumi aizņem 10 km platu un vairāk kā 40 km garu joslu rietumos no Zantes radiālās paugurģrēdas, veidojot limnoglaciālo līdzenumu (Вейнберс, 1968). Dominējošie limnoglaciālie māli pārsedz Latvijas apledojuuma glaciģēnos nogulumus. To biezums sasniedz 15 m (Вейнберс, 1968), bet ielejveida iegrauzumos pat 25 m (Kuršs, Stinkule, 1997). Rietumos no Saldus Latvijas apledojuuma morēnai uzguļ Ventas pieledāja baseina māli, kur virs baseina nogulumu izlīdzinātās virsmas kā savdabīgas morēnas salas paceļas Deģera tipa rievotās morēnas. Atsevišķos reljefa pazeminājumos sastopami arī nelielu lokālo iekšēdus baseinu nogulumi. Viens no lielākajiem un rūpnieciski nozīmīgākajiem ir Lielaucē baseins. Maksimālais slokšņu māla slāņkopas biezums ir 3-4 m (Куршс, Мукане, Стелле, Стинкуле, 1966).

Par fluvioglaciālo nogulumu izplatību augstienē ir atšķirīgi uzskati. Pēc vairāku autoru domām (Страyme, 1979; Вейнбергс, 1968) tie sastopami augstienes dienviddaļā, Īles-Naudītes apkārtnē, veidojot kēmu nogulumu izplatības areālu. Jaunākie pētījumi liecina, ka paugurus un paugurgrēdas veidojošie nogulumi ir sekundāri pārvietoti un deformēti, tāpēc neatbilst iepriekšminētajam tipam. Iespējams, ka tie ir pieledāja sandru nogulumi, kuri radušies vēl Latvijas apledošanas transgresīvajā etapā un tikuši subglaciāli glaciotektoniski deformēti pēdējās deglaciācijas laikā (ibid). Fluvioglaciālie nogulumi veido deltas pie Abavas ielejas. Tās saistītas ar ledus kušanas ūdeņu noteci no virsledāja un pieledāja baseiniem.

Galvenā loma augstienes reljefa veidošanā ir pēdējā apledošanas glaciogēnajiem un glacioakvālajiem nogulumiem. Glacioakvālo nogulumu vecums glaciostruktūrās nereti ir neskaidrs. Tomēr, ja skatāmies analogijās, tad līdzīgos apstākļos veidotās glacioakvālo nogulumu slāņkopas vecums Kurzemes karjerā (Мейронс, Юшкевичс, 1984) noteikts ar TML metodi sasniedz 56 056 gadus. Tādējādi, formveidojošo nogulumu vecums ir lielāks nekā pašu formu vecums. To apstiprina arī ledāja nogulumos asimilētie pamatieži. Ļoti bieži glaciostruktūrās dominē sakrokoti smilts, aleirīta, māla, grants un oļu slāņi nevis morēnas mālsmilts vai (un) smilšmāls, kādēļ nereti atšķiras uzskati par nogulumu un mezoformu veidošanos, nepietiekami novērtējot viena vai pārvērtējot otra litomorfoģenēzes procesa lomu.

#### 1. 4. AUSTRUMKURSAS AUGSTIENES VIETA LEDĀJA RELJEFA MAKROFORMU KOMPLEKSĀ

Pleistocēna segledāja kontinentālo līdzenumu teritorijām raksturīgo makrosaposmojumu veido ledāja augstienes un zemienes, kā arī starpmēļu paugurvaļņi. Minētās galvenās ledāja reljefa lielformas un paaugurvaļņi ir glaciomorfoģenētiskie kompleksi, kuri veidojušies segledāja eksarācijas, akumulācijas un glaciotektonisko procesu mijiedarbībā (Āboltiņš, Zelčs, 1995; Аболтиньш, Зелчс, 1988). Kā atzīmējuši vairāki kvartārpētņieki, (Аболтынш, 1972; Можаяв, Можаява, 1978; Таваст, 1978;





Zāns, 1936; Raukas, Haldorsen, Mickelson, 1989; Zelčs, 1993; Raukas, 1992), Austrumeiropas līdzenumā glaciālo nogulumu biežumam un ledāja reljefa formu izvietojumam nav gadījuma raksturs. Augstieņu un zemieņu miju, kā arī zemāka taksonomiskā ranga reljefa formu izvietojumu galvenokārt nosacīja pamatiežu virsmas īpatnības ledāja gultnē.

Ledāja augstienes Austrumeiropas līdzenumā izvietojušās virs pamatiežu virsmas pacēlumiem, (Даниланс, 1972; Асеев, 1974; Аболтыныш, 1975; Аболтиныш, 1989; Раукас, 1978; Вайтекунас, Мийдел, 1972). Ziemeļamerikā augstienes un zemienes kā atsevišķas ledāja reljefa makroformas netiek pētītas, tomēr spriežot pēc ledāja mezoformu pētījumiem (Stea, 1994), arī tur augstieņu pamatā ir makropacēlumi.

Augstienes kā ledāja makroformas, atšķiras pēc uzbūves un veidošanās apstākļiem. Austrumeiropas līdzenuma pleistocēna apledojuumu augstieņu klasifikācija galvenokārt balstās uz A.Asejeva izstrādātajām paleoglacioloģiskās zonalitātes shēmām (Асеев, 1967, 1974). Pirms Asejeva shēmas par segledāju dinamiskās aktivitātes zonalitāti Ziemeļamerikā un Eiropā bija sastādījis R.Flints (Флинт, 1963). Detalizētāku augstieņu ģenētisko klasifikāciju pēdējā apledojuuma klātajā Austrumeiropas līdzenuma teritorijā, tai skaitā Latvijā, pirmais ir veicis O.Āboltiņš (Аболтыныш, 1972, 1975; Аболтиныш, 1989). Līdzīgi augstieņu klasifikācija ir veikta Igaunijā (Raukas, Карукapp, 1979), Lietuvā un Krievijas ziemeļrietumos (Аболтиныш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988). Papildinot A.Asejeva paleoglacioloģiskās shēmas (Асеев, 1967, 1974), O.Āboltiņš (Аболтыныш, 1972) attiecīgi iezīmēja divus galvenos iekšledāja zonas augstieņu tipus - cokoltipa un salveida glaciostrukturāli akumulatīvās augstienes. Kā atzīmē vairāki autori (Аболтиныш, 1989; Аболтиныш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988), **zonāli** reljefā izšķiramas 3 ledāja augstieņu **joslās**, kuras apledojuuma centra virzienā sakārtojamas šādā secībā:

- Latgales, Bežanīcu un daļēji arī Sudomas augstiene,
- Žemaitijas, Vidzemes, Hānjas, Otepes un Lugas augstiene,
- Kursas augstieņu grupa, Sakalas, Pandiveres un Ižoras augstiene.

Tādējādi Kursas augstienes, to skaitā Austrumkursas augstiene, veido vistālāk uz ziemeļiem izvirzīto ledāja pozitīvo makroformu loku.



Minētās augstienes grupējoties veido trīs radiālas submeridionālā virzienā stieptas virknes (Аболтиньш, 1989; Аболтиньш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Паукас, 1988), kas virzienā no austrumiem uz rietumiem izvietotas sekojošā secībā:

- Ižoras, Lugas, Sudomas, Bežāņuicu augstiene,
- Pandiveres, Otepes, Hānjas, Vidzemes un Latgales augstiene,
- Kursas augstieņu grupa un Žemaitijas augstiene.

Radiālās virknes morfoloģiski ir pat izteiksmīgākas nekā iepriekš minētās augstieņu joslas. Katra josla ziemeļos sākas ar cokoltipa radiālo augstieni, kuras turpinājumu veido salveida glaciostrukturāli akumulatīvās augstienes (Аболтиньш, 1989). Distālā virzienā pozitīvās makroformas noslēdz marginālās augstienes, kas veidojušās ledāja malas zonā. Kā marginālās augstienes Latvijā ar tām raksturīgiem ledāja malas veidojumu kompleksiem, O.Āboltiņš klasificē Augšzemes un Ziemeļkursas augstienes (Аболтиньш, 1989). Pēdējais gadījums ir samērā neparasts, jo Ziemeļkursas augstiene atrodas proksimālā virzienā no cokoltipa augstienes, kuras veidošanos, iespējams, nosacīja īpaši lokālie apstākļi.

Cokoltipa augstienes izvietojušās ledāja augstieņu radiālo virkņu proksimālajā daļā. Tādējādi, Austrumeiropas līdzenumā tās veido loku, kas stiepjas dienvidrietumu-ziemeļaustrumu virzienā, t.i. perpendikulāri radiālajām virknēm. Cokoltipa augstieņu loks ietver Rietumkursas un Austrumkursas augstienes Latvijā, Sakalas un Pandiveres augstienes Igaunijā, Ižoras augstieni Krievijā. Pēc A.Asejeva paleoglacioloģiskajām shēmām (Асеев, 1967, 1974) un O.Āboltiņa papildinātās shēmas (Аболтиньш, 1989), cokoltipa augstienes ledāja maksimālās izplatības etapā veidojās segledāja vairoga nogāzē, ledāja eksarācijas zonā uz lielajiem pamatiežu pacēlumiem. Tomēr, kā atzīmē minētie autori (ibid), makropacēlumi ledāja gultnē samazināja ledus kustības ātrumu, tādēļ tas bija mazāks nekā pieguļošajās depresijās. Makropacēlumi bija ledusšķirtnes vai arī savdabīgas ledus saplūdu jeb konverģences zonas (Аболтиньш, 1989; Āboltiņš, Zelčs, 1995; Паукас, 1963), kas nosacīja ledāja nogulumu segas biezuma un reljefa mezoforamu veidošanās īpatnības.

Kā jau iepriekšējā apakšnodaļā tika minēts, segledāja iekšējās zonas augstienēm ir kopīgas iezīmes, bet ir vesela virkne īpatnību, ar ko cokoltipa radiālās augstienes atšķiras savstarpēji un no salveida glaciostrukturāli akumulatīvajām augstienēm.

Cokoltipa augstienes ir iegarenas un stieptas ledāja reģionālās kustības virzienā, tādēļ tās var klasificēt kā radiālās cokoltipa augstienes (Āboltiņš, Zelčs, 1995). To garenstiepto pamatiežu cokolu parasti veido pirmskvartāra - galvenokārt paleozoja, retāk mezozoja karbonātiskie vai terigēnie ieži (Аболтыныш, 1989). Izņēmums ir Rietumkursas augstiene, kuras cokolu kopā ar pamatiežiem veido vecāko kvartāra apledojuumu un starpledus laikmetu nogulumu (Вейнбергс, 1968; Даниланс, 1972; Страуме, 1979; Аболтыныш, 1975; Аболтыныш, 1989; Strautnieks, 1995). Maksimālais pamatiežu cokolu virsmas absolūtais augstums Rietumkursas un Sakalas augstienēs sasniedz 80-90 m vjl., bet Austrumkursas, Pandiveres un Ižoras augstienēs - pat 120-140 m vjl.. Arī Rietumkursas pamatiežu un vecāko kvartāriežu cokola virsma sasniedz 120 m vjl. (Юшкевичс, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981). Tādējādi nav ievērojamu cokolu virsmas hipsometriskā līmeņa atšķirību starp radiālajām cokoltipa augstienēm un salveida akumulatīvajām augstienēm. Šo makropacēlumu pamatiežu virsma paceļas 40-60 m virs pieguļošajām ledāja zemienēm. Kaut arī makropacēlumiem pārsvarā ir platoveida virsma, tie ir vairāk vai mazāk asimetriski un to tagadējo savstarpēji atšķirīgo apveidu, acīmredzot, nosacīja lokālie apstākļi. Līdzīga asimetrija novērojama Rietumkursas, Austrumkursas un Pandiveres augstieņu cokoliem. Cokolu augstums pieaug to distālā virzienā, kur noslēdzas ar samērā stāvu dienvidu nogāzi. Ievērojami atšķiras Ižoras augstienes cokols, kuram vairāk pacelta ir proksimālā daļa un ziemeļu nogāzē, kur tā sakrīt ar Baltijas-Lādogas kāpli, relatīvais augstums sasniedz līdz 140 m. Lokālo apstākļu lomas piemērs ir Sakalas augstienes pamatiežu makropacēlums. To atšķirībā no citām augstienēm veido vidusdevona terigēnie ieži. Litoloģiskā robeža starp terigēnajiem un silūra karbonātiem ziemeļu nogāzē ir arī robeža starp irdenajiem un klinšainajiem nogulumiežiem, kas neapšaubāmi ietekmēja subglaciālos procesus ledāja-gultnes kontaktzonā. Bez tam litoloģiskās atšķirības arī sekmēja denudācijas palikšņu izveidošanos cokola proksimālajā daļā pirmskvartāra kontinentālās denudācijas ietekmē.

Kā atzīmējis O.Āboltiņš (Аболтыныш, 1975; Аболтыныш, 1989), cokoltipa augstieņu reljefa virsma nerasniedz salveida glaciostrukturāli akumulatīvo augstieņu hipsometrisko līmeni, bet šo līmeņu starpību nosaka atšķirīgais kvartārnogulumu segas biezums. Tā, piemēram, Sakalas augstienes augstākā virsotne Rutumeģa kalns paceļas tikai 146 m vjl., bet maksimālo augstumu radiālo cokoltipa augstieņu joslā sasniedz Krievu kalns (189 m vjl.) Rietumkursas augstienē. No iepriekš minētā redzams, ka kvartārnogulumu sega cokolaugstienēs ir relatīvi plānāka. To nosacīja ledāja un gultnes

mijiedarbība, kuras raksturs, savukārt, bija atkarīgs no segledāja paleoglacioloģiskās zonalitātes, ledus masu radiāli sektoriālās diferenciācijas, kā arī gultnes reljefa un iežiem (Асеев, 1966, 1967, 1974; Аболтыныш, 1972, 1975; Аболтиныш, 1989; Раукас, 1978; Аболтиныш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988). Kā liecina O.Āboltiņa (Аболтыныш, 1975; Аболтиныш, 1989) apkopotais materiāls par kvartārnogulumu segas biežumu Baltijā, cokolaugstienēs tas nepārsniedz 20-50 m. Līdzīgi cokoliem, asimetrija novērojama augstieņu virsmas reljefa virsmā, kuru akcentē nevienmērīgais kvartārsegas biežuma sadalījums. Vismazākais kvartārsegas biežums ir augstieņu proksimālajā daļā - 3-10 m. Tas pieaug pozitīvajās reljefa mezofomās. Ar sevišķi plānu kvartārnogulumu segu visā teritorijā izceļas Pandīveres augstiene - tikai 2-5 m (Раукас, 1978). Distālā virzienā un reljefa lielākajās pozitīvajās formās - paugurgrēdās, paugurmasīvos augstieņu centrālajā daļā kvartārnogulumu segas biežums pieaug un sasniedz 70-90 m (Юшкевичс, Страуме, Мейронс, 1975; Раукас, 1993; Strautnieks, 1996). Kā jau tika minēts apakšnodaļas sākumā, tad Rietumkursas augstienes dienviddaļā konstatētais 120 m biežais kvartārnogulumu slānis ir maksimālais cokoltipa augstienēs. Vairāk par 100 metriem biezs kvartārnogulumu slānis ir konstatēts vēl tikai apraktajos ielejveida iegrauzumos (Даниланс, 1972; Юшкевичс, Страуме, Мейронс, 1975; Раукас, 1993; Аболтыныш, 1989; Вейнбергс, 1968).

Cokoltipa augstienēs, atšķirībā no salveida glaciostrukturāli akumulatīvajām augstienēm, kvartārsegas uzbūvē un reljefa veidošanā pārsvarā lielāks īpatsvars ir pēdējā apledojuma glaciālajiem nogulumiem. Tas it īpaši attiecināms uz teritorijām, kur kvartārsegas biežums ir minimāls. Nereti cokolaugstienēs virsējo morēnas horizontu veido divi morēnas slāņi, kuriem ir atšķirīga krāsa un nedaudz arī litoloģiskais sastāvs (Раукас, 1963, 1978; Lōokene, 1961). Vecāku apledojumu morēnas un starpmorēnu nogulumi parasti ir saglabājušies subkvartāra reljefa pazeminājumos, it īpaši apraktajās ielejās (Эберхардс, 1975; Даниланс, 1972; Раукас, 1963; Lookene, 1961; Āboltiņš, Dreimanis, 1995; Dreimanis, Zelčс, 1995) vai arī sarežģītas uzbūves ledāja reljefa mezofomās. Sakalas augstienē dziļākajā ielejveida iegrauzumā, kur kvartārnogulumu biežums sasniedz 120 m, konstatēti 6 dažādi morēnas slāņi, kurus atdala glacioakvālie nogulumi, bet to vecums vēl nav pietiekami skaidrs. Kā atzīmē A.Раукас (Раукас, 1978), vecāko apledojumu nogulumi nosacīti tiek izdalīti arī Pandīveres augstienē, taču bez paleontoloģiska pamatojuma. Spriežot pēc jau iepriekš minētajām publikācijām,

Latvijas cokolaugstienēs vecāko apledojuumu īpatsvars ir lielāks nekā Igaunijā, un tie it īpaši Rietumkursas augstienē sastopami ne tikai apraktajos erozijas pazeminājumos. Līdzīgi kā Pandiveres augstienē, arī Austrumkursas augstienes lielākajā daļā par atšķirīgas krāsas morēnu kā arī starpmorēnu glaciokvālo nogulumu absolūto vecumu trūkst datu. Starpmorēnu sporu-putekšņu analīze veikta Satiķu griezumā un Austrumkursas augstienes dienvidaustrumos pie Savaiņu mājām Dobeles apkārtnē (Саксон, Сеглиньш, 1990). Nogulumu vecums pie Savaiņiem ir  $13840 \pm 350$  un  $13970 \pm 370$ .

Tomēr, neskatoties uz minētajām nesakritībām un informācijas trūkumu, nav domstarpību par to, ka cokoltipa augstienēs mezoforūmu uzbūvē ir ietverta kvartārnogulumu sega visā tās biezumā, vai vismaz 2/3 no tās biezuma (Аболтиньш, 1989; Раукас, 1978; Аболтиньш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988; Strautnieks, 1996).

Pēc līdzšinējiem priekšstatiem, glaciostrukturū mezoforūmas cokoltipa augstienēs nav izplatīta parādība (Вейнбергс, 1968; Раукас, 1978; Раукас, Ряхни, Мийдел, 1971). Pamatojoties uz mēļveida deglaciācijas īpatnībām, virkne autoru (Аболтиньш, 1989; Аболтиньш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988) atzīmē, ka atšķirībā no salveida glaciostrukturāli akumulatīvajām augstienēm glaciодислоkācijas tajās veidojās tikai vietām, kur ledāja gultnē bija smilts, grants, grants-oļu vai arī aleirītisks un mālains materiāls. Tāpat dažviet veidojās glaciодинамискās деформācijas морēнā, kas raksturīgas drumliniem, flūtingiem un rievotajām морēнām, kā arī paugurгрēдām un ваļņiem.

Vispārīgu reljefa iezīmju raksturojumu cokolaugstienēs salīdzinājumā ar salveida glaciostrukturāli akumulatīvajām augstienēm ir devis O.Āболтиньш (Аболтиньш, 1989). Atšķirībā no salveida augstienēm, kur pārsvarā ir paugurains reljefs, cokoltipa augstienēs kā dominējošais tiek minēts lēzeni viļņotu, nereti drumlinizētu pamatморēnas līdzenumu reljefs, kā arī osi. Bez tam, nemaz nav sastopami pirmmasīvi, lieli морēнпаугуру масīви un lieli atsevišķi кēми. Морēnas līdzenumi kā visizplatītākais reljefa tips Pandiveres un Sakalas augstienēs ir minēts arī igauņu ģeologu publikācijās (Raukas, 1993; Карукяпп, 1978; Раукас, 1978), īpaši bieži tiek minēti drumlini. Tomēr, kā redzams ģеоморфолоģискajās shēmās un kartēs (Lookene, 1961; Карукяпп, 1978; Карукяпп, 1993; Dreimanis, Zelčs, 1995; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981),

drumlini vai krumlini (morēnuvāli) galvenokārt sastopami augstieņu malās. Minētās radiālās reljefa mezoforamas veido laukus, kuri, spriežot pēc publikācijām (Аболтиньш, 1989; Zelčs, 1992, 1993, 1994; Зелчс, Маркотс, Страутниекс, 1990; Раукас, 1978), ir parasta parādība glaciodepresiju zemienēs, bet cokolaugstienēs iesniedzas tikai to neliela daļa. Cokolaugstieņu iekšējos rajonos tie sastopami retāk un aizņem relatīvi zemākās un līdzenākās pamatiežu virsmas teritorijas, kur ir mazāks kvartārnogulumu segas biezums. Ar drumlinu vai krumlinu (morēnuvālu) laukiem ir saistītas rievotās morēnas, kas pārsvarā izvietojušās distālā virzienā no tiem.

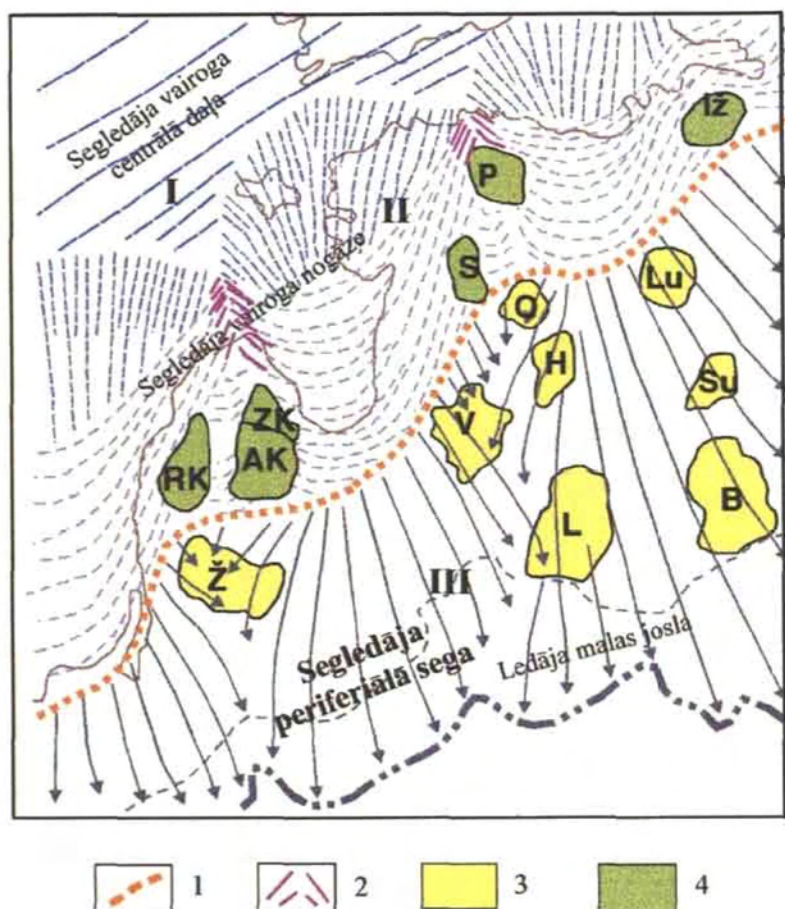
Cokolaugstienēm raksturīgas hipsometriski augstāk paceltas vairākas radiālas mezoreljefa veidojumu joslas, taču to klasifikācija Igaunijā un Latvijā vairumā gadījumu būtiski atšķiras. Latvijas cokolaugstienēs hipsometriski visaugstāko līmeni ieņem pauguraines, radiālās starpmēļu paugurgrēdas vai citi marginālie veidojumi (Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Strautnieks, 1996). Pēc vairāku autoru domām (Вейнбергс, 1968; Ряхни, 1967; Раукас, 1978; Раукас, Ряхни, Мийдел, 1971; Карукяпп, 1978), cokolaugstienēs samērā bieži sastopamas reljefa mezoforamas, it īpaši Pandiveres augstienē, ir radiālie osi. Līdzīgi kā Austrumkursas augstienē radiālās paugurgrēdas, Pandiveres augstienē radiālie osi veido vairākas virknes. No tām morfoloģiski labi izceļas piecas. Augstākā un garākā virkne ir augstienes ass daļā. Arī citās cokolaugstienēs šāda tipa radiālie veidojumi ir nepāra skaitā. Gan paugurgrēdu, gan arī osu virkņu kopgarums sasniedz 20–40 km. Iespējams, ka atšķirības klasifikācijā nosacīja atšķirīgas formveidojošo nogulumu izpētes metodes. Šādu varbūtību apstiprina arī tas, ka dažu Austrumkursas augstienes radiālo osu (Вейнбергс, 1968) atkārtota izpēte (Strautnieks, 1996; Страуме, 1979) norāda uz to glaciotektonisko izcelsmi. Nereti par tā saukto osu fluvioglaciālo izcelsmi šaubās arī paši igauņi, nespējot izskaidrot pamatmorēnas klātbūtni to uzbūvē, kā arī pieminot radiālo starpmēļu veidojumu pākāpenisku pāreju osos (Quaternary Geology of Hiiumaa Island, 1994; Раукас, Ряхни, Мийдел, 1971). Par to, ka no smilts-grants-oļu materiāla veidotās starpmēļu paugurgrēdas bieži tiek klasificētas kā osi vai gala morēnu kompleksi, atzīmējuši arī V.Prests (Prest, 1975) un M.Punkari (1979).

Paugurainais reljefs, ko veido morēnpauguri, dauguļi, kēmi, kēmu lauki, un citas mezofformas, cokolaugstienēs aizņem mazākas platības kā salveida glaciostrukturāli akumulatīvajās augstienēs. Paugurainā reljefa īpatsvars katrā no augstienēm ir atšķirīgs. Atšķirīgs ir arī pauguroto apvidu izvietojums. Piemēram, Pandiveres augstienē paugurainais reljefs aizņem ~14% teritorijas, Sakalas augstienē ~ 5% (Карукяпп, 1978; Karukapp, 1993), bet Austrumkursas augstienē ~ 20%. Acīmredzot paugurainā reljefa izplatību un novietojumu nosacīja lokālās ledus gultnes reljefa un ledus masu dinamikas īpatnības. Kā atzīmē igauņu ģeologi (ibid.), tad kēmi parasti veido laukus un ir ģenētiski saistīti ar osiem. Bieži kēmi sastopami uz pamatiežu virsmas pazeminājumiem. Paugurainais reljefs Austrumkursas augstienē izvietots tās dienviddaļā - pilnīgi pretēji Pandiveres augstienei, kur tas galvenokārt ir sastopams ziemeļu un ziemeļrietumu nogāzē. Tāpat, kā par radiālajiem reljefa veidojumiem, ir atšķirīgi uzskati arī par pauguru ģenēzes apstākļiem un to klasifikāciju. Tā, piemēram, Rietumkursas augstienes ziemeļdaļu un Austrumkursas augstienes ievērojamu teritorijas daļu tās dienvidos, kas agrāk tika uzskatītas par tipiskiem kēmu izplatības areāliem (Страуме, 1979; Вейнбергс, 1968, 1976; Ульст, 1962), pēc pētījumu analogijas citos Latvijas apvidos (Zelčs, 1992, 1993, 1994) aizņem kupolveida un citas formas glacioadvektīvās struktūras (Zelčs, 1993, 1995; Страутниекс, 1998; Strautnieks, 1996). Tādējādi, pilnīgi iespējams, ka veicot atkārtotus pētījumus citās cokolaugstienēs, var mainīties priekšstati par glaciotektoniskās un ledāja kušanas ūdeņu darbības lomu to mezoreljefa veidošanā.

## **1.5. MŪSDIENU PRIEKŠSTATI PAR AUSTRUMKURSAS AUGSTIENES VEIDOŠANOS**

Par Austrumkursas augstienes veidošanos ir dažādi viedokļi un laika gaitā, pilnveidojoties kvartārpētījumu metodēm, tie ir mainījušies. Pirmais par reljefa glaciālo izcelsmi Kurzemē rakstījis Grevings (Grewingk, 1879). Divdesmitā gadsimta sākumā H.Hauzens sastādīja pirmo ledāja degradācijas un pieledāja baseinu shēmu, izdalot arī galvenos ledāja reljefa veidojumus Latvijā (Hausen, 1913). Ledāja nogulumu un dažu reljefa formu detālākus pētījumus Austrumkursas augstienē veicis V.Zāns (1935). Augstieņu klasifikācijā bijušās PSRS ziemeļrietumos, t. sk. arī Latvijā, īpaša nozīme ir

jau minētajām A.Asejeva izstrādātajām paleoglacioloģisko rekonstrukciju shēmām (Асеев, 1967, 1974), uz kurām balstās O.Āboltiņa vēlāk papildinātā un detalizētā augstieņu ģenētiskā klasifikācija Austrumeiropas līdzenuma pēdējā apledojuuma klātajā teritorijā, t.sk. Latvijā (Аболтыныш, 1972, 1975; Аболтиныш, 1989) un Igaunijā (Raukas, Karukapp, 1979). Pēc A.Asejeva (Асеев, 1967, 1974) un O.Āboltiņa (Аболтыныш, 1975; Аболтиныш, 1989) pēdējā apledojuuma maksimālās izplatības etapā Latvijas teritorija atradās divās atšķirīgās, dienvidrietumu-ziemeļaustrumu virzienā stieptās paleoglacioloģiskajās zonās - zem ledus vairoga nogāzes un periferiālās ledus segas (4.att.). Robeža starp ledus vairoga nogāzi un periferiālo ledus segu parasti tiek iezīmēta kā robeža starp cokoltipa un salveida glaciostrukturāli akumulatīvajām augstienēm (Аболтыныш, 1972). Kā redzams 4.attēlā, Rietumlatviju pārsedza ledus vairoga nogāzes ledus. Joslā starp ledus vairogu un periferiālo ledus segu uz pamatiežu makropacēlumiem kā ledusšķirtnēs vai arī savdabīgā ledus konverģences zonā veidojās cokoltipa Rietumkursas un Austrumkursas augstienes. Pēc vairāku kvartārģeologu (Аболтыныш, 1975, Аболтиныш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988; Мейронс, Страуме, Юшкевичс, 1976; Аболтиныш, 1989) domām, Latvijas zemieņu un Rietumlatvijas cokoltipa augstieņu veidošanās notika pēdējā apledojuuma mēļveida deglaciācijas etapā - vēlāk nekā salveida glaciostrukturāli akumulatīvās augstienes. Pēc minēto autoru domām (ibid.) cokoltipa augstieņu veidošanās apstākļus galvenokārt nosacīja to atrašanās ledus vairoga nogāzē un tai atbilstošā ledus masu dinamika. Līdzīgi periferiālās ledāja segas klātajam apgabalam, arī ledāja vairoga nogāzē ledusšķirtnes izvietojās uz ledāja gultnes pacēlumiem. Tomēr, virs radiālo augstieņu cokoliem ledāja sega bija biezāka un ar mazāku kustības ātrumu, tāpēc glaciodynamiskie apstākļi nesekmēja ledāja piegultnes slāņa piesātināšanos ar drupu materiālu un gultnes iežu intensīvu deformāciju (Аболтыныш, 1975; Аболтиныш, 1989). Ievērojamas tagadējo cokoltipa augstieņu pamatiežu makropacēluma malu, galvenokārt ledāja reģionālās kustības virzienā vērstās, nogāzes tika pakļautas novadsļūdoņu eksarācijai un strauja ledāja blāķveida slidējuma vai intensīva ledus laminārā tecējuma ietekmē ledāja gultnē notika pastiprināta eksarācija, plašākā nozīmē - erozija (Drewry, 1986; Shaw, Kvill, Rains, 1989). Plānā monolītās morēnas sega izveidojās vēlāk (Аболтыныш, 1975; Аболтиныш, 1989; Аболтиныш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988). Kā galvenie šādu paleoglacioloģisko situāciju indikatori un



**4.att. Cokoltipa radiālo un glaciostrukturāli akumulatīvo augstieņu izvietojuma un pēdējā apledojuma paleoglacioģiskās zonalitātes shēma (autora sastādīta pēc Асеев, 1974; Аболтиньш, 1989; Aber et al., 1989).**

1 - cokoltipa augstieņu izplatības dienvidu robeža; 2 - ledāja vairoga nogāzes ledusšķirtnes zona; 3 - glaciostrukturāli akumulatīvās augstienes: Ž - Žemaitijas, O - Otepes, H - Hānija, V - Vidzemes, L - Latgales, B - Vitebskas, Su - Sudomas, Lu - Lugas; 4 - cokoltipa radiālās augstienes: RK - Rietumkursas, ZK - Ziemeļkursas, AK - Austrumkursas, S - Sakalas, IŽ - Ižoras. I - iekšējā zona; II - pārejas zona; III - ārējā zona.



liecinieki tiek minēti ledājnogulumu biezums, mezoformu un to kompleksu raksturs un šajos apvidos sastopamās glaciostruktūras (ibid).

Austrumkursas augstienei raksturīgi un morfoloģiski izteiksmīgi veidojumi ir radiālās starpmēļu un frontālās paugurgrēdas, kas sasniedz visaugstāko hipsometrisko līmeni (Strautnieks, 1994, 1996). Tieši paugurgrēdas tiek uzskatītas par ievērojamākajiem ledāja akumulatīvajiem veidojumiem Rietumlatvijas cokoltipa augstienēs (Мейронс, Страуме, Юшкевичс, 1976) un nereti kartētas kā marginālie veidojumi. Tomēr, kā atzīmē vairāki autori (Аболтыньш, 1975; Аболтыньш, 1989; Аболтыньш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяев, Раукас, 1988), salīdzinājumā ar salveida glaciostrukturāli akumulatīvajām augstienēm, kur paugurgrēdu malas veidojumi ir raksturīgi, cokoltipa augstienēs mēļveida deglaciācijas etapā marginālā akumulācija bija mazāk intensīva, tāpēc šāda tipa reljefs sastopams retāk un tas ieņem hipsometriski visaugstāko līmeni. Neskatoties uz minētā reljefa dažādību, kā arī atšķirībām to klasifikācijā vai veidošanās laika interpretācijā (Мейронс, Страуме, Юшкевичс, 1976; Вейнбергс, 1972; Аболтынь, Вейнбергс, Стелле, Эберхард, 1972), galvenais ir tas, ka ar tiem kā ar redzamākajiem "pieturas punktiem" tiek saistīts kāds noteikts etaps vai fāze pēdējā apledošanas deglaciācijas gaitā. Ģeomorfoloģisko pētījumu rezultātā marginālie veidojumi Latvijā kopumā ir apvienoti vairākās (5-6) galvenajās marginālajās zonās vai joslās, kuras iezīmē aktīvā ledus īslaicīgu apstāšanos vai tā malas nelielu atkārtotu uzvirzīšanos deglaciācijas gaitā (Мейронс, Страуме, Юшкевичс, 1976; Вейнбергс, 1972; Аболтынь, Вейнбергс, Стелле, Эберхард, 1972). Austrumkursas augstienē J. Straume (ibid) izšķir vairākas marginālās joslas - Remtes-Zemītes (Blīdenes-Zemītes, arī Zantes), Lutriņu, Lestenes, Lielauces, Zebrus (Страуме, 1979). Pēc viņa priekšstatiem relatīvi vecākai - Gulbenes zonai atbilst Lielauces, Zantes un Pampāļu ledāja akumulatīvie marginālie veidojumi (Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981). Tomēr attiecībā par šo veidojumu relatīvo vecumu viedokļi ir atšķirīgi un Pampāļu paugurvalnis dažkārt tiek minēts kā relatīvi jaunāka reljefa forma (Аболтынь, Вейнбергс, Стелле, Эберхард, 1972). Augstākā - Zantes radiālā paugurgrēda starp Remti un Zemīti, pēc J. Straumes domām (Страуме, 1979), fiksē ledus masu sadures zonu starp Viduslatvijas un Ventas mēlēm. Tā var tikt uzskatīta par starpmēļu veidojumu (interlobate ridge, pēc Prest, 1975; Aario, 1977; Punkari, 1979), līdzīgi kā radiālā Zebrus-Īles paugurgrēda (Strautnieks, 1996). Savukārt, frontālo marginālo glaciomorfoloģisko kompleksu - Pampāļu paugurvalņa un Lielauces paugurgrēdas

veidošanās augstienes dienvidu malā tiek skaidrota samērā līdzīgi - sadursmes rezultāts starp dažāda virziena un aktivitātes ledus mēlēm. Kā atzīmē I.Veinbergs (Вейнбергс, 1972), Viduslatvijas lobs bija aktīvāks nekā Ventas mēle un aplieca augstieni no dienvidiem, tādējādi bremsējot Augšabavas ledus mēli Austrumkursas augstienes austrumu daļā. Minēto ledus masu veidojumu mijiedarbībā radās Lielauces paugurgrēda, bet Dienvidkurzemes un Ventas mēles sadures zonā veidojās Pampāļu paugurgrēda (paugurvalnis) (Страуме, 1979; Вейнбергс, 1972). Šāda paleoglacioloģiskā situācija ir unikāla un nav konstatēta ne Rietumkursas, ne arī Sakalas un Pandiveres augstienes veidošanās laikā. Iespējams, ka tas izskaidrojams ar detalizētu pētījumu trūkumu minētajās teritorijās pēdējos 20-30 gados. Tā saukto Lutriņu marginālo joslu, kas atrodas augstienes rietumdaļā, veido vairāki radiāli, savstarpēji paralēli vaļņi. Tie tiek klasificēti kā sānu morēnu vaļņi (Вейнбергс, 1972; Аболтынь, Вейнбергс, Стелле, Эберхард, 1972) vai atšķelšanās vaļņi (Страуме, 1979). Kopumā marginālo frontālo paugurgrēdu un paugurmasīvu veidošanos I.Veinbergs (Вейнбергс, 1972) izskaidro ar ledus masu kustības ātruma strauju samazināšanos pret ledāju vērstajās stāvajās nogāzēs un kāplēs. Pēc I.Veinberga (ibid), ledum bremsējoties, šajās vietās notika tā malas plaisāšana un pastiprināta ledāja nogulumu akumulācija. E.Љevkovs šādus apstākļus raksturo kā labvēlīgus zvīņveida uzbīdījumu veidošanā (Љевков, 1980).

Savukārt Austrumkursas augstienes austrumu daļā, tāpat kā citās cokolaugstienēs, ledāja gultnes pacēluma malās notika intensīva eksarācija zem blāķveidīgi slidoša ledus. Laikā, kad ledus masai samazinoties, Rietumlatvijai nonākot ledus segas perifēriālās zonas ietekmē, lokalizējās atsevišķas dažādos virzienos orientētas ledus mēles. Tādējādi, ledus masu dinamika šajā teritorijā sarežģījās. Ledus mēļu izgulsnētais morēnas materiāls to darbības rajonos veido tādas reljefa mezoforū kompleksus kā viļņotie un drumlinizētie pamatmorēnas līdzenumi (Аболтыньш, 1975). Jāpiebilst, ka līdz šim daži pētnieki (Страуме, 1979; Вейнбергс, 1968) par drumliniem uzskatīja krumlinus (morēnuvālus) vai flūtingus. Kā lielākie Austrumkursas augstienē minēti Lestenes, Degoles drumlinulauki (Страуме, 1979) un Vānes-Kabiles morēnuvālu lauks (Зелчс, Страутниекс, 1992). Ledum ātri aprimstot tālāka reljefa veidošanās notika kūstot aprimušajam ledum. Par ievērojamu Austrumkursas augstienes reljefa daļas veidošanos aprimušā ledus apstākļos liecina limnoglaciālie baseini - Saldus-Amulas un Kandavas (Вейнбергс, 1968). Savukārt, ievērojama reljefa daļa, kas

izvietojusies augstienes dienvidu un dienvidaustrumu daļā, līdz šim tika uzskatīts par aprimušā ledus apstākļos veidojušos, tāpēc klasificēta kā tipisks kēmu izplatības areāls (Страуме, 1979; Вейнбергс, 1968). Pēdējo gadu pētījumi liecina, ka šī apvidus mezoforamas pārsvarā veido glaciotehtoniskās struktūras, kuras radušās aktīvā ledus apstākļos (Страутниекс, 1992; Страутниекс, 1998; Strautnieks, 1994, 1995, 1996). Vairāki autori (Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981) uzskata, ka Ziemeļkursas augstiene ir tikai Austrumkursas augstienes ziemeļu daļa, un norāda uz ledāja reljefa formu līdzību augstienes ziemeļu un dienvidu daļās.

Nemot vērā to, ka cokoltipa augstienes Latvijā un Igaunijā veidojušās līdzīgos glaciodynamiskos apstākļos (Аболтиньш, Асеев, Вонсавичюс, Исаченков, Можаяв, Паукас, 1988), pēc morfoloģiskām un telpiskā izvietojuma pazīmēm, iespējams, līdzīga ir arī ledāja reljefa mezoforamu iekšējā uzbūve. Kopīga īpatnība ir radiālās paugurjoslas visu cokoltipa augstieņu hipsometriski augstākajā daļā. Parasti tās veido šauru ledāja reģionālās kustības virzienā stieptu pacēlumu šo augstieņu centrālajā daļā un, pēc dažādu autoru (Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981) pētījumu veiktās analīzes, pa radiālai joslai augstieņu katrā sānu malā. Tomēr jautājumā par šo joslu morfoģenētisko piederību, dažādiem autoriem ir atšķirīgi uzskati. Latvijas cokoltipa augstienēs hipsometriski paceltos centrālās daļas veidojumus dēvē par radiālajām jeb starpmēļu paugurgrēdām (Strautnieks, 1994, 1996) vai marginālajām joslām (Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981). Savukārt, Pandiveres un Sakalas augstienēs tie, balstoties uz E. Rjahni (Ряхни, 1967) viennozīmīgi tiek apzīmēti kā radiālie osi. Iespējams, ka šo atšķirību pamatā ir dažāda pētījumu metodika un pētījumu detalizācijas pakāpe, kā arī pieceja ledāja reljefa iekšējās uzbūves izpētē. Igaunijas augstienēs reljefa pētījumi veikti 60-70.gados, kad glaciotehtoniskie pētījumi bijušajā PSRS bija samērā jauns, no mūsdienu viedokļa vēl neapguīts virziens. Ledāja nogulumu tekstūranalīze tajā laikā veikta tikai izdarot novērojumus divdimensiju plaknē, bez pietiekamiem slāņu saguluma elementu pētījumiem vai pat tikai balstoties uz ģeoloģiskās urbšanas datiem. Līdzīgi arī Latvijā, radiālās Zemītes-Blīdenes un Zebrus-Īles paugurgrēdas tika klasificētas kā radiālie osi (Вейнбергс, 1968), bet jaunākie glaciotehtoniskie pētījumi liecina, ka tās veidojušās starp dažādas aktivitātes mēlēm (Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Strautnieks, 1996). Autora priekšstati par Austrumkursas radiālās cokoltipa augstienes reljefa mezoforamu iekšējo uzbūvi un veidošanās apstākļiem atspoguļota 3.un 4.nodaļās.

## 2. PĒTĪJUMU METODIKA UN FAKTISKAIS MATERIĀLS

Austrumkursas radiālās cokoltipa augstienes reljefa izpētes nepieciešamību noteica daudzās neskaidrības tās uzbūvē, morfoloģijā, kā arī viedokļu pretrunas (Вейнбергс, 1968; Страуме, 1979; Strautnieks, 1995, 1996; Мейронс, Страуме, Юшкевичс, 1976; Аболтынь, Вейнбергс, Стелле, Эберхард, 1972) par tās mezoreljefa veidošanās apstākļiem un secību.

Šā mērķa sasniegšanai bija nepieciešams pētījumu komplekss, kas ietver sagatavošanas darbus, lauka un kamerālos pētījumus. To veikšana nodrošināja: pirmkārt, vispārēju un detālu informāciju par pētāmajiem objektiem; otrkārt, pamatojoties uz iegūto informāciju interpretēt reljefa mezoformu veidošanās apstākļus un novērtēt reljefa mezoformu izvietojuma likumsakarības.

Sagatavošanas darbu etaps aptvēra jau esošo publicēto un nepublicēto datu apkopošanu un citu pētnieku zinātniskā veikuma analīzi. Ņemot vērā Austrumkursas augstienes reljefa morfoloģisko daudzveidību, tika salīdzināti daudzu autoru pētījumi Latvijas augstieņu un zemieņu rajonos, to apvidos un citos senā kontinentālā apledojuuma apgabalos. Apkopotā informācija bija galvenais pamats noteiktiem secinājumiem un deva iespēju veidot turpmāko pētījumu plānu. Autora iecerētais norādīja, ka, lai izskaidrotu ledāja dinamikas un reljefa formu veidošanās apstākļus un secību, nepieciešama arī ledāja fizikas un glacioloģijas jautājumu izziņāšana. Kā atzīmē Dž. Boultons (Boulton, 1972), pleistocēna apledojuumu un ledāja nogulumu veidošanās procesu rekonstrukcijā liela loma ir mūsdienu ledāju dinamikas izpētei. Ledāja nogulumu un mezoformu veidošanās mehānisma interpretācijā nozīmīgas izmaiņas un papildinājumus ienesa bieži uzsvērtais pamatmorēnas kā glaciotektonīta raksturs (Vanham, 1977; Аболтыньш, 1986; Аболтыньш, 1989; Лаврушин, Гептнер, Голубев, 1986; Лукашов, 1986), glaciодислокацију un glaciоструктуру reljefa plašā izplatība senā kontinentālā un mūsdienu apledojuuma teritorijā (Левков, 1980; Патерсон, 1984; Аболтыньш, 1978, 1986; Аболтыньш, 1989; Boulton, 1981, 1985; Лукашов, Рукосуев, 1981; Лукашов, 1982, 1986). Tāpat, glaciотектонискā reljefa класификација, īpaši pēdējos gados (Аболтыньш, Зелчс, 1987; Зелчс, 1988; Левков, 1980; Aber, Croot, Fenton, 1989; Aber, 1988; Zelčs, 1992, 1993, 1997), balstās uz reljefa iekšējās uzbūves un tā morfoloģiskajiem pētījumiem.

Viss iepriekšminētais, kopumā, veido teorētisko pamatu konkrētajiem lauka un kamerālajiem pētījumiem un sekmēja Austrumkursas radiālās cokoltipa augstienes reljefa kompleksu izpēti. Galvenā uzmanība vērsta uz ledāja mezoforū un nogulumu veidošanās savstarpējo saistību. Tieši šādu pētījumu nozīme vairākkārt uzsvēta metodiska rakstura publikācijās (Симонов, 1972; Спиридонов, 1975; Сапфиров, 1982; Аболтиньш, 1989 u.c.). Lai sekmīgi risinātu izvirzītos uzdevumus, bija nepieciešami kompleksi ģeoloģiski un ģeomorfoloģiski pētījumi.

Reljefa formu iekšējās uzbūves pētījumi izpaužas kā detaļa dabisko atsegumu, caurakumu un karjeru izpēte. Lauka pētījumi ir noteiktā secībā veicamu darbu kopums.

- Pirmkārt, tiek veikts sagatavošanas darbs - atsegumu sienu sliktāk redzamās, aizplūdušās vai aizbirušās un aizbrukušās daļas attīrīšana. Pie sagatavošanas darbiem pieskaitāmi arī slāņu kontaktu un slīdvirsmu attīrīšana un atseguma plakņu mērīšana.
- Otrkārt, tiek izdarīta atsegumu plakņu zīmēšana un fotogrāfēšana. Attēlu detalizācijas pakāpi nosaka vairāki objektīvi un subjektīvi faktori - atseguma sienas garums un augstums, nogulumu noblīvētība un saguluma apstākļu sarežģītība, izvēlētā apzīmējumu sistēma, darba mērķis konkrētajā situācijā, kā arī paša autora pieredze un iemaņas u.c. Nereti, lauka apstākļos iegūto rezultātu papildina zīmējumi no fotogrāfijām vai diapozitīviem. Tādos gadījumos apzīmējumu sistēma var būt veidota tā, ka lielāko frakciju - oļu, šķembu, laukakmeņu un blāķu izmēru un formas attēlojums dotajā mērogā atbilst dabā redzamajam.
- Treškārt, ar ģeoloģisko kompasu tiek veikta lineāro, plaknisko un telpisko struktūrelementu mērīšana. Struktūrelementu mērīšana ir darbietilpīgs process, kurš ietver oļu garenasu, slāņu sagulumu, ledāja skrambu, slīdvirsmu, kroku šarnīru, plaisu, budināžas un citu elementu mērīšanu. Mērījumu vietas izvēlētas atkarībā no konkrētās situācijas, arī ledāja reljefa formu orientācijas un atseguma sienas vērsuma.

Nogulumu un struktūru veidošanās apstākļu rekonstrukcijā izmantotas mūsdienīgas tekstūru un fāciju analīzes metodes (Ботвинкина, 1962; Кутырев, 1968; Петтиджон, 1981; Рейнек, Сингх, 1981; Рухин, 1969) un struktūrģeoloģiskā analīze (Казаков, 1976). Salīdzinājumā ar tradicionāli pielietotajiem tekstūranalīzes

metodiskajiem paņēmieniem ledāja veidojumu izpētē, Latvijā (Ульст, 1962; Страуме, 1970; Вейнбергс, 1976; Зелчс, 1986) plašāks praktiskais pielietojums ģeomorfoloģijā pēdējos gados, galvenokārt pateicoties O.Āboltiņa (Аболтыньш, 1978, 1986; Аболтыньш, 1989) un A.Lukašova (Лукашов, 1982, 1986) darbiem, ir struktūrģeoloģiskajām metodēm, kas ietver arī stereoģeometrisko analīzi.

Struktūrģeoloģiskās analīzes pamatā ir struktūru paraģenēze, t.i., visu to struktūrformu kopums, kas veidojies vienlaicīgi vienotā spriegumu laukā (Паталаха, 1970). Neskatoties uz to, ka struktūru paraģenēze ietver pēc mēroga ļoti atšķirīgus elementus, to tipu nosaka galvenokārt primāro kroku morfoloģija un ar tām saistītās pārtāvumu plaisas (Милеев, 1978). Lauku pētījumos izdarīto lineāro, plaknisko un telpisko struktūrelementu mērījumi ļauj spriest par spriegumu lauku, kādā tie veidojušies, kā arī izzināt deformāciju struktūru veidošanās secību (Казаков, 1976). Ir zināma izstrādāta speciāla metodika spriegumu lauku noteikšanā pēc linearitātes (Милеев, 1970), budināžas (Милеев, 1973; Уйлсон, 1985), plaisām (Гзовский, 1954, 1975), klivāžas (Белоусов, 1985; Паталаха, 1970) un pēc deformāciju ķermeņiem (Клоос, 1958; Паталаха, 1970; Казаков, 1976), kuru var izmantot glaciostruktūru veidošanās kinemātikas un dinamikas izvērtēšanā. Liela nozīme daudzu neskaidrību un domstarpību atrisināšanā, jautājumā par linearitātes nozīmi paleoģeogrāfiskajās rekonstrukcijās, ir O.Āboltiņa (Аболтыньш, 1986) rekomendācijām trīsdimensiju linearitātes struktūrelementu analīzē un rezultātu interpretācijā.

Augstienes glacigēnā reljefa izpētē bija nepieciešami arī kamerālie darbi, kas ietver:

- mezoformu telpiskā izvietojuma analīzi;
- tekstūru un struktūrelementu mērījumu apstrādi un analīzi;
- glaciomorfoģenēzes procesu interpretāciju.

Tekstūru un struktūrelementu mērījumu analīzē un interpretācijā izmantotas apļa diagrammas, kur mērījumi attēloti ar punktveida un izolīniju metodi. Diagrammas veidotas, par pamatu ņemot vienādlaukuma Šmita tīklu vai vienādleņķu Vulfa tīklu. Šādas metodes priekšrocība atspoguļota O.Āboltiņa (Аболтыньш, 1986), A.Rodigina (Родыгин, 1980) un citu autoru darbos.

Mezoforņu telpiskā izvietojuma analīze ir pasākumu kompleksss un apkopo:

- pirmkārt - speciālu morfoloģisko karšu un shēmu sastādīšanu, kā arī mezoreljefa kompleksu savstarpējā izvietojuma un sakārtojuma noskaidrošanu, par pamatu ņemot topogrāfiskā kartes mērogā 1: 10 000, 1: 25 000, 1:50 000 un 1: 75 000;
- otrkārt - mezoforņu kompleksu telpiskā izvietojuma likumsakarību noskaidrošanu Austrumkursas augstienē, atkarībā no subkvartāra virsmas reljefa, pamatiežu litoloģiskajām īpatnībām un kvartārnogulumu segas uzbūves, salīdzinot kartes ar Latvijas Ģeoloģiskā dienesta ģeoloģiskās kartēšanas materiāliem un publicētajām kartēm;
- treškārt - mezoforņu morfogrāfisko, morfometrisko un statistisko analīzi.

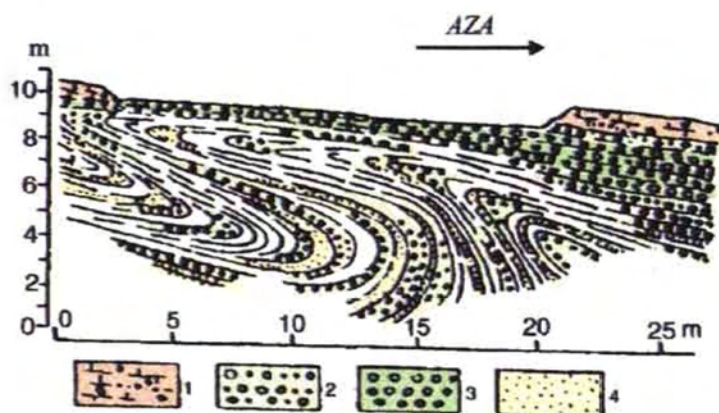
Konkrētie morfoloģiskie pētījumi balstīti uz daudzu kvartārģeologu pieredzi un rekomendācijām (Аболтыньш, 1989; Крупицкас, 1981; Лукашов, Рукосыев, 1981; Фокин, 1986; Ласточкин, 1987; Hill, 1973; Rose, Letzer, 1975; Trenhaile, 1975; Зелчс, 1992; Zelčs, 1993, 1995, 1997; Zelčs, Dreimanis, 1997; Evans, 1985).

Struktūrelementu mērījumu un tekstūru analīzē un interpretācijā izmantoti А.Казакова (Казаков, 1976), О.Аболтыņa (Аболтыньш, 1986), Vilsona (Уилсон, 1985) un citu zinātnieku izstrādātie metodiskie paņēmieni. Daļa iegūto mērījumu apstrādāti, izmantojot I.Liepas un V.Zelča izstrādāto struktūrelementu datu statistiskās apstrādes programmu "OLIS".

Reljefa iekšējās uzbūves pētījumi veikti analizējot mezoforņu morfoloģiju, orientāciju un telpisko izvietojumu. Tikai tad bija iespējama speciālu morfoloģisko shēmu un karšu sastādīšanu, izmantojot topogrāfiskās kartes mērogā 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 un 1:75 000. Mezoforņu telpiskā izvietojuma likumsakarību izvērtēšanā izmantoti Latvijas Ģeoloģijas dienesta kartēšanas materiāli un publicētās kartes par subkvartāra virsmas reljefu, pamatiežu litoloģiskajām īpatnībām un kvartārnogulumu segas uzbūvi. Grafiskā materiāla apstrādē un attēlošanā izmantotas CorelDraw (Nr. SW-Q-23-E50D), PhotoStyler (Nr. 15-0207-202342338) un citas datorprogrammas.

### 3. AUSTRUMKURSAS RADIĀLĀS COKOLTIPA AUGSTIENES RELJEFA MEZOFORMAS UN TO KOMPLEKSI

Austrumkursas augstienes kā fizioģeogrāfiskā rajona sīkāku iedalījumu apvidos un ainavās ir veikuši K.Ramans, V.Zelčs un V.Šteins (Ramans, 1994; Ramans, Zelčs, 1995; Zelčs, Šteins, 1989), bet glaciomorfoģenētisko un ģeomorfoloģisko - J.Straume (Страуме, 1979), O.Āboltiņš un V.Zelčs (1995). Atsevišķu dabas apvidu raksturojumu sniedzis I.Strautnieks (1994, 1995, 1996, 1998). Minēto klasifikāciju galvenais pamatojums ir teritorijas virsmas saposmojuma īpatnības. Augstienei pieguļošo glaciodepresiju zemieņu glaciomorfoģenētisko klasifikāciju ir veicis V.Zelčs (1993). Austrumkursas augstienes un Kursas zemienes ģeogrāfiskā un ģeomorfoloģiskā robeža nereti virsmas reljefā vizuāli ir grūti pamanāma. Nereti Kursas zemienes un Austrumkursas augstienes robežjoslas līdzenumiem ir kopīga ģenēze un apskatāmi kā vienots morfoģenētiskais komplekss, piemēram, krumlinu un DeGēra tipa rievoto morēnu zona. Robežu galvenokārt veido lēzenas ledāja kontakta nogāzes, kuras pārsvarā veido stipri noblīvēti puteķļaini un smilts nogulumu, ko no virspuses pārsedz morēnas mālsmilts vai smilšmāls. Augstienes austrumu un dienvidaustrumu nogāzē glaciotektoniski deformētajos nogulumos raksturīgas apgāztas krokas (5.att.).



**5.att. Glaciodylocētu nogulumu atsegums Austrumkursas augstienes ziemeļaustrumu nogāzē pie Ozolpils (Аболтиньш, 1989).**

1 - brūna, plātņaina un joslota morēnas mālsmilts; 2 - oļi un grants; 3 - oļi; 4 - dažādgraudaina smilts.



Pēdējos gados veiktie detālie pētījumi ļauj izdalīt ģeomorfoloģisko apvidu robežās sīkākus ledāja reljefa mezoforamu grupējumus. Dažus no tiem jau ir aprakstījis I. Strautnieks (Strautnieks, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998; Страутниекс, 1992, 1998). Tie pārsvarā ir ledāja izcelsmes reljefa mezoforamu kompleksi. Dažās vietās tie ir ledāja kušanas ūdeņu lineārās erozijas pārveidoti leduslaikmeta beigu posmā un pēcledus laikmetā, veidojot tādas reljefa formas kā Bērzes, Augšabavas, Vašlejas ielejas, Imulas un Amulas kanjonveida ielejas, kā arī citas - mazākas.

### 3.1. PAUGURAIŅU MEZOFORMAS UN TO GLACIOSTRUKTŪRAS

Austrumkursas augstienes vissaposmotākais un paugurotākais reljefs izvietojies tās dienviddaļā. Augstienes paugurainie apvidi ir Saldus pauguraine un Lielauces pauguraine (Zelčs, Šteins, 1989). To detālāku fizioģeogrāfisko raksturojumu ir veicis I. Strautnieks (1995, 1996, 1998). Pauguraines kā fizioģeogrāfiskie apvidi ietver pauguru - kupolveida, gredzenveida un citas formas glacioadvektīvo struktūru areālus, kā arī krumlinu laukus, frontālās paugurgrēdas, paugurvaļņus, tāpat - daļēji vai pilnīgi atsevišķas radiālās paugurgrēdas. Tādējādi, tie ietver ne tikai pauguru areālus. Tā kā paugurgrēdas tiks aplūkotas atsevišķi kā patstāvīgi ģeomorfoloģiski objekti, tad šajā nodaļā galvenokārt tiks detālāk aprakstīta paugurainā teritorija.

Saldus paugurainē pauguri koncentrēti tās dienvidaustrumu stūrī, uz austrumiem un ziemeļaustrumiem no Cieceres ezera - Lielcieceres, Brocēnu un Blīdenes apkārtnē. Šo pauguru areālu dienvidu-dienvidaustrumu virzienā bez redzama norobežojuma turpina Lielauces pauguraines rietumdaļas pauguru areāls. Lielauces paugurainē paugurotā teritorija aizņem apmēram 2/3 apvidus platības. Zebrus-Īles radiālā starpmēļu paugurgrēda daļa to divās - rietumu un austrumu daļās. Paugurotās teritorijas platība kopumā ir ~780 km<sup>2</sup>, kas ir 20% no augstienes platības.

Ledāja reljefa virsmas absolūtais augstums mainās atkarībā no pamatiežu virsmas hipsometriskā līmeņa. Subkvartāra virsma pakāpeniski pazeminās rietumu-austrumu virzienā no 100-110 m pie Zvārdes un Brocēniem līdz 20-30 m pie Dobeles. Tās monotono kritumu izjauc tikai atsevišķi, nelieli lokālpacēlumi un pazeminājumi,

kuru nogāžu relatīvais augstums nepārsniedz 5-10 m (1.att.). Pamatiežu virsmu veido ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā stieptu augšperma ( $P_2nj$ ), apakškarbona ( $C_1kl$ ) un augšdevona Famēnas stāva Ketleru, Žagares, Tērvetes, Sņķeres un Mūru svītu terigēnie un karbonātieži (Бендруп, Биргер, Биргер, Архарова, 1981). Pamatiežu vecums palielinās ziemeļaustrumu virzienā, t.i. aptuveni virsmas krituma virzienā. Jaunākie - augšējā perma Naujakmenes svītas kaļķakmeņi sastopami tikai šaurā joslā pauguru izplatības areāla dienvidrietumos, kur tie dažviet veido kāpli, kas atspoguļojas arī augstienes mezoreljefā.

Galvenā loma paugurotās teritorijas pamatā ir terigēnajiem pamatiežiem. Apmēram 20 km platu joslu aizņem Ketleru svītas ( $D_3ktl$ ) un Kļikoļu sērijas ( $C_1kl$ ) gaišpelēki, vizloti, smalkgraudaini līdz rupjgraudaini smilšakmeņi ar mālu, aleirolītu un dolomītmerģeļu starpkārtām, kā arī smiltis un aleirolīti. Smilšakmeņi ir vāji cementēti, pārsvarā ar māla cementu. Lielaucē paugurainē austrumdaļā 5-7 km platu joslu aizņem Tērvetes, Sņķeres un Mūru svītas terigēnie ieži - gaišpelēkas, dzeltenpelēkas un zaļganpelēkas krāsas smiltis, smilšakmeņi un aleirolīti. Retāk sastopami sarkanbrūnas krāsas aleirolīti. Smilšakmeņi un aleirolīti cementēti ar dolomītu, mālu, retāk ar dzelzs hidroksīdiem (Биргер, 1979). Kā neliela kāple Lielaucē paugurainē pamatiežu virsmā starp Zebrus-Īles paugurgredu un Dobeli ir šaura (1.5-2.5 km), pakavveidīgi uz austrumiem izliekta karbonātiežu josla. To veido Žagares svītas dolomīti un dolomītmerģeļi. Kāple pamatiežu virsmā vietām atspoguļojas arī ledāja veidotajā reljefā.

Pamatiežus pārsedzošās kvartārnogulumu segas vidējais biezums ir 20-40 m. Plānāka - tikai 15-20 m tā ir starp Penkuli un Kaķeniekiem Lielaucē paugurainē un šaurā joslā gar Ciecēres ezera krastu Saldus paugurainē (3.att). Raksturīgi, ka kvartārnogulumu segas biezums samazinās pamatiežu virsmas pacēlumos, bet pieaug to distālajās nogāzēs un ieplakās, parādot tā saukto "aizvēja" un ledāja "buldozera" efektu.

Relatīvi biežākās kvartārnogulumu segas un reljefa mezoformu uzbūvē augstienes dienviddaļas paugurainajā teritorijā ievērojama loma ir vidējā pleistocēna Kurzemes morēnai, Kurzemes-Latvijas starpmorēnu glacioakvālajiem nogulumiem. Īles un Blīdenes apkārtne ar urbumu palīdzību (Nr.10, Nr.67, Latvijas Ģeoloģijas fonda urbumu katalogs) konstatēti arī vecāki - Lētižas-Kurzemes starpmorēnu glacioakvālie nogulumi. Vecākos glacioakvālos nogulumus ( $ag_{I-II}$ ) pārstāv aleirīts un smalkgraudaina

smilts ar māla starpslāņiem, retāk grants, kas uzguļ tieši pamatiežiem. Slāņkopas kopējais biežums sasniedz 8-13 m. Plašāk izplatīta ir pelēkbrūnas krāsas Kurzemes morēnas mālsmilts un smilšmāls ar oļiem un laukakmeņiem. Kurzemes morēna pārsedz Lētīžas-Kurzemes glacioakvālos nogulumus vai tieši pamatiežus. Kurzemes morēnas un ledājkūšanas ūdeņu nogulumu slāņkopas biežums visā paugurotajā teritorijā ir ļoti atšķirīgs un mainās no 4-8 m Blīdenes apkārtnē (urbumi Nr.45, 47, 48, Latvijas Ģeoloģijas fonda urbumu katalogs) līdz 24-28 m Zebrenes apkārtnē (urbumi Nr.10, 67, Latvijas Ģeoloģijas fonda urbumu katalogs). Visas paugurotās teritorijas kvartārsegā un reljefa mezoforamu uzbūvē galvenā loma ir ledājkūšanas ūdeņu nogulumiem. Visizplatītākais paugurus veidojošais materiāls ir primāri glacioakvālas izcelsmes smilts, grants un aleirīti. Smilšaini granšainie nogulumi, kurus pārsedz pēdējā apledošanas morēnas smilšmāls vai mālsmilts, parasti nosacīti tiek izdalīti kā Kurzemes-Latvijas starpmorēnu nogulumi. To slāņkopu biežums mainās no 1.5-2 m līdz 20-30 m. Visbiežāk šie nogulumi veido pauguru kodolus un pārsedzošā, sarkanbrūnā Latvijas (Baltijas) morēnas smilšmāla vai mālsmilts slāņa biežums ir 2-4 m. Pēc urbumu (Nr.45, 51, Latvijas Ģeoloģijas fonda urbumu katalogs) datiem un atsegumiem redzams, ka pozitīvo formu virsējās slāņkopas nereti sastāv no aleirīta, smilts-grants un oļiem, kas pārsedz Latvijas morēnas smilšmālu vai mālsmilts. Tie tiek klasificēti kā pēdējā apledošanas ledājkūšanas ūdeņu nogulumi. Pamatojoties uz urbumu datiem, kas parāda ievērojamo glacioakvālas izcelsmes nogulumu apjomu, paugurotā teritorija augstienes dienvidos līdz šim tika uzskatīta par tipisku kēmu izplatības areālu (Вейнбергс, 1968, 1976; Страуме, 1979).

Visā teritorijā dažādā dziļumā - arī virspusē ir sastopams pēdējā apledošanas sarkanbrūnais morēnas smilšmāls vai mālsmilts. Pēc vairāku urbumu (Nr.47, 51, 62, 65, 67, Latvijas Ģeoloģijas fonda urbumu katalogs) aprakstiem redzams, ka dažviet pēdējā apledošanas morēnas biežums sasniedz 15-30 metrus. Pozitīvās reljefa formas, kurās ar urbumu palīdzību galvenokārt konstatēta morēna, klasificētas kā morēnpauguri (Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Вейнбергс, 1968, 1976). Tomēr jāatzīmē, ka urbumu skaits un to sniegtā informācija ir nepietiekami, lai varētu spriest par formveidojošo nogulumu struktūru un veidošanās īpatnībām.

Paugurainās teritorijas virsma, tāpat kā pamatiežu virsma, pakāpeniski pazeminās rietumu-austrumu virzienā. Teritorijā, kas atrodas uz rietumiem no Zebrus-Īles paugurgrēdas, virsmas absolūtais augstums mainās no 100 m ieplakās līdz 120-140 m

pauguru virsotnēs. Augstienes dienvidaustrumu daļā virsmas augstums samazinās no 100-120 m līdz 65-70 m.

Austrumkursas augstienes dienviddaļas paugurotās teritorijas reljefs nav viendabīgs. Pauguru izvietojums ir nevienmērīgs. Parasti tie koncentrējas grupās, nereti uz kopīga, nedaudz pacelta pamata, veidojot paugurmasīvus vai nelielas, reģionālajam ledājkustības virzienam perpendikulāri orientētas un distālā virzienā pakavveidīgi izliektas paugurgrēdas. Proksimālā virzienā no paugurmasīviem un paugurgrēdām izvietojušās ieplakas ar līdzīgiem izmēriem. Topogrāfisko karšu analīze parāda, ka pauguri bieži veido vairāku kilometru garumā stieptu pauguru joslas, it īpaši teritorijas rietumdaļā, kuras, tāpat kā paugurmasīvi un 2-4 km garās paugurgrēdas, acīmredzot, iezīmē aktīvā ledus īslaicīgas stabilitātes robežas. Pauguraines rietumdaļā reljefs ir vairāk izlīdzināts, ar mazāku pauguru skaitu un blīvumu. Paugurmasīvus un pauguru joslas atdala plašākas ieplakas. Tās sasniedz 5-7.5 km garumu un 2-3 km platumu. Ieplakās bieži izvietojušies purvi un ezeri. Plašākās ieplakas aizņem Zvārdes un Stūru purvs, kā arī Lielauces ezers. Pauguru joslas un pazeminājumi starp tiem galvenokārt stiepti ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā. Vislielākā pauguru koncentrācija ir novērojama ~ 5 km platā joslā starp Zebreni un Brocēniem. Paugurainē starp Galauci un Brocēniem nereti ir sastopami garenstiepti pauguri, kuru garenasis tāpat stieptas ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā. Tomēr, biežāk satopami pie pamatnes dažādas formas pauguri ar kupolveida virsotnēm. Visizplatītākie ir pauguri, kuru garums nepārsniedz 250-300 m, bet platums - 150-200 m. Atsevišķu lineāro vai lielāko neregulāras formas pauguru garums ir 0.7-1.2 km, bet platums - 0.2-0.75 km. Relatīvais augstums parasti nepārsniedz 10 m. Lielāku relatīvo augstumu - 15-26 m dažviet var novērot pret ielejveida pazeminājumiem vērstajās pauguru un paugurmasīvu vai nelielo paugurgrēdu nogāzēs.

Austrumos no radiālās Zebrus-Īles paugurgrēdas pauguraine ir vairāk saposmota un iezīmējas ar lielāku pauguru skaitu un blīvumu. Sīkpauguru izplatības areālos to skaits sasniedz 14-25 uz km<sup>2</sup>. Pauguri pēc to morfoloģijas ir ļoti daudzveidīgi. Sastopami iegareni, nedaudz izlocīti vaļņveida pauguri ar vienu vai vairākām virsotnēm. Visvairāk izplatīti neregulāri, pat nedaudz iegareni pauguri ar kupolveida, retāk konusveida virsotnēm. Naudītes apkārtnē novērojamas lokveida, tā sauktās gredzenveida formas. Pauguru izmēri ir ļoti atšķirīgi. Atsevišķo, izolēto pauguru

garums mainās no 100 līdz 800 m, bet platums - 50-300 m. Plaši izplatīti kupolveida sīkpauguri, kuru relatīvais augstums ir 5-7 m. Ievērojama daļa pauguru sasniedz 12-15 m relatīvo augstumu, bet atsevišķās vietās, it īpaši starp Īli un Dobeli - pie Slagūnes, Īles un Naudītes - pat 20-35 m (6.att.). To nogāžu slīpums sasniedz 30°-40°. Detāla morfoloģiskā analīze parāda, ka izsekojamās teritorijas pozitīvo formu garenasis (izņemot simetriskos kupolveida un konusveida paugurus) veido 3 orientācijas sistēmas:

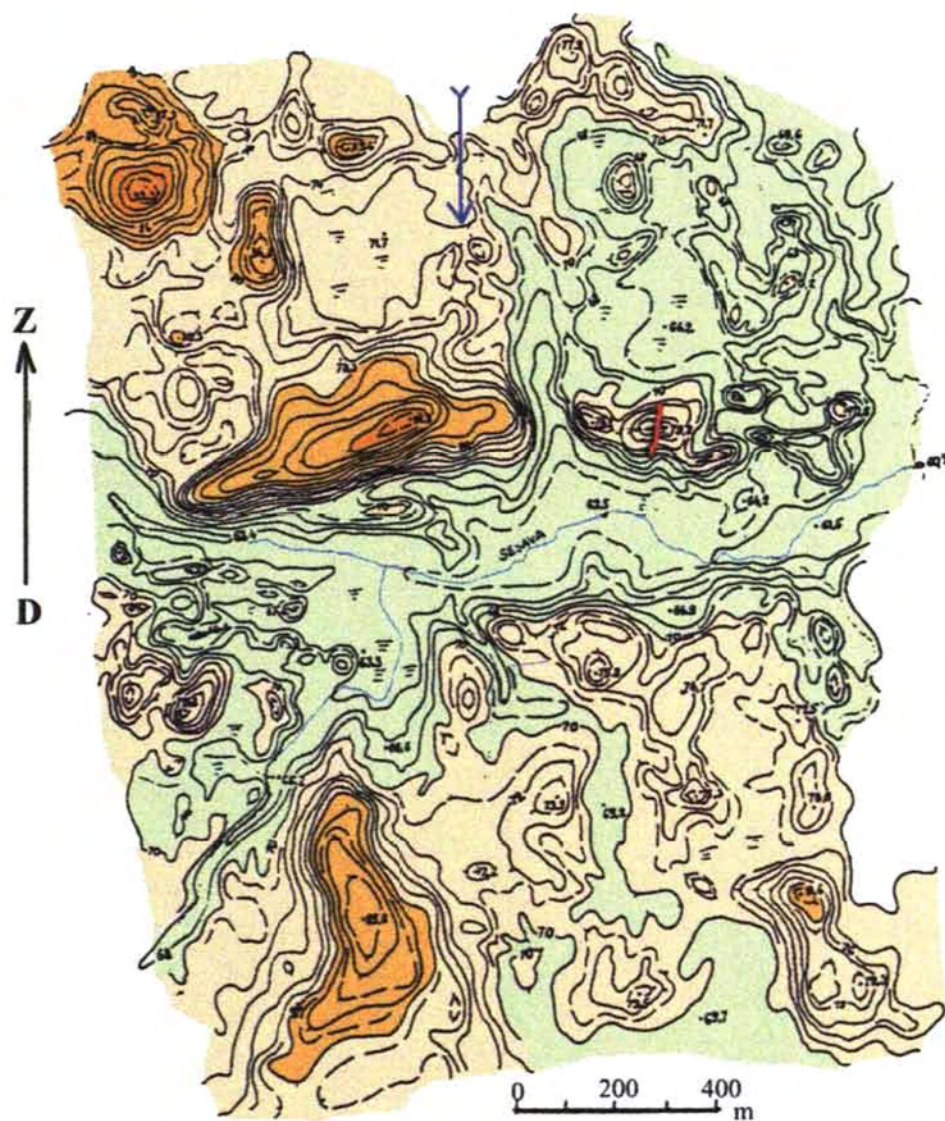
- ZA-DR - sakrīt ar reģionālo ledājkustības virzienu Linkuvas fāzes laikā un drumlinu garenasīm Viduslatvijas zemiņē;
- ZR-DA - sakrīt ar proksimāli novietotajiem krumliniem, kuri atspoguļo reģionālo ledājkustības virzienu pirms Linkuvas;
- ieņem starpstāvokli starp abiem linearitātes virzieniem.


Ieliektās un gredzenveida reljefa formas atspoguļo pakāpenisku reljefa mezoforamu orientācijas transformāciju.


Izolētie pauguri, tāpat kā paugurmasīvi un nelielās frontālās paugurgrēdas ir ģenētiski saistīti ar ieplakām, kuras izvietojušas proksimālā virzienā no tiem. Par to liecina pret ledāju vērstās - ieliektās nogāzes. Pēc analogijas Jesena (Jessen, 1931), Kleitona un Morana (Clayton, Moran, 1974), Fentona (Fenton, 1987) un D.Krūta (Croot, 1988) darbos, šāda tipa reljefs pēc ģenēzes atbilst glaciotektoniskajām struktūrām. Pēc Dž.Ebera (Aber, 1988) un Ļevkova (Левков, 1980) klasifikācijas šādi ģenētiski saistītus paugurus un ieplakas var saukt par glaciotektonisko pāri ("hill-hole pair" vai "glaciotektoniskā para"). Pozitīvās reljefa formas sauc par glaciotektoniskajiem izspieduma-sapieduma pauguriem un paugurgrēdām ("ice-shoved hills"), bet ieplakas - par izspieduma ieplakām ("ice-scooped basin").

Lai noskaidrotu Austrumkursas augstienes paugurotajā dienviddaļā sastopamo pozitīvo reljefa mezoforamu ģenēzes apstākļus, veikti iekšējās uzbūves pētījumi grants karjeros kupolveida un iegarenās formas pauguros gan Saldus paugurainē, gan arī Lielaucē paugurainē. Visos atsegumos veiktie novērojumi un pētījumi liecina, ka formveidojošais materiāls pārsvarā ir aleirīts, mālainis aleirīts, smilts un grants. Lielaucē paugurainē ziemeļrietumos un Saldus paugurainē, kā jau iepriekš tika minēts, kvartārnogulumu segas biezums ir mazāks, tādēļ reljefa mezoforamu uzbūvē



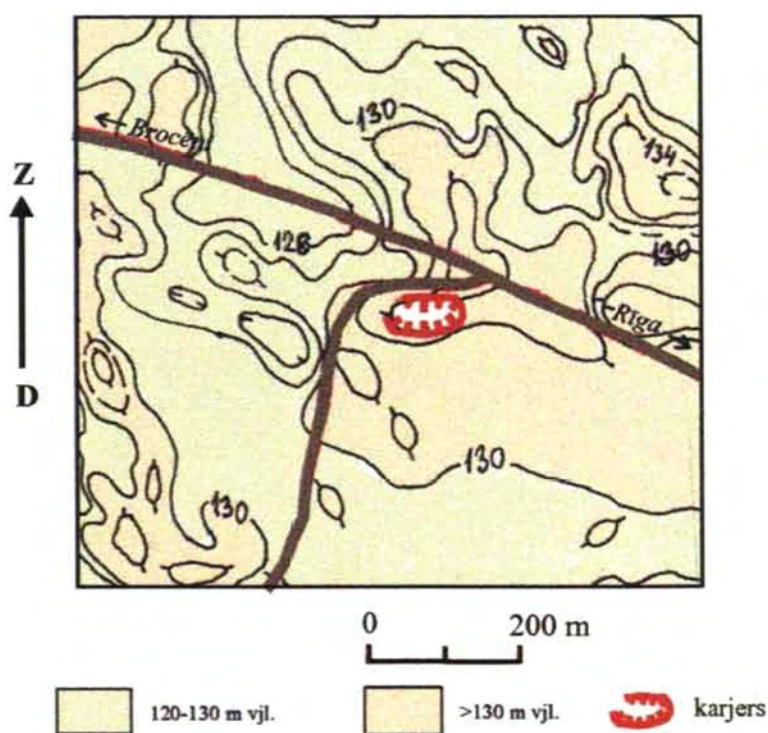


 atsegums (skat. 14.att.)

 reģionālais ledāja kustības virziens

**6.att. Naudītes apkārtnes hipsometriskā shēma.**  
Pamathorizontāles ik pēc 2 m.

ievērojama loma ir arī pamatiežiem. Kā redzams atsegumos (8., 9.att.), kupolveida sīkpaugurā apmēram 3 km dienvidaustrumos no Brocēniem (7.att.), tā kodolu veido glaciotektoniski deformētas gaišpelēkas, smalkgraudainas un vidējgraudainas vizlotas smilts (iespējams karbona (C<sub>1</sub>)) bloki. Tajos saskatāmas arī 1-3 cm, retāk 5-7 cm biezas slīpslāņotas sērijas, kuras atdala dažus milimetrus biezi mālaini, ar tumšajiem minerāliem bagāti slāniši. Gaišpelēkā smilts un smilšakmens bloki mijas ar tumšpelēkas, blīvākas, slīpslāņotas un nedaudz mālainas aleirītiskas smilts blokiem. Šī atšķirīgā materiāla bloki saguļ viens otram līdzās, vai arī ir uzbīdīti viens otram. Aleirīta slāņkopā ir daudz dzelzotu līniju un krustisko plaisu. Aleirītiskā materiāla bloku augšdaļā bieži sastopami pārrāvumi, kuru vertikālā amplituda sasniedz 15 cm. Karjera dienvidu sienā, aleirīta slāņkopā redzama (9.att.) antiklināla kroka, kuru sarežģī liels skaits mikrokroka. Tajā pašā sienā redzams, ka pārsedzošo virskārtu veido blīvs, sarkanbrūns, vietām violeti brūns pamatmorēnas smilšmāls ar oļiem. Zem tā atrodas 20-35 cm biezs sīkkrokots, tumšbrūns un zaļganplankumains bezakmens māls. Virkne uzskaitīto uzbūves īpatnību norāda uz mezoforamas zemledāja izcelsmi, aktīva ledus apstākļos.



7.att. Smilts karjera novietojums paugurā 3 km dienvidaustrumos no Brocēniem.

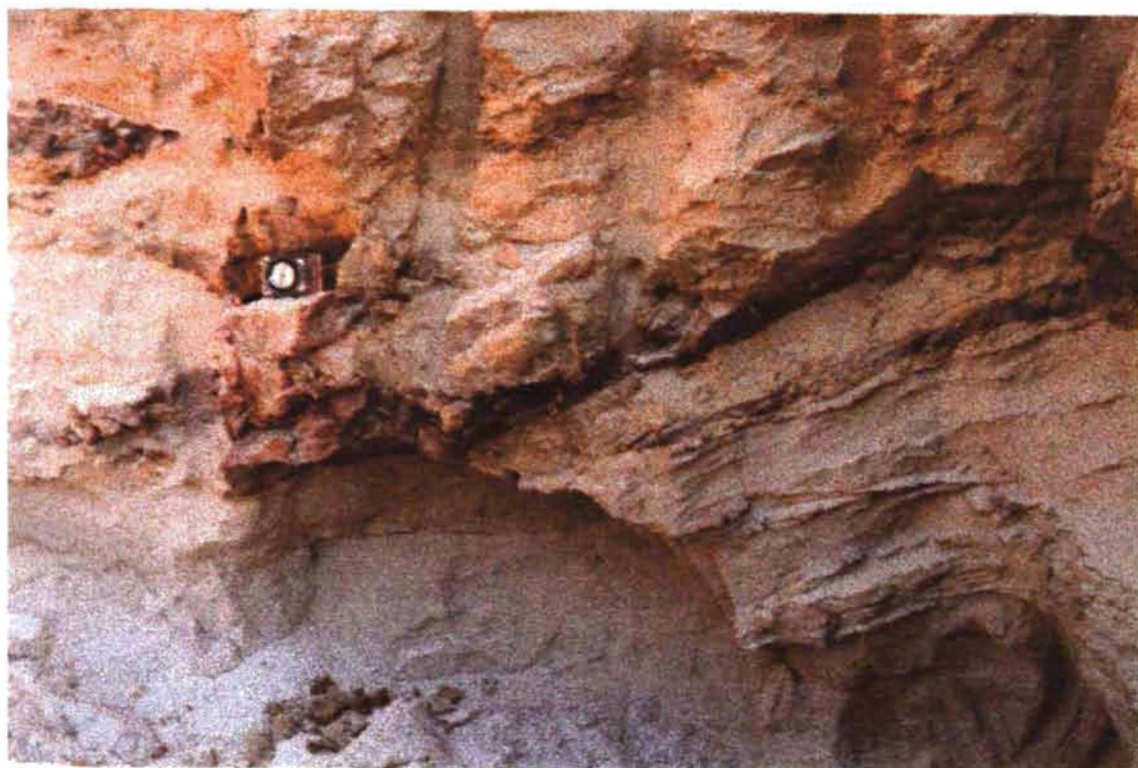


RZR →



**8.att. Glaciotektoniski deformēta smilts paugura kodolā, 3 km uz dienvidaustrumiem no Brocēniem (skat. 7.att.).**

RZR →

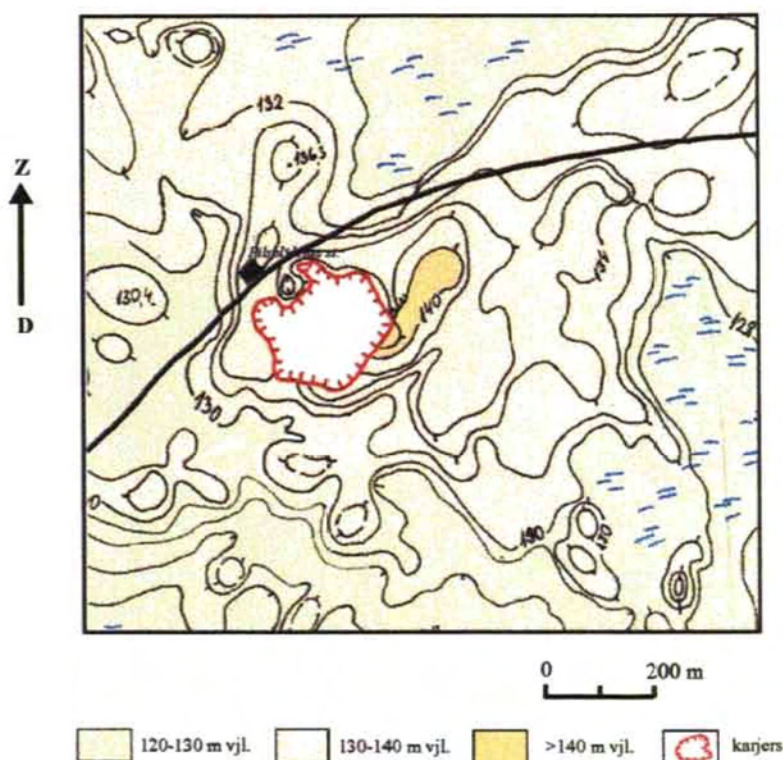


**9.att. Antiklināla kroka smilšainajā kodolā un pārsedzošajā morēnā paugurā 3 km dienvidaustrumos no Brocēniem (skat. 7.att.).**



Daudzos gadījumos kupolveida paugurus veidojošo smilšaini-granšaino nogulumu slāņu saguluma vizuāls novērtējums norāda uz tā veidošanos aprimuša ledus apstākļos. Īpaši tas attiecināms uz tām mezoformām, kuru virsotnēs nav pārsedzošā morēnas mālsmilts vai smilšmāla slāņa. Tāpat, lielāka izmēra mezoforamu kodolos atsegtās slāņkopās nereti nav saskatāmas tādas glaciotehtoniskās deformācijas kā krokas, mikrokrokas un budināža. Pētījumu gaitā ir nostiprinājusies atziņa, ka mezoforamu iekšējās uzbūves un veidošanās apstākļu noskaidrošanā ir nepieciešami pētījumi vismaz divās, atšķirīgi orientētās atsegumu plaknēs.

Viens no piemēriem ir paugurs pie Pilsblīdenes stacijas (10.att.). Mezoforamas iekšējā uzbūve ir redzama vairākās atsegumu plaknēs. Pauguru galvenokārt veido mālaina smilts, aleirītiska smilts, mālains aleirīts un grants. Smilts-grants karjera dienvidu sienā (11.att.) slāņkopu sagulums ir gandrīz horizontāls, bet grants slāņos ir saskatāmas slīpslāņotas sērijas, kas raksturīgi kēmiem. Tādējādi, pēc vienas atseguma plaknes vizuālā novērtējuma tas varēja tikt uzskatīts par vienu no Austrumkursas augstienes paugurotās dienviddaļas kēmiem, kuru izplatību tajā minējuši J.Straume (Страуме, 1979) un I.Veinbergs (Вейнбергс, 1968).



10.att. Smilts-grants karjera novietojums paugurā pie Pilsblīdenes.

DDR →



**11.att. Paugura iekšējās uzbūves atsegums grants karjera dienvidu sienā pie Pilsblīdenes (skat. 10.att).**

I - dzelzs oksīdiem piesātināta morēnas mālsmilts ar saberztiem oļiem un sacementētām šķembām;

II - grants ar oļiem; III - aleirītiska smilts.

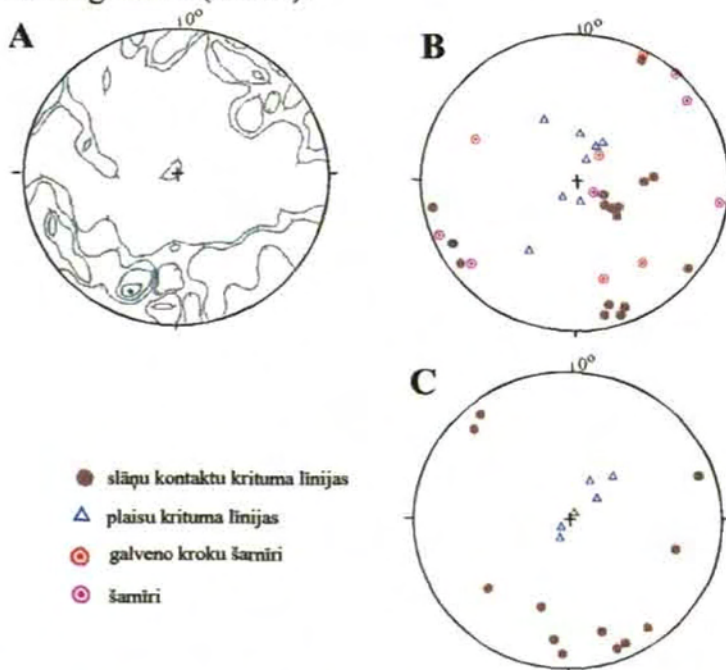
① - oļu garenasu mērījumu vieta.



Pamatotas šaubas par mezoformas glaciofluviālo izcelsmi rada paugura dienvidu nogāzi pārsedzošais, zem augsnes redzamais slānis (11.att.). To veido tumšbrūna, dzelzs oksīdiem piesātināta, viegli mālaina morēnveidīga materiāla slānis ar lielu oļu daudzumu un retiem laukakmeņiem. Slānim piemīt vairākas īpatnības, kas to atšķir no ablācijas morēnas un norāda uz glaciotektonisko izcelsmi:

- liels daudzums saberztu oļu un sašķelti laukakmeņi;
- sacementējušās šķembas vietām atgādina glaciotektoniskās brekčijas;
- daudz sīku kroku;
- sastopamas ievilkuma tekstūras kā granšainas lēcas ar retiem oļiem;
- vietām redzami violeti brūni māla saveltņi;
- oļu linearitātes mērījumi uzrāda divus, diagrammas dienvidrietumu sektorā izvietotus maksimumus un atspoguļo b-linearitāti attiecībā pret ledāja reģionālo kustību.

Smilšainā un aleirītiskā materiāla slāņkopā zem morēnveidīgā slāņa ir sekundārā kalcīta veidojumi. Slāņkopu šķeļ arī krustiskas plaisas, kas redzamas kopējā struktūrelementu diagrammā (12.att.).



12.att. Struktūrelementu diagrammas, sastādītas pēc mērījumiem kupolveida paugurā pie Pilsblīdenes.

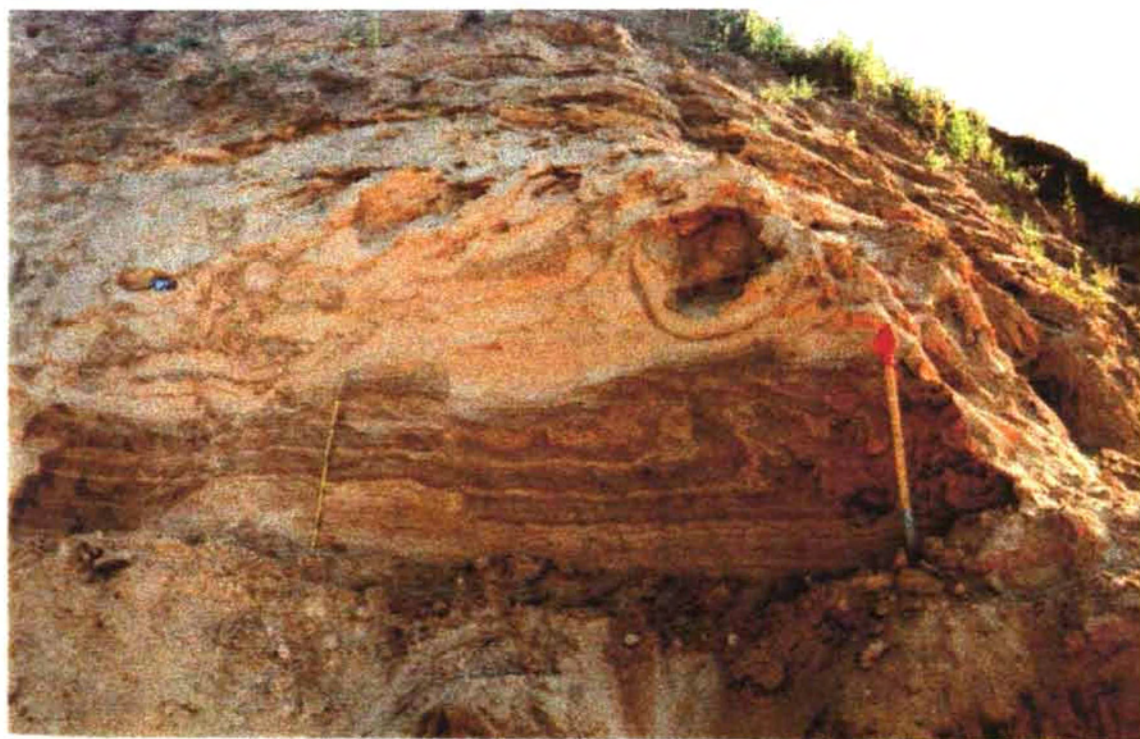
A. Oļu linearitātes diagramma karjera dienvidu sienā (skat. 11.att.).

Blīvuma izolīnijas izvilktas ik pēc 1-2-4-6%.

B. Kopējā struktūrelementu diagramma karjera dienvidu sienā (skat. 11.att.).

C. Plaknisko elementu diagramma karjera austrumu sienā (skat. 13.att.).

D  
→



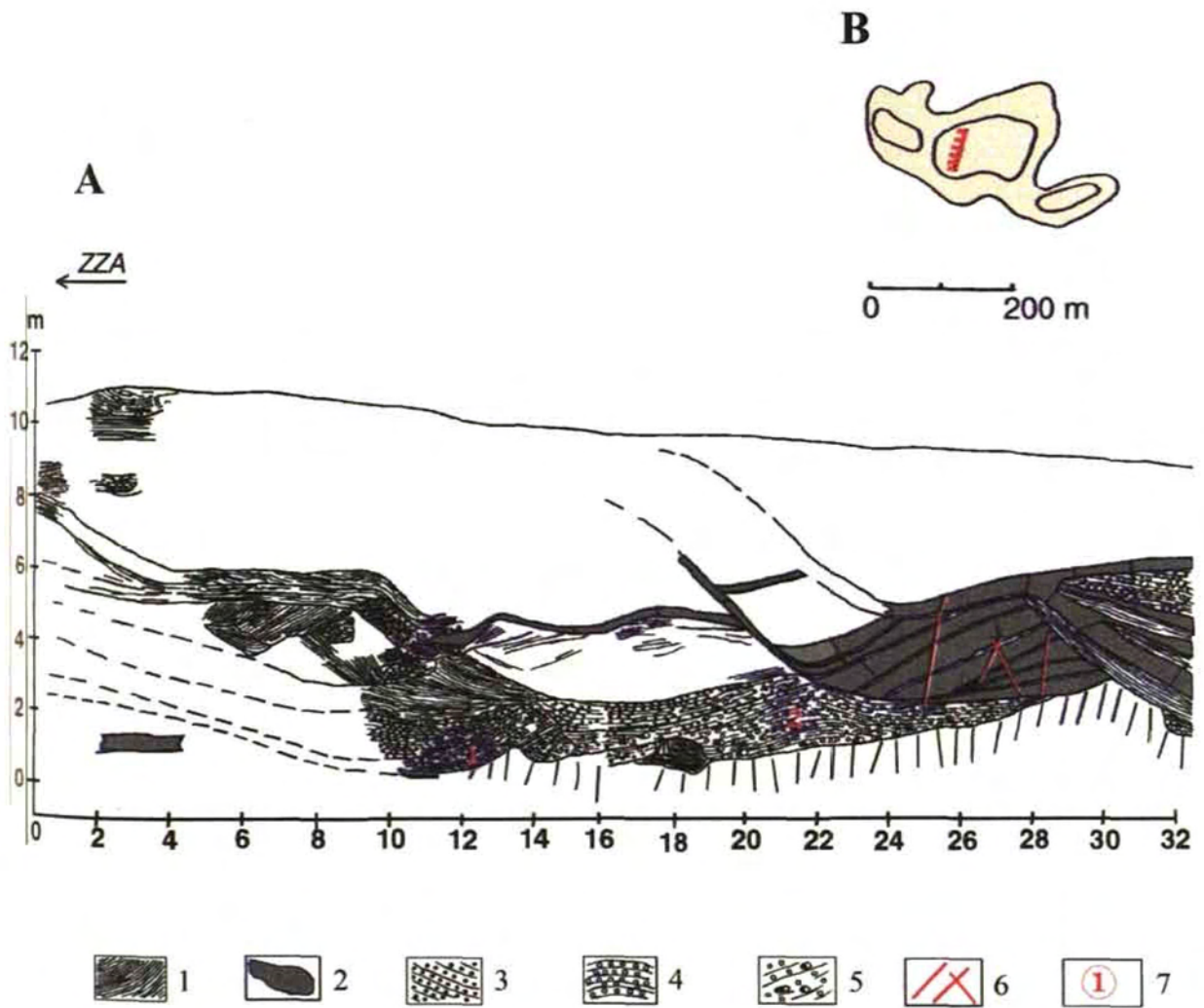
**13.att. Glaciotektoniski krokotas smilts un aleirīta atsegums paralēli reģionālajam ledāja kustības virzienam paugura centrālajā daļā karjera austrumu sienā pie Pilsblīdenes (skat. 10.att.).**

Daudz sarežģītāks sagulums atspoguļojas otrā atseguma sienā (13.att.), kas atrodas tuvu paugura centram un virsotnei. Smilšainajā, bet it īpaši aleirītiskajā materiālā, ir daudz labi saglabājušos apgāztu un guļošu kroku struktūru (13.att.). Lielāko kroku spārnus un arī virsotnes sarežģī mazākas krokas. Lielāko kroku šarnīru, slāņu saguluma un pārvietojumu virsmu mērījumi (12.att.), liecina par zemledus vispusēja spiediena apstākļiem. Tie nosacīja tādu glacioadvectivo struktūru veidošanos mezoformas kodolā kā diapīra tipa krokas un atsevišķu nogulumu slāņkopu bloku pārvietošanu vertikālā virzienā.

Lielauces pauguraines austrumdaļas reljefā ievērojama loma ir iegareniem pauguriem, ar vairāk vai mazāk izteiktu linearitāti, kuras galvenie virzieni jau tika aprakstīti iepriekš. Lielāka mezoformu morfoloģiskā daudzveidība salīdzinājumā ar Saldus pauguraini, iespējams, saistās ar to teritoriālo novietojumu - augstienes dienvidaustrumu malā. Teritorijā notika ledāja mēļu kustības virzienu izmaiņas, kas ietekmēja mezoformu kā glaciostruktūru veidošanos. Tāpat, kā aprakstītajās kupolveida mezoformās, atsegumu zīmējumos redzams (14., 16., 17.att.), ka to uzbūvē dominē mālaina aleirīta, smilts, smilts-grants un oļu materiāls, retāk morēnas mālsmilts vai smilšmāls (18.att.).

Naudītes apkārtnē veiktie pētījumi iegarenas formas vidusdaļā, kas sastāv no 3 atšķirīgi orientētiem segmentiem (14.B.att.), liecina, ka primāri glacioakvālie nogulumi veido dažāda izmēra krokas. Veicot rekonstrukciju pēc galveno izmērīto, diagrammā redzamo (15.att.) kroku šarnīriem, veidojas sazarota vaļņveida struktūra, kuras apveids līdzīgs topogrāfiskajā kartē attēlotajam. Līdzīga, bet apgriezta forma veidojas attēlojot slāņu krituma līnijas ar izolīniju metodi, pieņemot, ka krituma vērtība ( $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) pieaug no centra uz perifēriju. Oļu linearitātes maksimumi liecina par **a** un **b** linearitāti (15.att.), un atspoguļo kroku struktūras, kuras daļēji redzamas arī atseguma zīmējumā (14.A.att.). Pauguru kodolos smilts-grants materiālā slīpslāņojumā bieži ir novērojamas deformācijas, tā pāreja plūsmas deformācijā, kā arī kinkveida izliekumi (16.B.att.). Tāpat, novērojamas krustisku plaisu sistēmas (14.A, 17.att.), kuras kopā ar jau minētajiem struktūrelementiem, liecina par lokālo ledusplūsmu spiedienu no vairākām pusēm un mezoformas veidošanos zemledāja apstākļos.

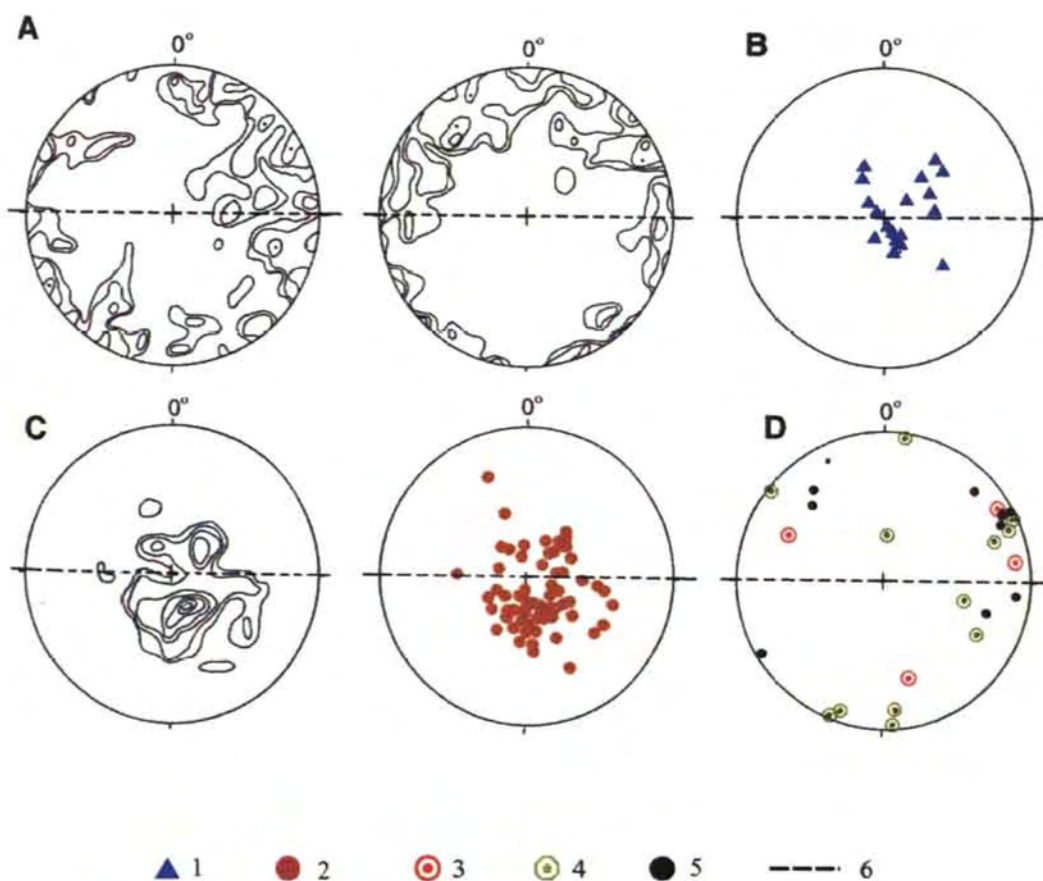




14.att. A. Formveidojošo nogulumu griezumā Austrumkursas augstienes dienvidaustrumu daļā Naudītes apkārtnē (skat. 6.att.).

1 - smalkgraudaina smilts; 2 - blīvs aleirīts; 3 - grants; 4 - oļi un grants; 5 - oļi un laukakmeņi; 6 - plaisas; 7 - oļu garenasū mērījumu vietas.

B. Paugura morfoloģiskā shēma un atseguma novietojums.



15.att. Struktūrdiagrammas griezumam (skat. 14.att.) Naudītes apkārtnē.

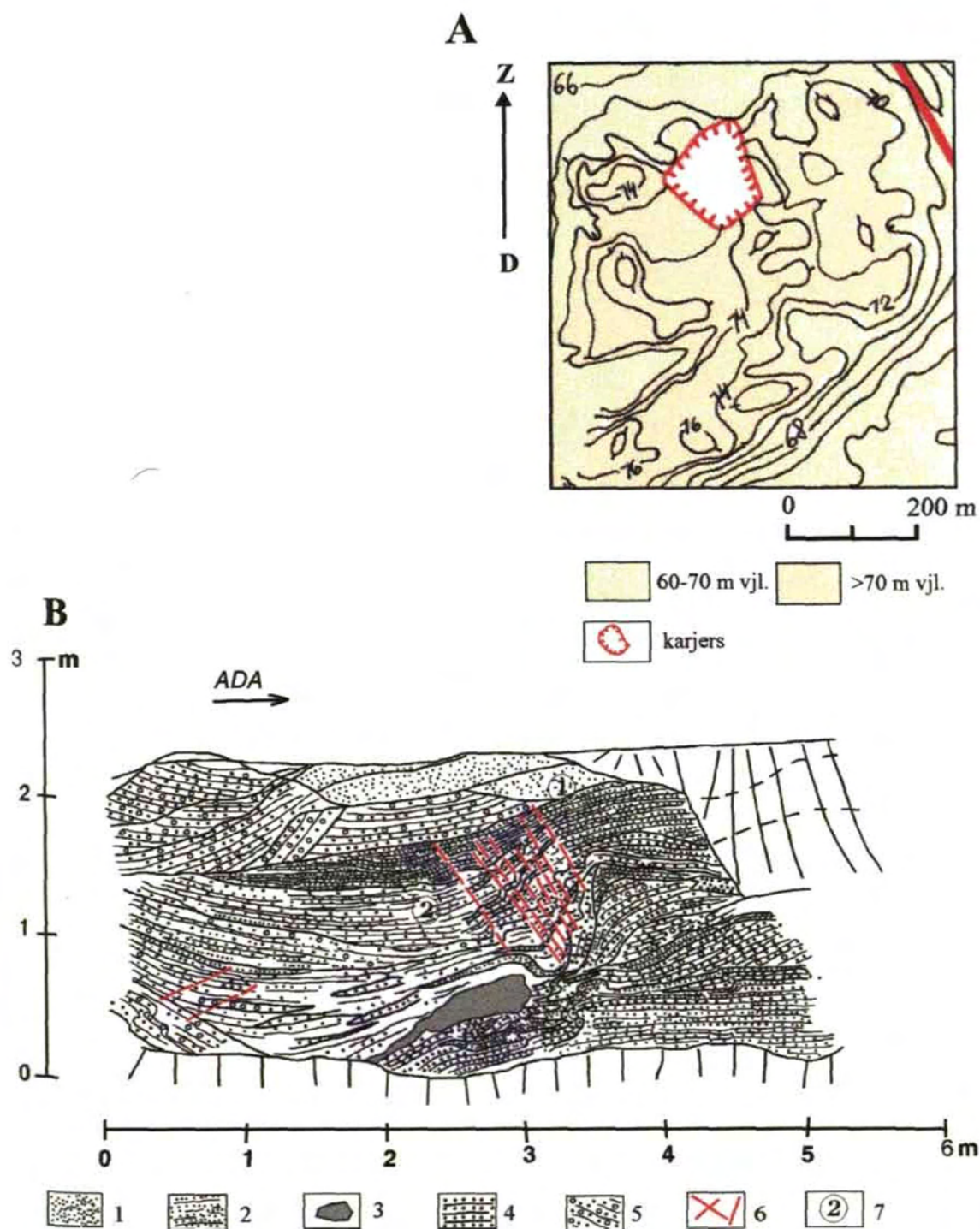
A. Oļu linearitātes diagrammas. Blīvuma izolīnijas vilktas ik pēc 1-2-4-6 %.

B. Plaisu krituma līnijas.

C. Noslāņojuma poli ar izolīniju un punktveida metodi.

D. Kopējā diagramma.

1 - plaisu krituma līnijas; 2 - noslāņojuma poli; 3 - galveno kroku šarnīri; 4 - šarnīri;  
 5 - oļu linearitātes maksimumi; 6 - formas garenass.

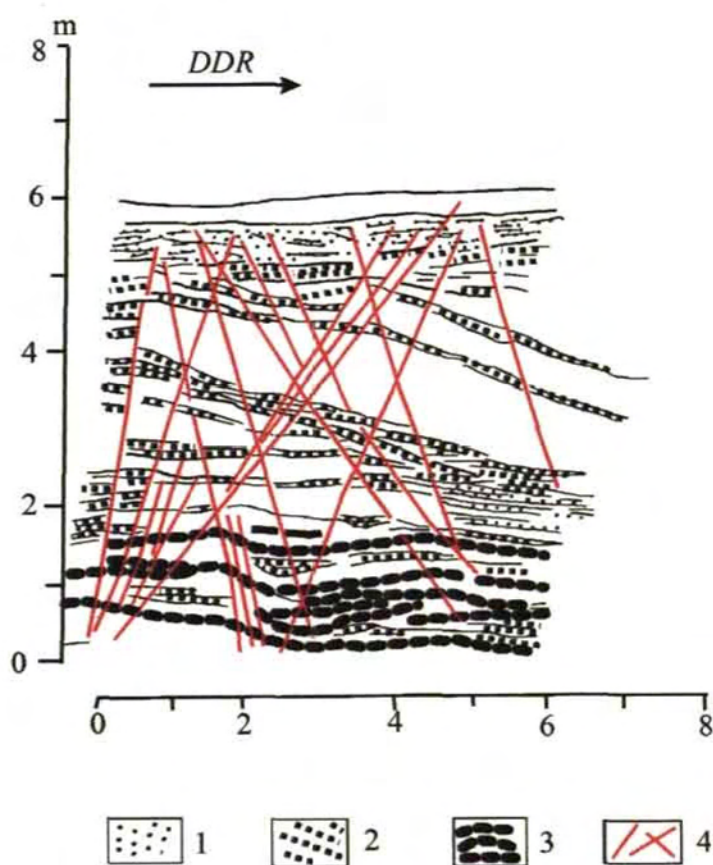


16.att. A. Smilts-grants karjera novietojums paugurā Lielauces paugurainē, 1 km ziemeļrietumos no Penkules stacijas.

B. Glaciodylocētu nogulumu atsegums Austrumkursas augstienes dienvidu daļā, 1 km ziemeļrietumos no Penkules stacijas karjera austrumu sienā.

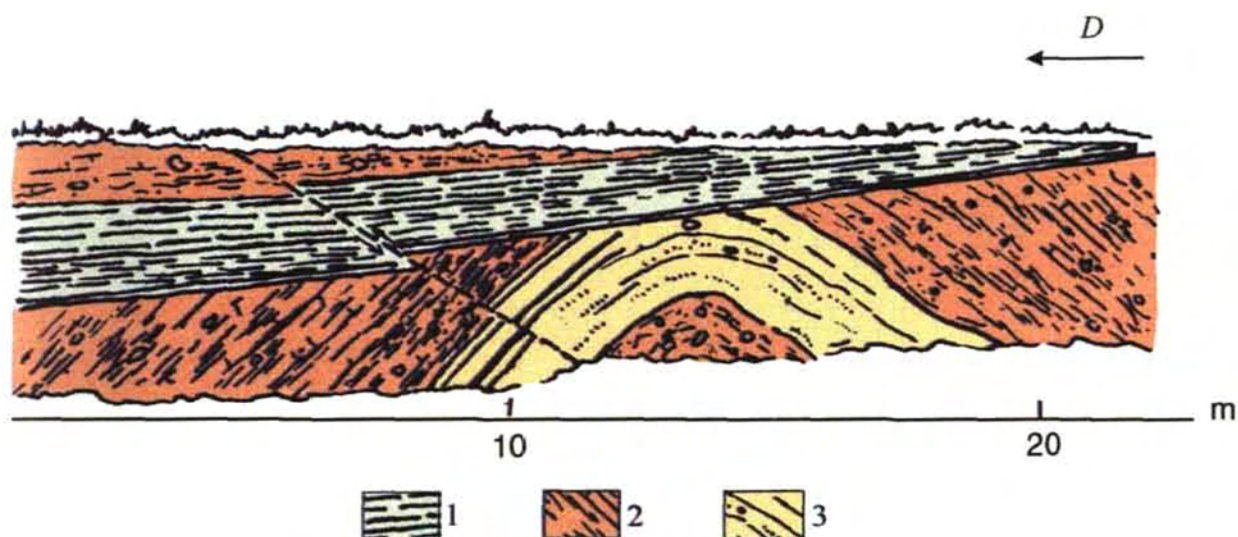
1 - dažādgraudaina smilts; 2 - smalkgraudaina smilts; 3 - aleirītiska smilts; 4 - rupjgraudaina smilts un grants; 5 - oļaina grants; 6 - plaisas; 7 - oļu garenasu mērījumu vietas.





**17.att. Krustisku plaisu sistēma un budināža formveidojošajos nogulumos Austrumkursas augstienes dienviddaļā, 1 km ziemeļrietumos no Penkules stacijas (skat. 16.A.att.), karjera dienvidu sienā.**

1 - smalkgraudaina smilts; 2 - rupjgraudaina smilts un grants; 3 - māla lēcas (budināža); 4 - plaisas.



**18.att. Formveidojošo nogulumu griezumš glaciotektoniskajā ieplakā Austrumkursas augstienē Naudītes apkārtņē pie Mūrīšu mājām (pēc Вейнберга, 1968).**

1 - māls un aleirītisks māls ar smilts starpkārtām; 2 - morēnas smilšmāls; 3 - rupjgraudaina smilts ar aleirīta un māla starpkārtām.

Lielauces pauguraines pozitīvo mezoformu iekšējā uzbūvē raksturīgas ir klivāžas plaisu sistēmas, krustiskās plaisas, kā arī taisnas, noliektas un guļošas saspieduma krokas (16.B, 17.att.). Slāņu kontaktzonā novērojamas vilkšanas krokas un gofrējums. Slāņkopās virs lielāko kroku spārniem novērojamas caurejošas paralēlas plaisas, kuras atdala vertikālo pārvietojumu blokus (16.A.att.). Morēnveidīgais un mālains materiāls atsegumos bieži redzams kā nelielu, dažu centimetru garu lēcu virknes. Šāds lēcu sakārtojums un švīkojums to virsmā un linearitātes mērījumi liecina par budināžu (17.att.).

Kopumā pauguraines morfoloģiski daudzveidīgās mezoformas sastāv no glaciotektoniskām struktūrām. To ārējo apveidu nosaka lielās kupolveida vai iegarenās antiklinālās krokas, kuras sarežģī un papildina daudz citas, mazākas glaciotektoniskās struktūras.

### 3.2. RADIĀLO UN RIEVOTO MORĒNU LAUKI

Radiālo un rievoto morēnu lauki izvietojušies Austrumkursas augstienes viļņotajos līdzenumos. Tie atrodas augstienes rietumu un austrumu malās, kā arī aizņem hipsometriski zemāko līmeni starp radiālajām paugurgrēdām. Līdz šim publicētajā literatūrā (Вейнбергс, 1968; Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Аболтиньш, 1989) to lielākā daļa ir klasificēti kā pamatmorēnas līdzenumi un tikai dažos gadījumos pievērsta uzmanība mezoformu morfoloģijai, izdalot radiālo formu - drumlinu vai krumlinu (konverģento drumlinu) laukus šo līdzenumu teritorijā (Dreimanis, Zelčs, 1995; Jaunputniņš, 1961; Зелчс, Страутниекс, 1992). Jāpiezīmē, ka viena fizioģeogrāfiskā apvidus teritorijā var būt vairāki viena vai atšķirīga morfoģenētiskā tipa reljefa mezoformu areāli. Dažos gadījumos tie reģionālās ledājkustības virzienā likumsakarīgi nomaina viens otru, bet citur mezoformu vienlaidus areālu pārtrauc relatīvi jaunāki aktīvā ledus veidojumi. Tā kā lielākā daļa areālu tiek izdalīta pirmoreiz, tad to teritoriālai piesaistei izvēlēts kādas lielākas apdzīvotas vietas nosaukums, piem., Vānes krumlinu lauks, Lestenes-Degoles pacēlums, Viesatu līdzenums, Vārmes-Zirņu DeGēra morēnu lauks u.c.

#### 3.2.1. Vānes konverģento drumlinu lauks

Vānes krumlinu lauks izvietojies Austrumkursas augstienes ziemeļrietumos. Tas aizņem viegli viļņota līdzenuma proksimālo daļu starp Lutriņu paugurgrēdu rietumos un Zantes paugurgrēdu austrumos, kur nelielo reljefa artikulāciju, izņemot dažas kanjonveida ielejas, veido krumlini un ieplakas starp tiem. Krumlinu lauks, kurš stiepjas ~14 km garumā ziemeļu-dienvidu virzienā no Abavas ielejas līdz Imulas vidusteci pie Variebas, faktiski sākas proksimālā virzienā no Abavas ielejas, t.i. Ziemeļkursas augstienē. Ziemeļu daļa šajā darbā netiks aplūkota. Lauka platība Austrumkursas augstienē ir ~230 km<sup>2</sup>, t.i. 6% augstienes teritorijas.

Līdz šim publicētajā literatūrā par vienotu morēnuvālu (konverģento drumlinu jeb krumlinu) (Зелчс, Страутниекс, 1992; Dreimanis, Zelčs, 1996) vai drumlinu lauku (Страуме, 1979, 1984; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981) tika uzskatīta plašāka

augstienes teritorija - abpus Lutriņu paugurgrēdas ziemeļu galam, tā sauktais Vānes-Kabiles morēnuvāļu lauks. Tomēr detaļa mēroga topogrāfisko karšu analīze par šo teritoriju deva pietiekamus argumentus citam viedoklim:

- vaļņveida mezoforamu un ieplaku orientācija abpus Lutriņu paugurgrēdai ievērojami atšķiras;
- atšķirīgas ir mezoforamu savstarpējā novietojuma, kā arī morfoloģiskās īpatnības.

Tādējādi, pēc autora domām, Vānes krumlinu lauku ir nepieciešams izdalīt kā patstāvīgu mezoforamu kompleksu.

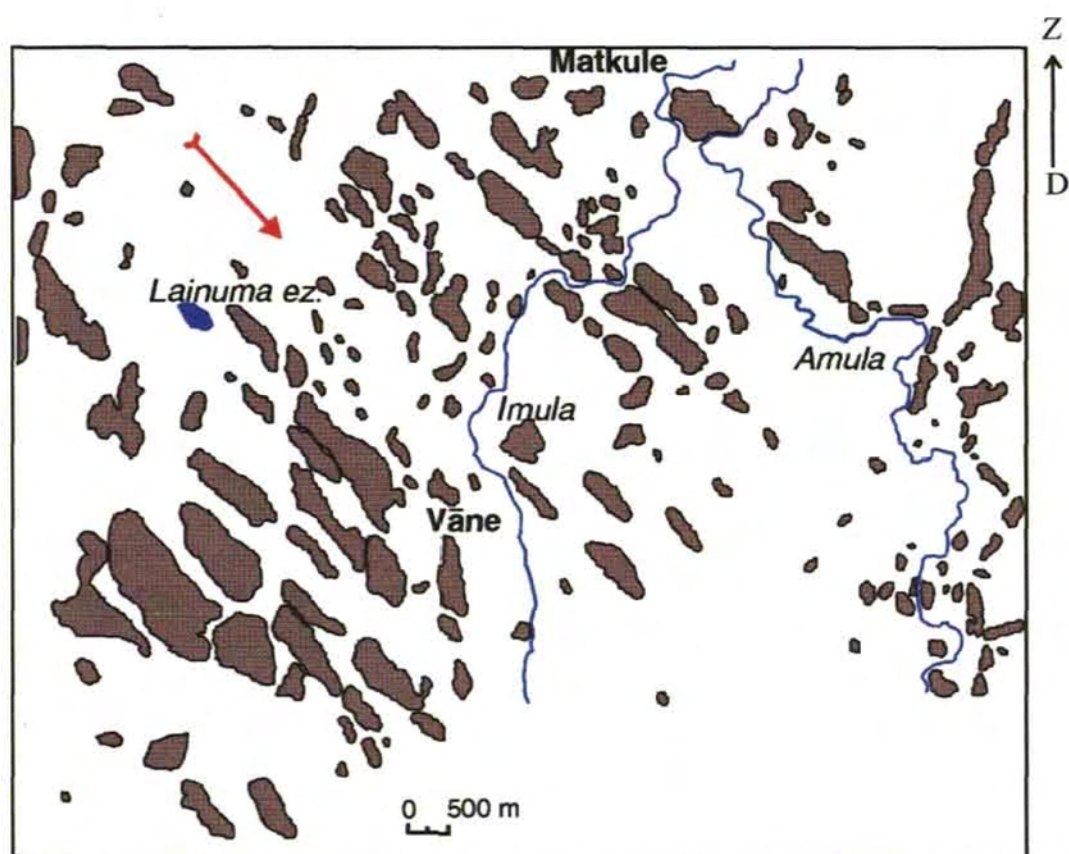
Vānes krumlinu lauka pamatā atrodas Austrumkursas pamatiežu makropacēluma virsmas pazeminājums starp lokālpacēlumiem rietumos un austrumos. Pazeminājums veido trijstūri ar sašaurinājumu distālā virzienā. Pamatiežu virsma ir samērā līdzena, un tās absolūtais augstums pārsvarā ir 70-75 m vjl. (1.att.). Krumlinu lauka proksimālajā daļā pamatiežu virsmā ir augšdevona dolomīti un dolomītmerģeļi, bet distālajā daļā - smilšakmeņi un aleirolīti. Pamatiežu virsmas īpatnības, acīmredzot, bija cēlonis tam, ka morfoloģiski izteiksmīgākās - lielākās reljefa mezoforamas izvietojušās lauka rietumu-dienvidrietumu daļā (19.att.), lokālpacēluma dienvidaustrumu nogāzē, kur pamatiežu virsmā dominē terīgēnie ieži.


Kvartārnogulumu segas vidējais biežums ir 5-10 m (3.att.). Pozitīvo reljefa mezoforamu kores daļā tās maksimālais biežums sasniedz 15-20 m. Starppauguru ieplakās, it īpaši lauka centrālajā daļā, kvartārnogulumu biežums dažviet ir tikai 1-3 m.

Ledāja veidotā reljefa virsmas dominējošais absolūtais augstums ir 75-87 m vjl. Tikai dažu krumlinu virsotnes rietumos no Vānes sasniedz 105-113 m vjl.

Vānes krumlinu laukā saskaitāmi vismaz 172 radiāli, ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā orientēti pauguri. Atšķirībā no drumliniem, nedaudz izteikta to garenasu vēdekļveida sakļaušanās (konverģence) un formu skaita samazināšanās distālā virzienā. Krumlini atšķiras pēc morfoloģijas un izmēriem (19.att.). Mazāko mezoforamu garums ir 120-600 m, bet platums - 50-150 m. Pārsvarā ir lielāki krumlini, kuru garums sasniedz 1.5-2.4 km, bet platums - 0.2-0.8 km. Pauguru relatīvais augstums nepārsniedz 5-7 m. Lēzenajās, plašākajās starppauguru ieplakās izvietojušies nelieli zemie purvi, bet lauka rietumos vienā no tām atrodas Lainuma ezers. Krumlinu maksimālā koncentrācija ir novērojama lauka proksimālajā daļā - rietumos-ziemeļrietumos no Imulas ielejas. Starp Imulas un Amulas upju ielejām to skaits ir





 Ledāja kustības virziens

**19.att. Mezoformu izvietojums Vānes krumlinu laukā un tam pieguļošajā teritorijā.**

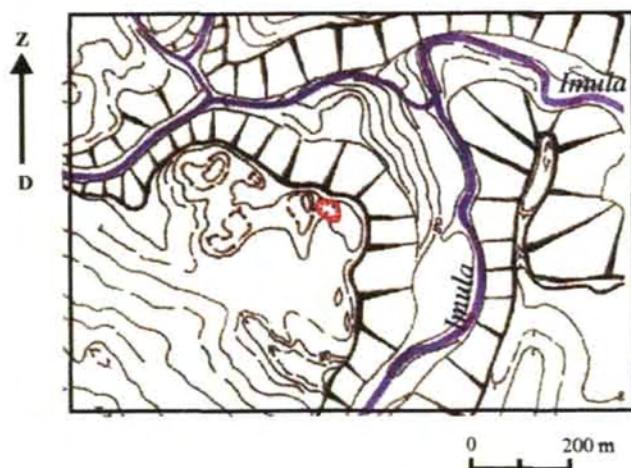
mazāks. Novērojama to pakāpeniska izžušana ziemeļu-dienvidu virzienā. Iespējams, ka daļa krumlinu ir aprakti zem ledus kušanas ūdeņu baseina nogulumiem.

Vānes krumlinu uzbūvē ietverti glaciālie nogulumi visā kvartārnogulumu segas biezumā. Tomēr to relatīvais augstums ir nedaudz mazāks par kvartārsegas biezumu. To uzbūvē galvenā loma ir sakrokotiem, primāri glacioakvālas izcelsmes smilts-grants-oļu slāņiem. Uz nogāzēm, bet dažreiz arī kā pārsedzošais slānis ir sastopama glaciotektoniski deformēta morēnas mālsmilts. Vānes krumlinu lauka mezofomas ir savstarpēji līdzīgas pēc to veidojošajām struktūrām, bet nereti ir krasi atšķirīgas pēc litoloģiskajām īpatnībām. Vānes krumlinu lauka ietvaros izšķirami vismaz trīs mezofomu paveidi pēc to veidojošā materiāla.

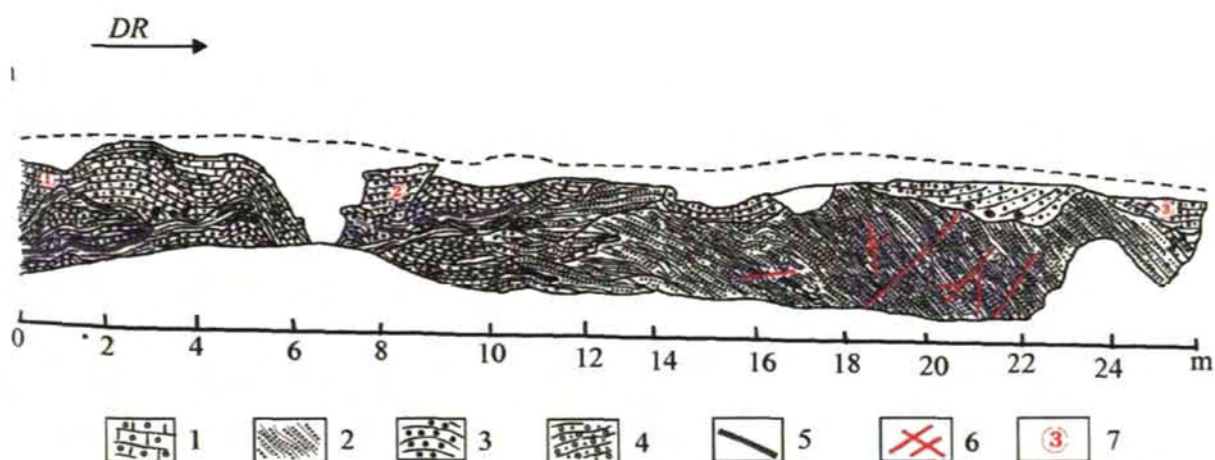
- Pirmais paveids - tās veido sakrokoti aleirītiskas smilts, smilts un smalkgraudainas grants slāņi.
- Otrais paveids - to kodolā ir dažādgraudainas smilts slāņi, kam sānos pieguļ sakrokoti grants-oļu slāņi (20.att.). Mezofomas pilnībā vai arī tikai to nogāzes pārsedz dažus desmitus centimetru biezs morēnas mālsmilts slānis. Bieži māla daļiņu ir ļoti maz un tādēļ tas vizuāli nereti atgādina pārskalotu morēnu. Morēnas slāņos ir ļoti daudz saberztu un sašķeltu oļu, bet it īpaši - šķembu un zvirgzdu. Kontakto starp morēnu un apakšējo slāni parasti ir sekundārā kalcīta garoziņa. Bieži ar kalcītu ir piesātināti grants slāņi. Sekundārā kalcīta josliņas izveidojušās arī disjunktīvajos pārrāvumos.
- Trešais paveids - krumlini, kuri galvenokārt sastāv no lokālmorēnas. Tie sastopami tur, kur tuvu virspusei atrodas klinšainie ieži - dolomīti un dolomītmerģeļi. Formveidojošie nogulumi sastāv no liela daudzuma, pārsvarā vāji noapaļotām, šķautnainām vietējo karbonātisko pamatiežu atlūzām (21.att.). Vietās, kur pamatiežu virsmu veido smilšakmeņi, aleiolīti un māli, krumlinu kodolos sastopami lielāki to atrauteņi, kā arī māla lēcas.

Krumliniem raksturīga iekšējā uzbūve redzama 20.B.attēlā. Atseguma plakne ir krumlina šķērsgriezums grants karjerā Matkules Skolaskalnā, 40 m rietumos no Imulas ielejas kreisā pamatkrasta (20.A.att.). Atsegumā redzama krumlina kodola daļas un tā austrumu nogāzes uzbūve, kā arī neliels fragments no rietumu nogāzes. Tāpat kā citur Latvijā (Zelčs, 1993; Zelčs, 1992), arī šeit krumlins ir injektīvā tipa gareniskā kroka, kas orientēta paralēli ledāja reģionālās kustības virzienam. Atseguma plakne vērsta

A



B

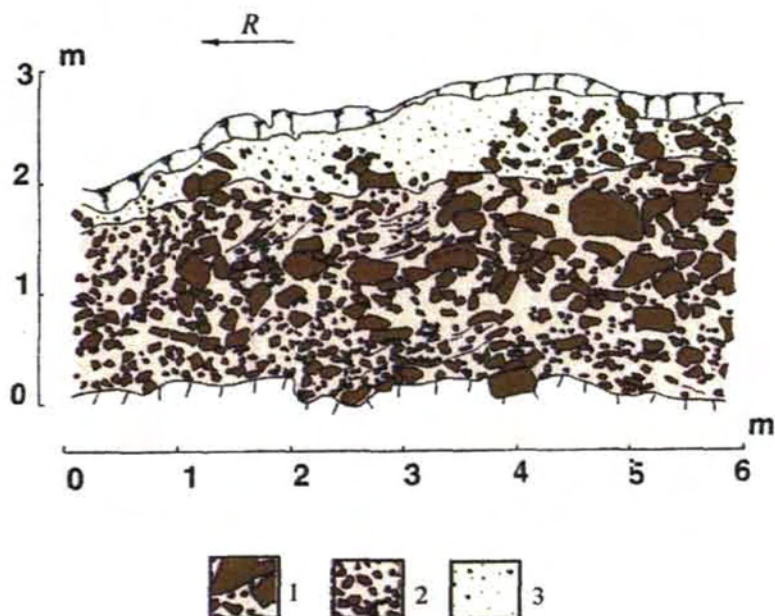


20.att. A. Matkules Skolaskalna un grants karjera novietojums.

B. Krumlina šķērsriezums 0.4 km ziemeļaustrumos no Matkules skolas.

1 - morēnas mālsmilts; 2 - dažādgraudaina smilts un smalka grants; 3 - grants; 4 - oļaina grants ar laukakmeņiem; 5 - māla lēcas; 6 - plaisas; 7 - oļu garenasņu mērījumu vietas.



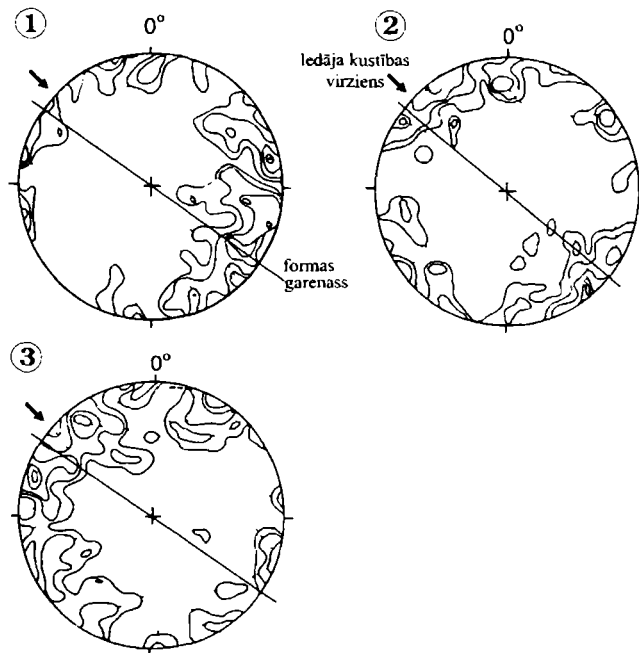


21.att. Lokālmorēnas atsegums krumlinā pie Abavas kreisā pamatkrasta 250 m rietumos no Velnakmens.

1 - dolomītu un dolomītmerģeļu blāķi; 2 - šķembas un zvīrgzdi; 3 - smilts un grants.

perpendikulāri tam, un mazākās deformāciju struktūras mezoformas sānos, atšķirībā no galvenās - formveidojošās krokas, tiešāk atspoguļo lokālos spriegumus no iepakām - krumlina sāniem. Krokas struktūras un sprieguma atšķirības atspoguļojas arī struktūrdiagrammās (22.att.).

Krumlina kodola daļa satāv no pelēkas, dažādgraudainas slīpslāņotas smilts ar grants starpslānīšiem. Slāņu kritums (20.B.att.) pieaug virzienā no kreisās puses uz labo. Kontakts ar pārsedzošo grants-oļu-laukakmeņu slāni liecina par diapīra tipa struktūru. Smilšainajā materiālā izsekojamas tecējuma mikrokrokas. Kodola centrālajā daļā izveidojušās krustiskās plaisas. Lielākā daļa izmērīto plaisu (plakņu) krīt austrumu-dienvidaustrumu virzienā. To krituma azimuts atšķiras no mezoformas garenās vērsuma par  $20^{\circ}$ - $50^{\circ}$ . Tādējādi, azimuts ir tuvāks krumlina garenasij nekā šķērsvirzienam un daļa no tām ir sastiepuma plaisas. Ziemeļaustrumu nogāzē, smilšainajam kodolam pieguļ glaciotehtoniski deformētas, galvenokārt sakrotas grants-oļu slāņkopas. Atseguma (20.B.att.) kreisajā pusē redzamās lielāka rādiusa



22.att. Oļu linearitātes diagrammas krumlinam (skat. 20.att.).

krokas sarežģī virkne mikrokroku. Mikrokrokas vislabāk saglabājušās plastiskajā, mālaini aleirītajā materiālā. Deformētās grants-oļu slāņkopas pārsedz stipri smilšaina pamatmorēna. Atseguma apakšējā daļā virs aleirītu slāņa redzams izlocīts māla slānītis, kurš pakāpeniski izkīlējas, bet tālāk - aiz slāņu sinklinālās ielieces seko māla slānīša saraustīts turpinājums, veidojot patstāvīgu lēcu virkni. Uz māla slānīša un virs tā esošās grants-oļu slāņkopas ir ievērojams daudzums laukakmeņu. To koncentrācijas josla veido laukakmeņu bruģi, kas raksturīgi zvīņveida uzbīdījumu zonām. Zvīņveida uzbīdījums iezīmē arī nedaudz izlocīto, no centra pa kreisi uz leju krītošo kontaktvirsmu starp smilšaino kodolu un tam uzguļošajiem slāņiem. Zvīņveida uzbīdījumi nav raksturīgi krumliniem (Zelčs, 1993) un to klātbūtne parasti liecina par jaunāku ģenerāciju un mezoformas daļējas transformācijas sākumu.

### 3.2.2. Vārmes-Zirņu DeGēra morēnu lauks

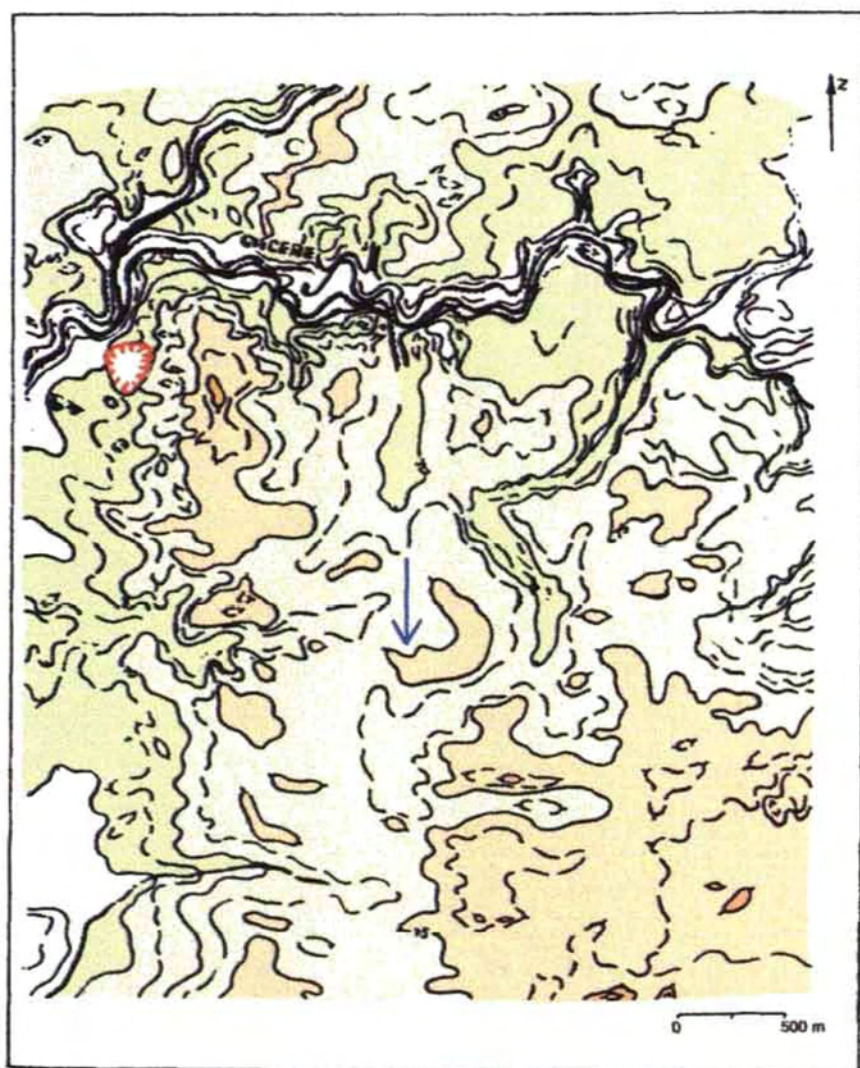
Vārmes-Zirņu DeGēra morēnu lauks izvietojies Austrumkursas augstienes rietumdaļā un aizņem Vārmes nolaidenuma lielāko daļu. Rievoto morēnu lauks stiepjas apmēram 40 km garumā un 5-10 km platumā. Rietumu robeža ar Kursas zemieni reljefā nav pamanāma, jo zemiēnē turpinās tā paša tipa reljefa mezoformas, tikai hipsometriski zemākā līmenī. Austrumos DeGēra rievoto morēnu lauks robežojas ar Lutriņu radiālo paugurgrēdu, kas atdala rievotās morēnas no Vānes krumlinu lauka, kā arī no augstienes paugurotās teritorijas tās dienviddaļā.

Vārmes nolaidenuma pamatā atrodas Austrumkursas pamatiežu makropacēluma rietumu nogāze, kurai ir ziemeļaustrumu-dienvidrietumu vērsums. Subkvartāra virsma pazeminās ziemeļrietumu virzienā un mainās no 65-40 m ziemeļdaļā līdz 80-60 m dienviddaļā (1.att.). Visā vairākus desmitus km garajā nogāzes joslā mainās atsevišķi posmi ar dažādu slīpumu un atsevišķiem lokāliem pazeminājumiem. Ņemot vērā ledāja veidoto mezoreljefa līdzību Kursas zemiēnē un Austrumkursas augstienes nogāzē, jāatzīmē, ka pēc V.Zelča pētījumiem (Zelčs, 1993, 1994), šādu reljefa formu ģenēzē svarīga loma ir ne tikai Austrumkursas pamatiežu pacēluma nogāzei kā ledāja sāniskās izplūšanas ierobežojošam faktoram, bet arī makropazeminājuma trijstūrveida formai ar sašaurinājumu distālajā galā, kas izvietojies starp Rietumkursas un Austrumkursas augstienēm. Pamatiežu virsmu līdzīgās attiecībās veido terīgēnie un karbonātieži, kuru vecums ziemeļu-dienvidu virzienā, pieaugot virsmas absolūtajam augstumam samazinās. Teritorijas pamatā galvenokārt ir augšdevona dolomīti, dolomītmerģeļi, smilšakmeņi, aleirolīti un māli (2.att.). No Abavas ielejas līdz Vārmes nolaidenuma vidusdaļai, sākot no Pļaviņu svītas līdz Mūru svītai, tās 0.4-2.5 km platu joslu veidā pēc kārtas nomaina viena otru. Tālāk uz dienvidiem joslu platums palielinās līdz 5-7 km un augšdevonu noslēdz Ketleru svītas smilšakmeņi, māli un aleirolīti. DeGēra morēnu lauka distālajā daļā subkvartāra virsmā ir apakškarbona Klikoļu sērijas ( $C_{1kl}$ ) smilšakmeņi un smiltis. Tikai nelielu laukumu - palikšņu veidā ir sastopami augšējā perma Naujakmenes svītas ( $P_{2nj}$ ) kaļķakmeņi. Nelielo lokālpacēlumu virsmā, kas līdzīgi zemesragiem izvirzīti uz rietumiem, zem kvartāra nogulumiem parasti ir mehāniski izturīgākie dolomīti un dolomītmerģeļi.

Pamatiežu virsmu pārsiedz samērā plāna kvartārnogulumu sega (3.att.). Tās biežums pārsvarā ir 7-15 m. Lielāko biežumu - līdz 30 m, tā sasniedz subkvartāra virsmas pazeminājumā pie Šķēdes. Kvartārsegas biežums pozitīvajās reljefa formās parasti ir par vairākiem metriem lielāks nekā iepakās. Mūsdienu reljefa pazeminājumos kvartārsegas biežums samazinās līdz 3-5 m. Tā kā kvartārsega ir plāna, un nogulumu primārais sagulums ir daļēji vai pilnīgi izjaukts, tad izvērtēt dažāda vecuma kvartārnogulumu lomu tās uzbūvē var tikai nosacīti. Bieži pozitīvo formu kodolos ir redzami pamatiežu atrauteņi ar vertikāli krītošiem slāņiem (24.att.).

DeGēra morēnu lauka reljefs, tāpat kā pamatiežu virsma, pazeminās rietumu virzienā. Virsmas absolūtais augstums mainās no 80-50 m ziemeļdaļā līdz 100-60 m dienviddaļā. Līdzenuma virsma ir viegli viļņota - rievota (23.att.). Savdabīgo rievojumu piešķir iegarenas, sazarotas, ieliektas un izliektas vaļņveida mezoforamas - DeGēra morēnas, kuras Latvijā pirmoreiz izdalījis V.Zelčs (1993). Dominējošais to garenasu vērsums ir rietumi-austrumi. Pārsvarā tās ir paralēlas viena otrai, ar nelielām izmaiņām. Dabā un topogrāfiskajās kartēs DeGēra morēnu virsmā izsekojami morfoloģiski vājāk izteikti iegareni radiālie segmenti, kuru garenasis vērsts perpendikulāri iepriekšminētajiem. Līdzīgi kā cita tipa rievotajām morēnām Latvijā (Зелч, Страутниекс, 1992; Zelčs, 1993; Zelčs, Strautnieks, Dreimanis, 1995), to augstākās virsotnes ir savstarpēji perpendikulāro segmentu (vaļņu) krustpunktos. Relatīvais augstums visbiežāk ir līdz 5 metriem, retāk tas sasniedz 7-10 m un vairāk. Rievoto morēnu nogāzes ir lēzenas. Vārmes-Zirņu rievoto morēnu laukā ir saskaitāmas vismaz 1500 DeGēra morēnas. To izvietojums ir nevienmērīgs (25.att.). Vismazākā koncentrācija ir lauka ziemeļdaļā. Lielākais formu blīvums ir lauka vidusdaļā - pie Vārmes un Šķēdes, tuvāk pamatiežu kāples augšdaļai pie Lutriņu radiālās paugurgrēdas. Tur tās izvietojušās blakus viena otrai tā, ka savstarpējais attālums ir mazāks par vaļņu platumu. Tā koncentrējoties rievotās morēnas veido ziemeļu-dienvidu virzienā stieptas joslas (25.att.). DeGēra morēnu izvietojumā un sakārtojumā izsekojama arī otra sistēma, t.i. - tās nereti veido sablīvējumu joslas, kas izliecas distālā virzienā. Vislabāk tādas iezīmējas lauka vidusdaļā - uz dienvidiem no Šķēdes ielejas. Kaut arī DeGēra morēnām ir ļoti daudz kopīgu, raksturīgu īpašību, lauka ietvaros ir novērojama liela to morfoloģiskā daudzveidība (25.att.). Lielākā daļa ir vaļņveida formu, kas orientētas









*Braņķu karjers*

a, b - atsegumu sienas

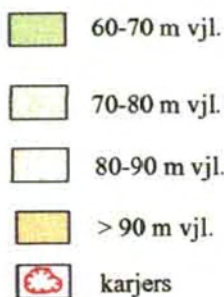
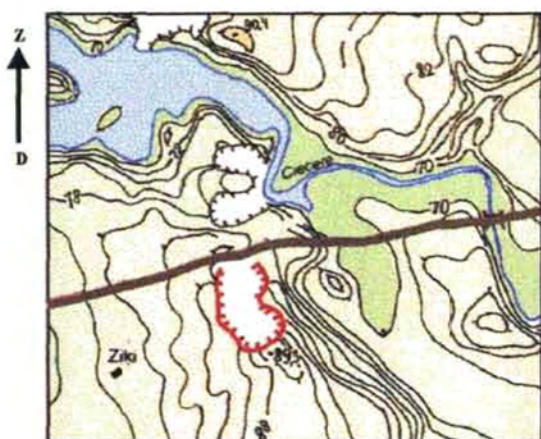


Ledāja kustības virziens

	< 70 m vjl.
	70-75 m vjl.
	75-80 m vjl.
	> 80 m vjl.

23.att. Zirņu apkārtnes hipsometriskā shēma.  
Pamathorizontāles ik pēc 5 m.

A



B

ZR →



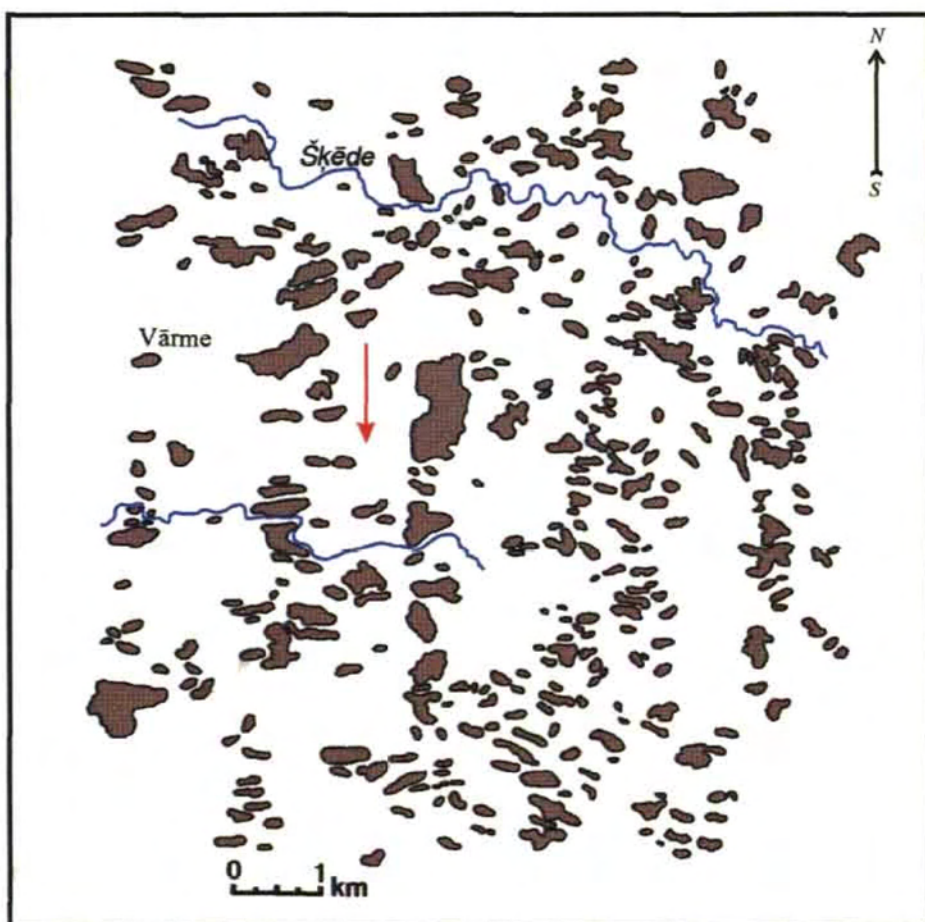
**24.att. A. Ziķu smilts-grants karjera novietojums DeGēra morēnā 0.6 km rietumos no Rīgas-Liepājas ceļa tilta pār Cieceri.**

**B. Pamatiežu atrauteņi glaciotektoniski deformētos ledāja nogulumos DeGēra morēnā Ziķu karjera dienvidu sienā.**

1 - sārti violets, sīkkrokots trekns māls un zilgans aleirolīts (pamatieži); 2 - blīva sīkgraudaina un aleirītiska smilts; 3 - pelēka grants ar oļiem; 4 - pelēkbrūns blīvs morēnas smilšmāls ar oļiem un karbonātiskām šķembām; 5 - laukakmens.



perpendikulāri reģionālajam ledājkustības virzienam. To garums mainās no 150-300 m līdz 0.6-1.2 km, bet platums attiecīgi no 70-100 m līdz 0.3-1 km. Kā redzams 25.attēlā, platākās formas veido vairāki savstarpēji paralēli, saplūstoši segmenti, acīmredzot, vēl neizveidoti atsevišķi vaļņi. Tādējādi, atšķirīgie morfoloģiskie paveidi, to skaitā arī ar iepriekšminētajiem savstarpēji perpendikulāriem segmentiem, atspoguļo mezoformu transformāciju, to paraģenētisko rindu un formveidojošos etapus.



→ ledāja kustības virziens

25.att. DeGēra morēnu izvietojums Vārmes un Šķēdes apkārtņē.

← ZZA



**26.att. Formveidojošo nogulumu atsegums DeGēra morēnas centrālajā daļā Zīķu karjerā (skat. 24.A.att.).**

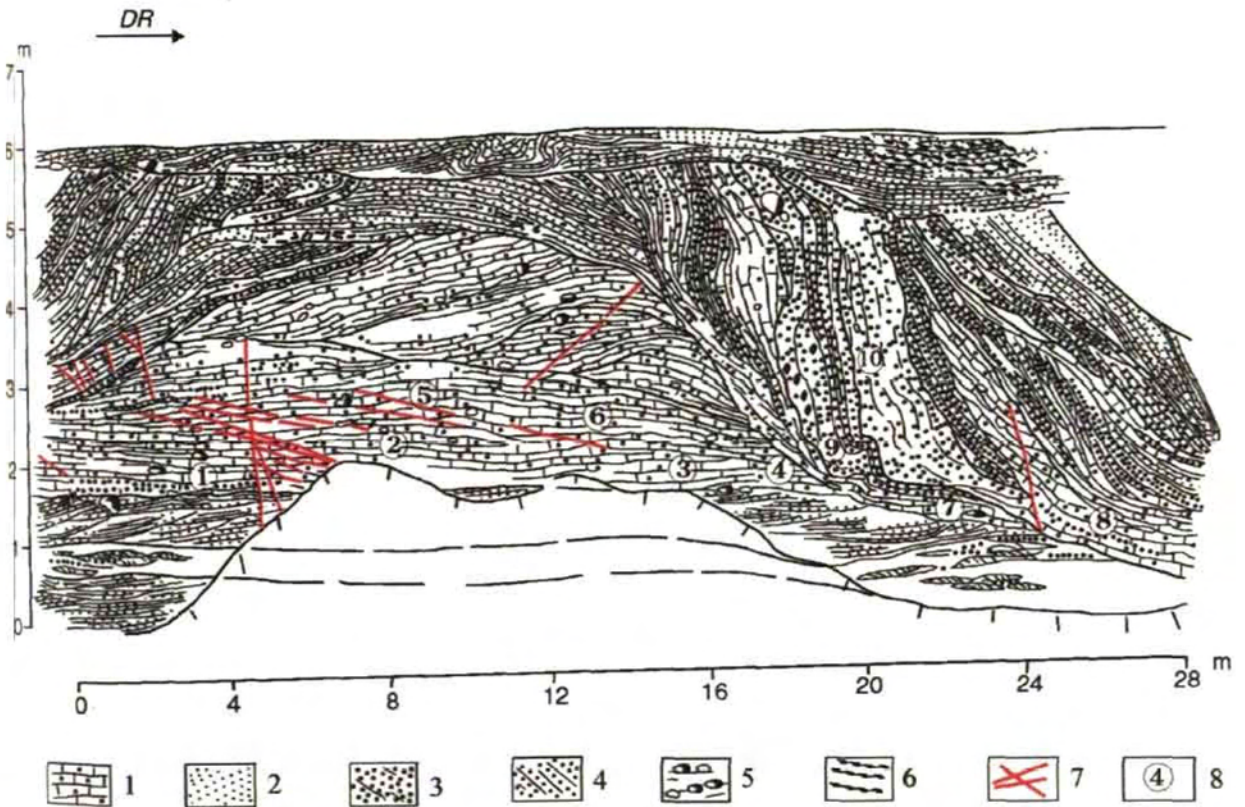
1 - blīva smilts; 2 - pelēkbrūna un zaļganbrūna blīva morēnas mālsmilts ar karbonātiskiem oļiem un šķembām.

DeGēra morēnu iekšējā uzbūvē, galvenokārt pēc pētījumiem Kanādā un Skandināvijā (De Geer, 1889; Hoppe, 1957; Mawdsley, 1936; Aartolahti, Koivisto, Nenonen, 1995; Zilliacus, 1989) noteicošā loma ir smilšaini aleirītiskai un akmeņainai pamatmorēnai. Pēc J.Lavrušina (Лаврушин, 1976), to uzbūvē ir raksturīga vienai uz otras uzbīdītu zvīņu mija, kuras veido oļains smilšmāls un cits ledus gultnes materiāls. Savukārt, zvīņās bieži sastopamas sākotnējā plastiskā tecējuma tekstūras. Kā atzīmē J.Lavrušins (Лаврушин, 1976), zvīņveida morēnās bieži sastopamas glaciodaikas un glaciodiapīri, kas vēl vairāk sarežģī DeGēra morēnu iekšējo uzbūvi un būtiski atšķir tās no monolītajām morēnām.

DeGēra morēnu iekšējās uzbūves pētījumi Austrumkursas augstienē veikti vairākos smilts-grants karjeros Zirņu apkārtņē. Formveidojošais materiāls katrai DeGēra morēnai ir atšķirīgs ar savām individuālām, lokālām īpatnībām. Tomēr, kā liecina atsegumi (26., 27., 28.att.) un cilvēku pieredze saimnieciskajā darbībā, DeGēra morēnu centrālā un kodola daļa galvenokārt sastāv no smilts un grants. Līdzīgi tas ir arī DeGēra morēnās Somijā (Zilliacus, 1989), kur kā parasta parādība ir tās pārsedzošs morēnas slānis.

DeGēra morēnas pārsedzošais slānis Zirņu apkārtņē Ziķu smilts-grants karjerā ir sarkanbrūna morēnas mālsmilts ar oļiem un laukakmeņiem (24., 26.att.). Morēnas apakšējā daļā ir laukakmeņu bruģis, kas iezīmē uzbīdījuma virsmu. Morēnas slāņa biezums ir 1-2 m, bet bieži DeGēra morēnu centrālajā daļā tas izķīlējas. Atsegumu sienās Ziķu karjerā redzams, ka dominējošais ir smilšainais materiāls (26.att.). Atsegumu augšdaļā ir dzeltenpelēka, relatīvi labi šķirota smalkgraudaina un aleirītiska smilts. Vidusdaļā ir smilts ar vājāku šķirojumu. Apakšējā slāņkopā (26.att.) dominē vāji šķirota smilšaina grants ar oļiem. To sadala 3-15 cm biezi dažādgraudainas smilts starpslāņi. Atšķirībā no tipiskas glaciofluviālas smilts, DeGēra morēnas veidojošais smilšainais materiāls ir ļoti blīvs. Tam ir raksturīgs krokojums, mikrokrokojums, gofrējums un citas glaciotektoniskās tekstūras. Līdz 8 m augstajā sienā (26.att.) izšķiramas 3 galvenās smilts un smilts-grants slāņkopas. Tās atdala 20-50 cm bieza, pelēkbrūna un zaļganbrūna, ļoti blīva morēnas mālsmilts ar karbonātiskiem oļiem un šķembām. Morēnas mālsmilts un vietām arī smilšmāls iezīmē slāņkopu kā atsevišķu ledus gultnes materiāla zvīņu robežas. Ziķu smilts-grants karjera dienvidu sienā kā glaciodaikas redzami tumši sarkanbrūni un sārti violeti sīkkrokoti, vertikāli un subvertikāli krītoši trekna māla slāņi un zilgani aleirolīti, kas veido glaciodiapīra

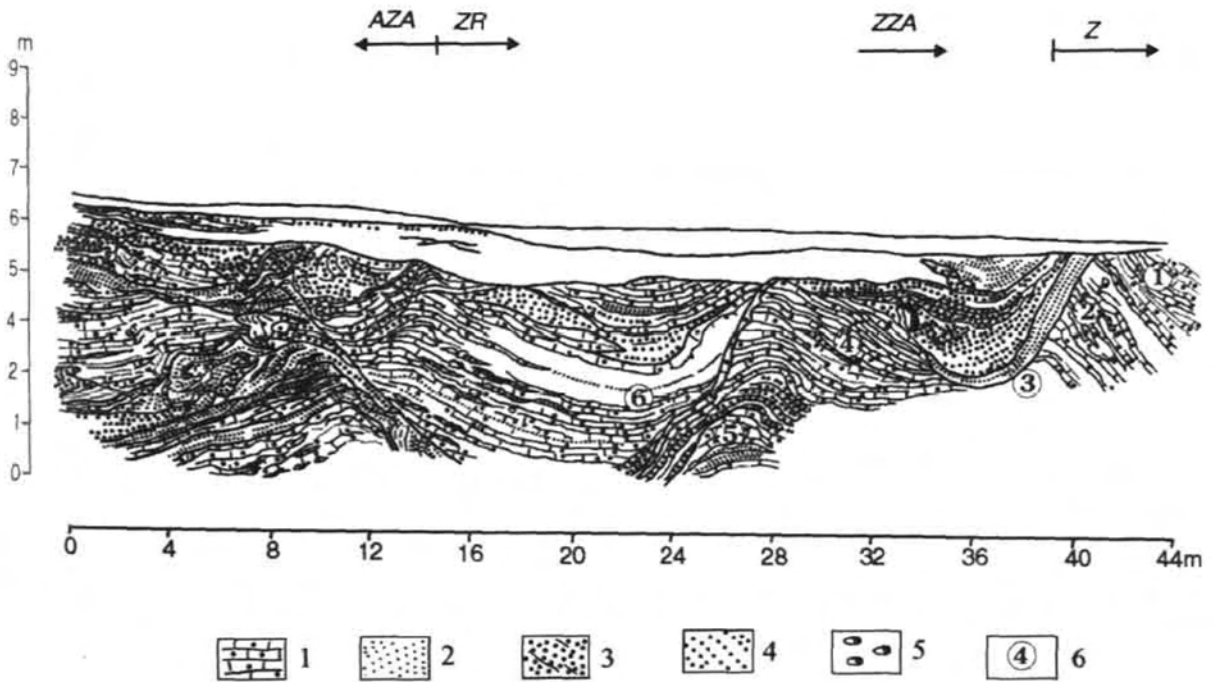




27.att. DeGēra morēnas ģeoloģiskais griezumš Ciecēres kreisajā krastā karjera dienvidu sienā (skat. 23.att.), 2.5 km uz ziemeļiem no Zirņiem pie Braņķu mājām, tuvu frontālā vaļņa rietumu nogāzei.

1 - plātņaina morēnas mālsmilts; 2 - smilts; 3 - oļi; 4 - grants; 5 - laukakmeņi un oļi; 6 - māla saveltņi; 7 - oļu garenasu mērījumu vietas.





**28.att. DeGēra morēnas ģeoloģiskais griezumš Ciecēres kreisajā krastā karjera austrumu sienā (skat. 23.att.), 2.5 km uz ziemeļiem no Zirņiem pie Braņķu mājām, 30 m austrumos no iepriekšējā griezumš (skat. 27.att.).**

1 - morēnas mālsmilts; 2 - smilts; 3 - oļi; 4 - rupja grants ar sīkiem oļiem; 5 - laukakmeņi; 6 - oļu garenasu mērījumu vietas.

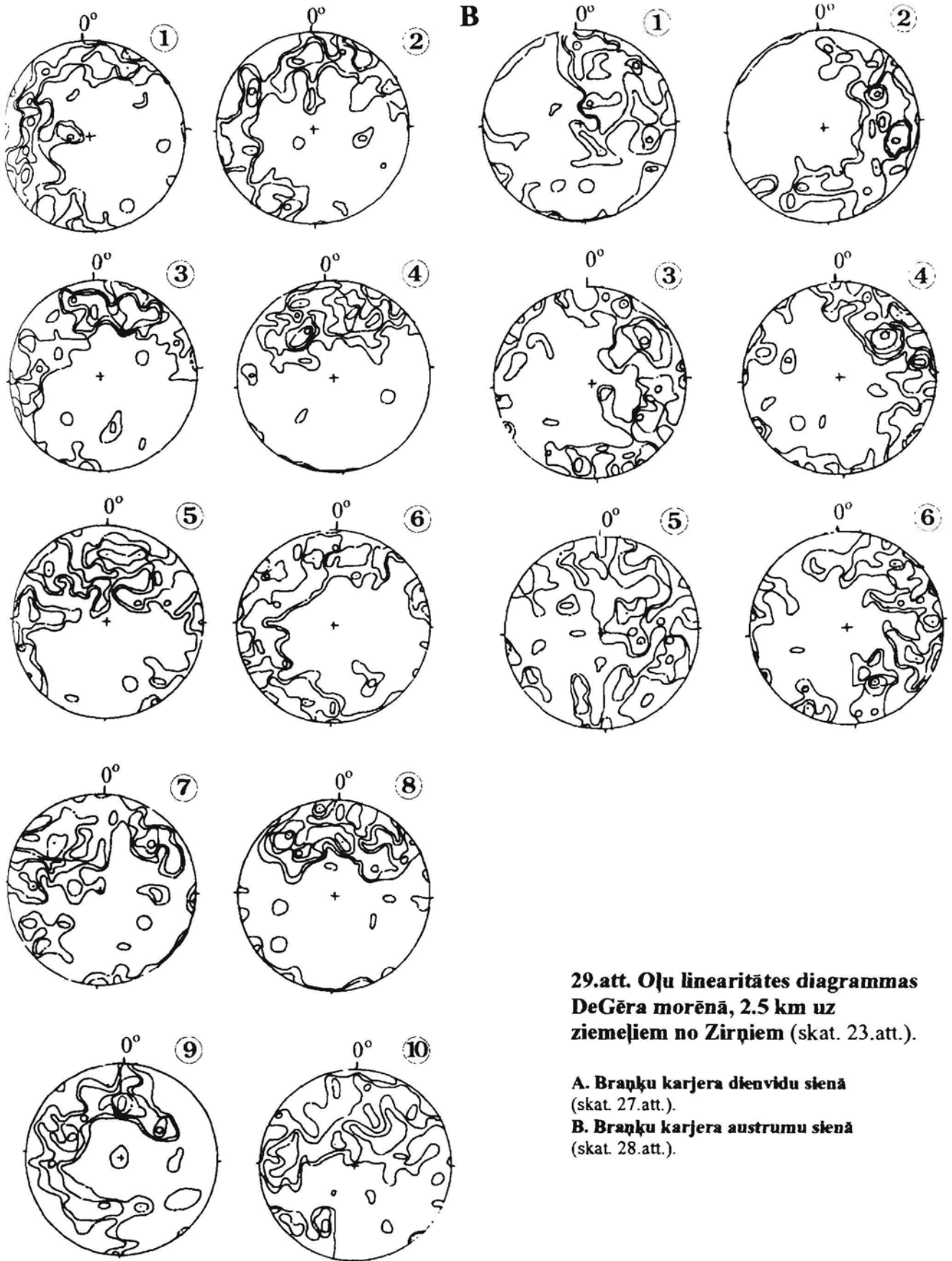
spārnus (24.att.). Zilganie un sārti violetie māli ir glaciotektoniski deformēti pamatiežu atrauteņi. Spriežot pēc ģeoloģiskās kartēšanas materiāliem (Бендруп, Биргер, Биргер, Архарова, 1981) un to apraksta (Биргер, 1979), māli un aleirolīti atbilst apakškarbona Klikoļu sērijai (C<sub>1</sub>kl). No pamatnes atrautie pamatieži ir ne tikai deformēti, bet, iespējams, arī transportēti no 1 km attālā lokālpazeminājuma proksimālā virzienā, kuru šķērso Cieceres ieleja. Kā liecina DeGēra morēnu pētījumi Somijā (Aartolahti, Koivisto, Nenonen, 1995), tajās sastopamo pamatiežu (pamatklintāja) atrauteņu transportēšanas attālums var sasniegt vairākus kilometrus. Diapīra kodolā bez smilšainā un aleirītiskā materiāla ir redzamas arī grants - oļu slāņkopas, bet pie kontakta ar māla atrauteņiem - arī daži lieli kristāliskie laukakmeņi (24.att.). Kā redzams atsegumos Ziķu un Braņķu smilts-grants karjeros (24., 26., 27., 28.att.), laukakmeņu nav daudz. To lielāka koncentrācija ir novērojama dažāda materiāla kontaktvirmās. Acīmredzot, DeGēra morēnu, tāpat kā citu glaciostruktūru uzbūvē galvenā loma ir vietējam ledāja gultnē esošajam materiālam, un tas nosaka tikai šo mezoformu litoloģiskās īpatnības. Par to liecina lielais kristālisko laukakmeņu - granītu, gneisu, granodiorītu un bāzisko efuzīvo iežu daudzums DeGēra morēnās Skandināvijā (Aartolahti, Koivisto, Nenonen, 1995), kur zem plānās kvartārsēgas ir kristāliskais pamatklintājs. Jāpiebilst, ka tur laukakmeņiem bagātā pārsedzošā morēna tiek interpretēta kā ablācijas morēna, nevis kā zvīņveida vai cita tipa deformācijas morēna.

Atsegumos smilts-grants karjerā pie Braņķiem (27., 28.att.) redzams, ka DeGēra morēnas uzbūvē lielāks īpatsvars ir morēnas smilšmālam un mālsmiltij, salīdzinājumā ar iepriekš aprakstīto mezoformu. Morēnas slāņkopu biezums abās atsegumu sienās (27., 28.att.) sasniedz 2-3 m. Tās veido pēdējā apledojuma sarkanbrūnas krāsas smilšmāls un mālsmilts. Atsegumos izsekojamas morēnas ar vairāku tipu tekstūrām. Sienas vidusdaļā (27.att.) redzama monolītā plātņainā morēna. Plātņu biezums mainās no 4 cm slāņkopas augšdaļā līdz 9 cm apakšdaļā. Atsegumā redzamajā plaknē tās saguļ gandrīz horizontāli un vietām ir viegli izlocītas. Morēnā ir ievērojams daudzums oļu un laukakmeņu. Ap laukakmeņiem nereti ir pelēkas vai pelēkbrūnas, dzelzotas smilts kārtiņas. Atseguma labajā pusē, apakšējā daļā ir pelēka, paralēli plātņaina morēna, kura pēc krāsas līdzinās Kurzemes apledojuma morēnai.

Otrās atseguma sienas (28.att.) labajā pusē, sikplātņainās sarkanbrūnās morēnas slāņkopas mijas ar joslotas morēnas slāņkopām. Morēnas slāņkopas savstarpēji un arī ar cita materiāla slāņkopām saguļ diskordanti, blakus esošo slāņkopu krituma leņķis nereti atšķiras par 30°-90° un vairāk grādiem.

Dabā labi redzami kontakti parādīti arī atsegumu zīmējumos (27., 28.att.). Tie iezīmējas kā formveidojošā materiāla atsevišķo zvīņu robežvirsmas, kas vienlaicīgi ir uzbīdījumu slīdvirsmas. Plastiskā - aleirītiskā un mālainā materiāla slāņkopās redzamas saspieduma, tecējuma un vilkšanas krokas. Kroku deformācijas labi saglabājušās arī smilts, grants un oļu slāņos, kuri mijas ar māla un morēnas smilšmāla vai mālsmilts slāņiem. Tāpat kā iepriekš aprakstītajos atsegumos Ziķu smilts-grants karjerā, ledāja nogulumos redzami izlocīti pamatiežu māla slāņi, bet vietām arī smilšaini-aleirītiskie apakškarbona ieži, kurus saspieduma, sastiepuma un pārrāvumu plaisas sašķēļ atsevišķos blokos. Bieži sastopamas ievilkuma tekstūras kā smilšainas lēcveidīgas josliņas mālsmilts un smilšmālā, kā arī plastiskā materiāla lēcas smilts-grants-oļu slāņos.

Reljefa mezoformas garenass pēc mērījumiem topogrāfiskajā kartē ir vērsta rietumu-austrumu virzienā, tādējādi tā ir orientēta perpendikulāri reģionālajam ledājkustības virzienam. Atsegumu sienu izvietojums, to orientācija attiecībā pret formas garenasi, kā arī struktūrelementu mērījumi tieši un netieši atspoguļo mezoformas uzbūvi telpiski un tās veidošanās sarežģītos apstākļus. Atseguma sienā (27.att.), kuras vērsums tikai nedaudz atšķiras no formas garenass, tās vidusdaļā plātņainajā morēnā veikti oļu garenasu mērījumi sešās vietās. Pēc mērījumu diagrammām (29.att.) redzams, ka oļu linearitātes maksimumu vērtības nav lielākas par 4-8% un pārsvarā raksturojas ar ievērojamu izkliedi. Morēnā izmērīto oļu garenasis (29.att.) pārsvarā atspoguļo divus linearitātes virzienus, no kuriem dominējošais - ar lielākiem maksimumiem sakrīt ar reģionālo ledājkustības virzienu, kas lokālfaktoru ietekmē laikā un telpā varēja mainīties robežās starp ZZR un ZZA. Relatīvi labāk izteikti oļu linearitātes maksimumi ir diagrammās Nr.8 un 9 (29.A.att.), kuras sastādītas pēc mērījumiem morēnas kodolam labajā pusē piegulditajās zvīņās (27.att.). Neskatoties uz kodola un tam uzbīdīto slāņkopu krasi atšķirīgo sagulumu, oļu linearitātes maksimumi vēl skaidrāk norāda uz ledāja reģionālās kustības virzienu, kas vietējos



29.att. Oļu linearitātes diagrammas DeGēra morēnā, 2.5 km uz ziemeļiem no Zirņiem (skat. 23.att.).

A. Braņķu karjera dienvidu sienā (skat. 27.att.).

B. Braņķu karjera austrumu sienā (skat. 28.att.).

apstākļos varēja mainīties - no ZZR-DDA līdz ZZA-DDR. Savukārt, gandrīz vertikāli krītošajā oļu slāņkopā (27.att.) izdarītie mērījumi neuzrāda lielas vērtības oļu maksimumus (29.att.), tomēr tie atspoguļo *vairākas deformācijas īpatnības*.

- Pirmkārt, lielākā daļa oļu garenasu ir paralēlas formas garenasij.
- Otrkārt, tās ir perpendikulāras reģionālajam ledājkustības virzienam, bet paralēlas lokālajam ledus spiedienam no rietumiem.
- Treškārt, dominējošais oļu krituma leņķis ir mazāks par visas slāņkopas krituma leņķi.
- Ceturtkārt, ir vairāki līdzīgas vērtības maksimumi, bet to azimuti atšķiras viens no otra par 60°-90°. Minētās īpatnības liecina par spiediena izmaiņām, kuru ietekmē notika oļu orientācijas un krituma izmaiņas, kā arī asimetrisku mikroroku veidošanās.

Oļu linearitātes un plaknisko elementu mērījumi izdarīti arī otrajā atsegumā (28.att.), kas atrodas 30 m ZA (pa kreisi) no pirmā atseguma (27.att.), t.i. tuvāk mezofomas centram. Oļi mērīti morēnas zvīņās, kuras glaciotekoniski deformētas antiklinālās un sinklinālās krokās. Oļu diagrammas 1. un 2. (29.B.att.) sastādītas pēc mērījumiem blakus esošās morēnas zvīņās. Slāņu kritums vizuāli maz atšķiras, tomēr azimuts starp dažiem linearitātes maksimumiem atšķiras par 90°. Mērījumu vietā Nr. 2 (28.att.) veidojas divi tuvu esoši oļu linearitātes maksimumi, kuri norāda gan uz koniskas mikrorokas veidošanos, gan arī liecina par materiāla pārvietošanās virzienu no austrumiem - perpendikulāri reģionālajam ledājkustības virzienam. Līdzība oļu linearitātes maksimumu izvietojumā un arī to vērtībās redzama diagrammās 2., 3. un 4. (29.B.att.). Tas liecina par spiedes spēku sadalījumu, tā izmaiņām, kuru rezultātā notika materiāla sakrokošana. Jāpiebilst, ka oļu linearitātes mērījumi nelielā laukumā nereti parāda gan kādu lokālu krokojuma struktūru, gan arī atspoguļo materiāla pārvietošanas virzienu reģionālās ledājkustības ietekmē.

Pilnīgāku priekšstatu par mezofomas komplicēto uzbūvi sniedz slāņu, zvīņu kontaktu, kroku šarnīru un plaisu mērījumi kopsakarībā ar formas garenasi. Mezoformai, kurā izvietots Braņķu smilts - grants karjers, tāpat kā citām DeGēra morēnām, ir salikta uzbūve. Kā redzams topogrāfiskās kartes (1:25 000) fragmentā (23.att.), tā ir rievotā morēna, kuru veido labi izteikts radiālais valnis un tam pieguoši vairāki frontāli, vaļņveidīgi atzari. Abi atsegumi (27., 28.att.) atrodas frontālajā



atzarojumā, rietumos no radiālā vaļņa. Tie atsedz frontālā vaļņa iekšējo uzbūvi ~70 m garumā. Aplūkojot frontālo valni kā atsevišķu mezoforamu, labi iezīmējas vairākas īpatnības, kas raksturīgas DeGēra morēnām.

- Atsegumā (27.att.) redzamas divas galvenās - formveidojošās struktūras.
- Viena no tām ir kodols, kuru veido plātņainā morēna un smilšaino karbona (C<sub>1</sub>kl) pamatiežu bloki zem tās. Kā raksturīga īpatnība šeit ir domāta tieši struktūra, nevis materiāls. Dažādās formās tas var atšķirties.
- Formas kodols veido kroku, kuras izmērītais šarnīrs krīt 312° virzienā, bet plaknisko elementu mērījumi liecina, ka pirmās struktūras (kodola) ass plaknes azimuts ir ZZR-DDA. Tādējādi tā atspoguļojas kā lineāra kroka, kuras garenass vērsums aptuveni sakrīt ar radiālo vaļņu garenasīm lauka teritorijā.
- Lineārā kroka ir apslēpta struktūra, kas neatspoguļojas frontālā vaļņa morfoloģijā. Tādējādi, to var uzskatīt par vecākas ģenerācijas glaciotektonisko struktūru, kas atbilst radiālajām reljefa formām - krumliniem.
- Otra formveidojošā struktūra apliec pirmo - kodolu. Lielākā daļa izmērīto slāņu krīt RZR-AZA virzienā.
- Otrā struktūra pēc uzbūves ir sarežģītāka. Tā ir vairāku sakrokotu zvīņu kopa. Lielākā daļa zvīņu ir uzbīdītas no rietumiem un ziemeļrietumiem - no Kursas zemienes puses. Zvīņu kritumu azimuts mainās no 260° līdz 290°.
- Katra nākamā, no kodola attālinātā zvīņa ir relatīvi jaunāka. Pēc mezoforamas iekšējās uzbūves redzams, ka frontālo valni galvenokārt veido rietumu-austrumu virzienā kodolam klāt pieguldīto zvīņu komplekss.
- Mezoforamas virsējā - apliecošās struktūras kores daļa ir saplacināta, noliekta un daļēji arī iznīcināta.

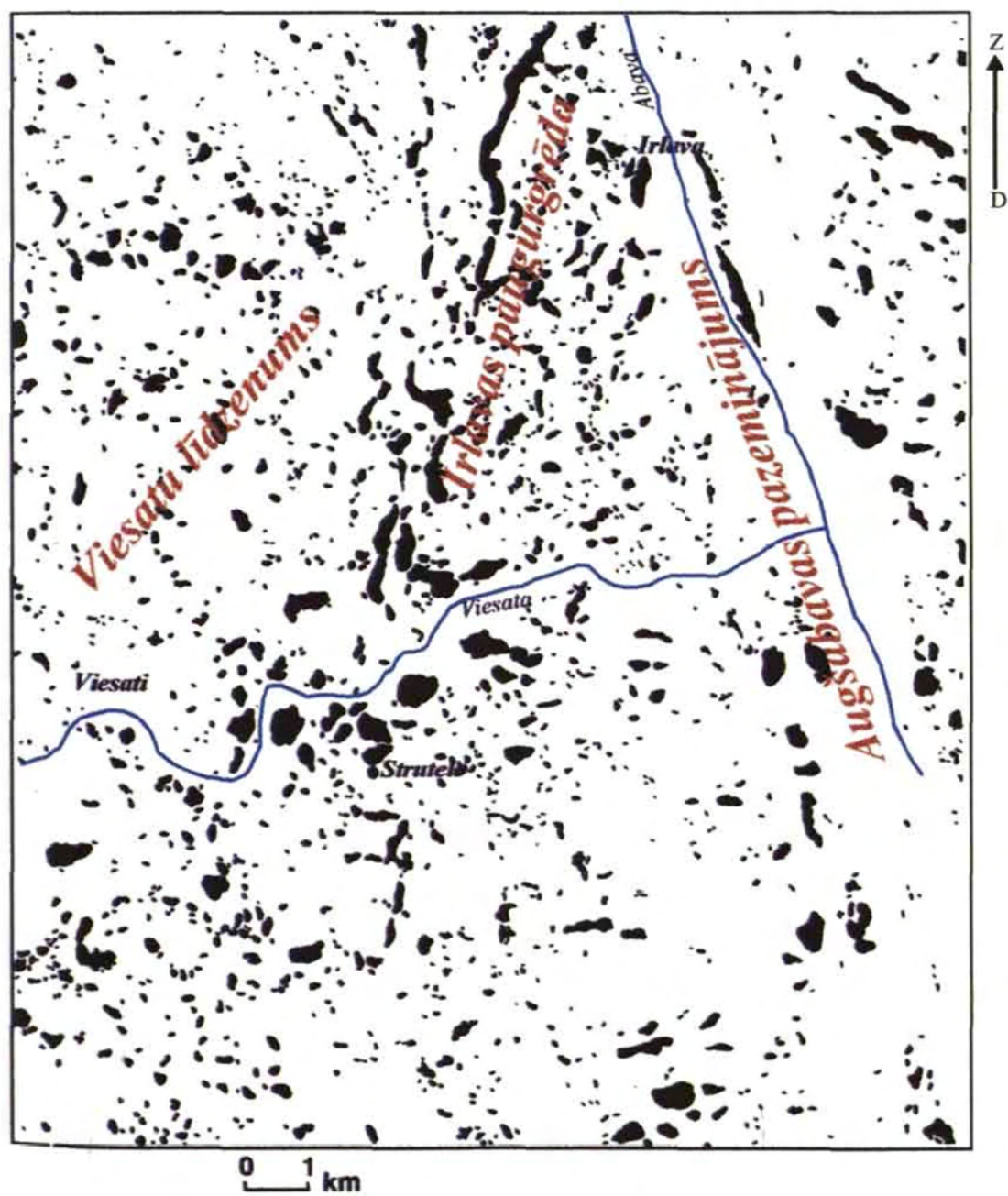
Arī otrajā atsegumā (28.att.) redzamās struktūras ir zvīņu-kroku komplekss. Atsevišķo struktūru bloku izmēri ir mazāki nekā iepriekš aprakstītajā atsegumā (27.att.). Lielākā daļa izmērīto slāņu krīt rietumu un austrumu virzienā, tādējādi atspoguļojot vairāku radiālo struktūru spārnus. Atseguma (28.att.) kreisajā pusē slāņu sagulumu sarežģī asimetriskas, guļošas un apgāztas kromas. Tāpat kā pirmajā atsegumā (27.att.), sienā redzamās struktūras virsmas reljefā katra atsevišķi neatspoguļojas. Struktūru lielāku daudzveidību un sarežģītību otrajā atsegumā nosaka tā atrašanās frontālā vaļņa proksimālajā daļā, tuvu robežai ar radiālo valni.

Mezoformu iekšējās uzbūves savstarpējā atšķirībā nozīmīgs faktors ir dažādie lokālie apstākļi. Noliektās, apgāztās un guļošās krokas norāda, ka maksimālais ledāja spiediens bijis vērsts to sagāzuma virzienā. Mezoformu iekšējās uzbūves pētījumi liecina, ka ledāja maksimālās spiedes virziens ne vienmēr sakrīt ar virzienu no makropazeminājuma - Kursas zemienes puses. Liela loma ir bijusi arī lokālpadziļinājumiem - lineārajām ieplakām un ieliecēm ledāja gultnē. Kā spilgts piemērs tikko minētajam ir atsegums Ziķu karjera dienvidu sienā (24.att.), kur pamatiežu atrautenis veido kroku, kas redzami noliekta uz rietumiem. Taču, kā norāda slāņu mērījumi krokas spārnos, tad slāņu krituma azimuts mainās no 145° līdz 164°, tādējādi kroka noliekta rietumu-ziemeļrietumu virzienā, t.i. pret reģionālo ledājkustības virzienu. Acīmredzot, formveidošanā ievērojama loma bijusi arī pamatiežu litoloģiskajām īpatnībām. Parasti virs terīgēnajiem iežiem izvietotās DeGēra morēnas sasniedz lielāku relatīvo augstumu.

### 3.2.3. Viesatu līdzenums

Viesatu līdzenums aizņem Spārnenes viļņotā līdzenuma rietumdaļu. Tas izvietojies starp Zantes un Irlavas paugurgrēdām un uzskatāms par augstienes iekšējo līdzenumu. Pēc ģeomorfoloģiskās rajonēšanas tas ir morēnas līdzenums (Стрпайме, 1979; Zelčs, Dreimanis, 1996). Ziemeļu-dienvidu virzienā tas stiepjas no Abavas ielejas līdz Irlavas paugurgrēdas distālajam galam, kurš pagriežoties uz rietumiem apliec līdzenumu arī no dienvidiem (30.att.).

Viesatu līdzenuma pamatā atrodas slīpa pamatiežu virsma, kuras augstums mainās no 100 m līdz 55 m (1.att.). To veido augšdevona, galvenokārt Famēnas stāva terīgēnie un karbonātieži. Tikai līdzenuma ziemeļos-ziemeļaustrumos vairāku km<sup>2</sup> platībā pamatiežu virsmā ir Frānas stāva Amulas, Stipinu un Ogres svītu ieži. Plašākas joslas, it īpaši līdzenuma vidus un dienviddaļā, aizņem Mūru, Tērvetes un Sņķeres svītu smilšakmeņi un aleirolīti. Karbonātiežu svītas sastopamas kā šaurākas joslas, un tās veido nelielas kāples subkvartāra virsmā. Pamatiežus pārsedzošās kvartārnogulumu segas biežums pārsvarā ir 10-20 m. Atsevišķās vietās tas ir mazāks par 10 m, bet teritorijas dienviddaļā pārsniedz 20 m, vietām - pat 30 m (3.att.). Kvartārsegas biežuma



30.att. Mezoforamu izvietojums Irlavas-Viesatu apkārtnē.

minimums ir novērojams virs karbonātisko pamatiežu kāplēm, kuru nogāžu vērsums sakrīt ar reģionālo ledājkustības virzienu un glaciotektoniskajās ieplakās. Lielākais kvartārnogulumu biezums ir pozitīvajās reljefa formās.

Līdzenuma virsmas augstums mainās no 110-120 m vjl. tā rietumos līdz 60-80 m ziemeļu un austrumu daļā un Abavas ielejas virzienā. Līdzenuma virsma ir viegli viļņota. Viļņoto raksturu tai piešķir dažādu morfoloģisko paveidu pozitīvo un negatīvo reljefa mezoformu mija. Mezoformu morfoģenētiskā klasifikācija Viesatu līdzenumā veikta galvenokārt, pamatojoties uz analogiju citos apvidos (Strautnieks, 1997; Zelčs, 1993) un morfoloģiskām pazīmēm topogrāfiskās kārtēs. Atsegumu trūkuma dēļ veikti tikai fragmentāri mezoformu iekšējās uzbūves pētījumi.

Raksturīgākās reljefa formas ir radiālās un rievotās morēnas. Radiālās reljefa mezoforamas galvenokārt aizņem joslu, kas stiepjas no Zantes paugurgrēdas proksimālā gala pie Zemītes dienvidaustrumu virzienā. Radiālo mezoformu josla stiepjas apmēram 12 km garumā, 2-4 km platumā. Mezoformu garenasis orientētas ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā. Radiālo formu joslas distālajā daļā izsekojamas konsekventi paralēlu vaļņveidu pauguru grupas. Pēc analogijas ar pētījumiem Austrumlatvijā (Zelčs, 1993), konsekventi paralēli orientētas garenasis ir flūtingiem. Garenstieptās reljefa mezoforamas ir vāji izteiktas dabā. To garums, platums, relatīvais augstums un aptuvenās kontūras ir vieglāk izsekojamas detāla mēroga (1:25 000, 1:10 000) topogrāfiskajās kartēs. Pozitīvo reljefa formu garums pārsvarā ir 0.3-1.5 km, platums - 100-500 m. Relatīvais augstums ir 3-5 m. Nelielas radiālo mezoformu grupas sastopamas arī līdzenuma ziemeļaustrumos un rietumu malā pie Zantes paugurgrēdas. Dažās no tām novērojama mezoformu distālo galu konverģence, kas raksturīga krumliniem.

Visizplatītākās reljefa mezoforamas Viesatu līdzenumā ir rievotās morēnas, kuras, acīmredzot, ir vienas no glaciģenā reljefa mezoformu paraģenētiskās rindas posmiem. Viesatu līdzenumā sastopamās rievotās morēnas iezīmē *divus* galvenos virzienus:

- ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā orientēti radiālie segmenti, kas atspoguļo ledāja reģionālās kustības virzienu;
- dienvidrietumu-ziemeļaustrumu virzienā orientēti frontālie segmenti, perpendikulāri ledāja reģionālās kustības virzienam.

Radiālo un frontālo segmentu (vaļņu) garums ir 0.5-1.2 km, platums - 100-400 m. Lielākais relatīvais augstums ir radiālo un frontālo vaļņu krustpunktos. Izplatīti mezoformu paveidi ir sazarotas krustiskas formas ar labi veidotiem (saglabājušamies) radiāliem un šķerseniskiem vaļņiem. Sastopamas arī morfoloģiski vienkāršākas formas - atsevišķi reģionālajam ledāja kustības virzienam perpendikulāri vaļņi. Bieži sastopamas arī pakavveida pozitīvās mezoformas, kuras pārsvarā izliecas distālā virzienā, bet ir arī saspīestas ar izliekumu pret ledāja reģionālās kustības virzienu. Viesatu līdzenumā izsekojamas vairākas distālā virzienā viegli izliektas dienvidrietumu-ziemeļaustrumu virzienā stieptas rievoto morēnu joslas. Viena no lielākajām rievoto morēnu joslām turpinās uz dienvidrietumiem no Irlavas radiālās paugurgrēdas un sadala līdzenumu divās daļās. Tās novietojums aptuveni sakrīt ar nelielu paaugstinājumu pamatiežu virsmā. Pēc autora domām, minētā morfoloģiski izteiksmīgā rievoto morēnu josla iezīmē ledāja mikromēles īslaicīgu stabilizāciju deglaciācijas periodā.

### 3.2.4. Lestenes-Degoles pacēlums

Lestenes-Degoles pacēlums atrodas Austrumkursas augstienes austrumdaļā. Pacēlums stiepjas ~ 35 km garumā no Abavas-Slocenes senielejas līdz Bērzes ielejai un Gauratas ezera ieplakai. Rietumos to norobežo Irlavas radiālā paugurgrēda un Augšabavas pazeminājums, bet austrumos - Vašlejas, Džūkstes ielejas un augstienes nogāze.

Lestenes-Degoles pacēlums atrodas uz lineāra, ZR-DA virzienā stiepta pamatiežu pacēluma, kuru no sāniem norobežo Abavas un Vašlejas senie ielejveida iegrauzumi pamatiežu virsmā. Teritorijas subkvartāra virsma paceļas 15-30 m virs ielejveida iegrauzumiem, un lokālpacēlumu virsmas augstums pie Degoles un Lestenes sasniedz 60-65 m vjl. (1.att.). Pamatiežu virsmu veido augšdevona Stipinu, Amulas, Jonišķu, Kursas, Akmenes un Mūru svītas karbonātiskie un terigēnie nogulumieži. Pamatiežu svītas 1-3 km platu joslu veidā stieptas pacēluma garenvirzienā tā, ka ass daļu aizņem dolomīti un dolomītmerģeļi, bet smilšakmeņi un aleirolīti ir rietumu un ziemeļaustrumdaļā.



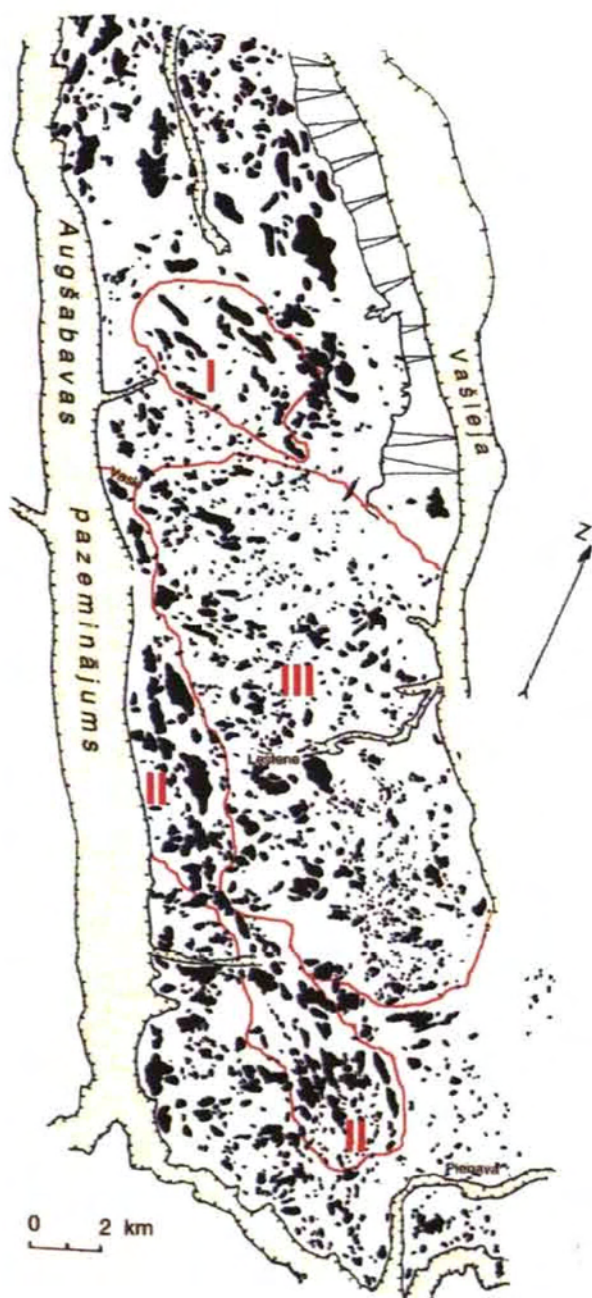
Kvartārnogulumu segas biezums ir nevienmērīgs. Pārsvārā tas ir 10-20 m, bet vietām sasniedz 30-35 m (3.att.). Salīdzinot subkvartāra virsmas un kvartārnogulumu biezuma kartes (1., 3.att.), kvartārsegas biezumu maksimumu izvietojumā ir novērojamas vairākas īpatnības, kuras nosacīja ledāja mikromēļu kustības virziens.

- Līdzenuma ziemeļdaļā pie Tumes un Degoles maksimālais kvartārsegas biezums ir nobīdīts dienvidu virzienā (“ēnas pusē”) no pamatiežu lokālpacēluma, tādējādi norādot uz tā saukto ledāja “buldozera” efektu.
- Augšabavas ielejas labajā krastā pie Vaskiem biežāka kvartārnogulumu sega ir izveidojusies neliela pamatiežu lokālpacēluma proksimālajā nogāzē.
- Virs pamatiežu lokālpacēluma Augšabavas ielejas labajā krastā pie Lestenes un arī ap to kvartārnogulumu biezums ir minimāls un nepārsniedz 10 m.

Jāpiezīmē, ka pie ielejveida iegrauzumiem pamatiežos bieži ir novērojami atrauteņi (Zelčs, Dreimanis, 1997; Dreimanis, Zelčs, 1998; Strautnieks, 1997; Зелч, Стратуниекс, 1992), kuru virsma nereti tika uzskatīta par subkvartāra virsmu. Šajā gadījumā nav pietiekama pamatojuma, lai apgalvotu, ka lokālpacēluma virsma ir atrauteņa virsma, bet nevar arī noliegt, ka ledāja radiālo reljefa formu kodolos tie nav iespējami (Zelčs, 1993, 1994).

Jautājumā par teritorijas ledāja mezoreljefa morfoģenētisko klasifikāciju viedokļi ir dalījušies. I.Veinbergs (Вейнбергс, 1968) to raksturojis kā Abavas-Vašlejas morēnas līdzenumu, ar tajā sastopamiem drumliniem, un kurš atrodas zonā starp Vaiņodes-Gulbenes stadijas marginālajiem veidojumiem. Savukārt, J.Straume (Страуме, 1979) teritorijas augstāko daļu raksturojis kā Lestenes marginālo veidojumu joslu, kuru veido gala morēnu uvāli. Tomēr abi autori atzīmējuši drumlinu izplatību Degoles apkārtnē.

Virsmas reljefs visā līdzenuma teritorijā iezīmējas ar lielu morfoloģisko daudzveidību (31.att.), kuru iespējams izsekot detāla mēroga topogrāfiskajās kartēs un aerofoto uzņēmumos. Lielākajā teritorijas daļā līdzenuma virsma ir viegli viļņota un, kaut arī tā vietām paceļas 80-100 m vjl, reljefa mezoforamu apveidi dabā ir grūti nosakāmi. Tā kā mūsdienās līdzenuma teritorijā nav smilts vai grants karjeru un nav iespējams iegūt detālu informāciju par mezoforamu iekšējo uzbūvi, tika veikta to klasifikācija, pamatojoties galvenokārt uz morfoloģisko analīzi.



**31.att. Lestenes-Degoles pacēluma morfoloģiskā shēma.**

I - Degoles krumlinu lauks; II - Vasku krumlinu lauks; III - Lestenes rievoto morēnu lauks.

Reljefa morfoloģiskie pētījumi Lestenes-Degoles pacēlumā ļauj izdalīt radiālo un rievoto morēnu laukus un areālus, kas ledājkustības virzienā nomaina viens otru. Šī darba ietvaros nav iespējams pietiekami detāli aprakstīt visus mezoformu areālus, tādēļ nosaukti tikai lielākie un izteiksmīgāko reljefa formu lauki.

Līdzenuma proksimālajā daļā - Tumes un Degoles apkārtnē, uz pamatiežu lokālpacēluma izvietojies radiālo morēnu - Degoles krumlinu lauks. Tajā sastopami ap 40 krumlinu. Tie orientēti ZR-DA virzienā. Krumlini izvietojušies pamišus un vēdekļveidīgi sakļaujas dienvidaustrumu virzienā. Krumlinu lauks pie Vašlejas noslēdzas ar līdzenuma garenvirzienā stieptu, viegli izliektu pacēlumu, kura virsma sasniedz 90-100 m vjl. Tā orientācija atšķiras no krumlinu garenasīm apmēram par 30°. Krumlinu garums sasniedz 0.8-1.5 km, platums - 200-400 m, bet relatīvais augstums - 2-5 m. Reljefa artikulācija dabā pārsvarā nav saskatāma. Par līdzenuma virsmas ievērojamo absolūto augstumu liecina Vašlejas ielejveida pazeminājums, virs kura tās virsotnes paceļas 50-60 m.

Dienvidaustrumu virzienā no Degoles radiālo morēnu lauka līdz Gauratas ezera ieplakai izvietojies Lestenes rievoto morēnu lauks. Salīdzinot mezoformu izvietojuma shēmu (31.att.) ar subkvartāra virsmas kartēm (1.att.), acīmredzama ir radiālo un rievoto morēnu areālu saistība ar pamatiežu virsmas reljefa īpatnībām.

- Rievotās morēnas aizņem teritoriju, kur pamatiežu virsmas augstums pakāpeniski samazinās distālā virzienā.
- Uz pamatiežu lokālpacēlumiem ledāja gultnē ir izveidojušās radiālās morēnas.

Lestenes rievoto morēnu laukā vietām sastopamas arī nelielas radiālo morēnu grupas. Rievoto morēnu lauku distālajā daļā noslēdz uz dienvidaustrumiem izvietotu frontālo veidojumu josla. Tā iezīmē ledāja mikromēles izplatību distālajā virzienā.

Starp Augšabavas ielejveida pazeminājumu un Lestenes rievoto morēnu lauku stiepjas Vasku radiālo morēnu lauks. Tas sākas ziemeļrietumos no Lestenes - pie Vaskiem un stiepjas 18 km garumā līdz Bērzes ielejai. Laukam ir šaura ķīļa forma, kas paplašinās no 2 km ziemeļos līdz 4 km tā distālajā daļā. Tajā saskaitāmas vismaz 148 pozitīvās formas.

- Mezoformu garenasis stieptas ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā un atspoguļo mezoforamas veidojošā ledāja reģionālās kustības virzienu.
- Radiālo morēnu lauka dienviddaļā ir lielāks formu skaits, izsekojama to garenasu viegla vēdekļveidīga sakļaušanās distālā virzienā. Krumliniem raksturīgās konverģences dēļ šo mezoformu areāls nosaukts par Vasku krumlinu lauku.
- Vasku krumlinu lauka distālajā daļā viens otram blakus izvietotie krumlini veido garenasim perpendikulāri stieptas joslas un piešķir reljefam kāpņveidīgu zīmējumu. To īpatnējais sakārtojums daļēji līdzinās diverģento drumlinu sakārtojumam uz distāli augšupejošas pamatiežu virsmas Zemgales drumlinu laukā (Зелчс, Маркотс, Страутниекс, 1990; Zelčs, 1993). Šāds mezoformu sakārtojums liecina par ledāja nevienmērīgās kustības raksturu.
- Novērojama reljefa mezoformu sazarotāšanās gan to distālajos, gan arī to proksimālajos galos.
- Morfoloģiski izteiksmīgāki - līdz 2 km gari, 0.6-1 km plati krumlini, kas sasniedz 12-17 m relatīvo augstumu, sastopami lauka proksimālajā daļā - virs terīgēno pamatiežu lokālpacēluma.

Tādējādi, salīdzinot Lestenes-Degoles pacēluma krumlinu laukus ar citiem krumlinu laukiem Austrumkursas augstienē (Strautnieks, 1997), iezīmējas vairākas *likumsakarības*:

- pirmkārt, lielākās radiālās reljefa mezoforamas ir sastopamas pamatiežu lokālpacēlumu virsotnēs un to nogāzēs;
- otrkārt, krumlinu relatīvais augstums virs klinšainajiem karbonātiem parasti nepārsniedz 5 m;
- treškārt, maksimālais relatīvais augstums ir novērojams krumliniem, kas izveidojušies virs terīgēno pamatiežu lokālpacēlumiem.

Lestenes-Degoles pacēlumu kopumā raksturo radiālo un rievoto morēnu reljefs. Mazākas platības aizņem tā teritorijā vēl neizpētīto glaciotektonisko ieplaku, izspieduma-sabīdījuma pauguru un iespējams arī rievoto morēnu reljefs līdzenuma dienvidrietumos un ziemeļdaļā.

### 3.3. PAUGURGRĒDAS UN AR TĀM SAISTĪTIE PAUGURMASĪVI

Austrumkursas augstienes paugurgrēdas pēc izmēra ir relatīvi lielas mezofformas vai pat mezoforomu kompleksi. Tās iezīmējas reljefā kā vaļņveida pacēlumu joslas, kuras stiepjas no 5-6 līdz 20-25 km garumā. To platums pie pamatnes mainās no 0.2 līdz 4 km. Paugurgrēdas paceļas 10-50 m virs ieplakām, kuras parasti norobežo tās no pieguļošās teritorijas un sasniedz visaugstāko hipsometrisko līmeni augstienē. Bieži vien paugurgrēdas ir izlocītas un vietām arī sazarotas. To virsmu sarežģī formas garenasij paralēlu vai gandrīz paralēlu iegarenu pauguru un ieplaku mija, kas dažviet, pāriet kupolveida pauguru virknē.

Austrumkursas augstienē iezīmējas dažādi orientētas paugurgrēdas, kuras attiecībā pret ledāja reģionālās kustības virzienu var iedalīt:

- ledājkustības virzienā orientētās jeb radiālās paugurgrēdas;
- šķērseniski orientētās jeb frontālās paugurgrēdas.

Radiālo paugurgrēdu joslas veido 3 relatīvi lielas paugurgrēdas, kas, kā zināms (Strautnieks, 1994; Paykac, 1978), arī citās cokoltipa augstienēs ir nepāra skaitā. Centrālā paugurgrēda ir hipsometriski visaugstākā un stiepjas ziemeļu-dienvidu virzienā. Gandrīz vienādā attālumā uz rietumiem un austrumiem no tās stiepjas zemākas, tai paralēlas paugurgrēdas. Atsevišķu radiālo paugurgrēdu proksimālajos galos sastopami paugurmasīvi, kuru forma un iekšējā uzbūve atgādina stūra masīvus (Strautnieks, 1996). Paugurgrēdu sazarošanās un paplašināšanās visbiežāk notiek to distālajos galos. Austrumkursas augstienes radiālo paugurgrēdu sistēmā garākās un nosacīti galvenās ir Zantes, Lutriņu un Irlavas paugurgrēdas. Līdz šim publicētajā literatūrā (Вейнбергс, 1968; Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Strautnieks, 1994, 1995) kā viens no lielākajiem ledāja radiālajiem veidojumiem tika minēta Lestenes marginālo veidojumu josla vai paugurgrēda. Tomēr arī J. Straumes (Страуме, 1979) atzinums, ka marginālo kompleksu starp Abavas un Vašlejas ielejām no Tukuma līdz Dobelei galvenokārt veido gala morēnu uvāli, liecina par tā neatbilstību radiālajām starpmēļu paugurgrēdām.

Detāla mezoreljefa formu morfoloģiskā analīze ļauj izdalīt vismaz vēl vienu mazāku - Zebrus-Īles radiālo starpmēļu paugurgrēdu (Strautnieks, 1995, 1996).



Frontālās paugurgrēdas novietotas šķērseniski pret ledāja reģionālās kustības virzienu un arī attiecībā pret radiālajām paugurgrēdām. Tomēr visā garumā tās nesaglabā konsekventu orientāciju. Frontālajām paugurgrēdām bieži novērojama morfoloģiska pazīme ir to pakavveidīgs izliekums distālā virzienā. Lielākie frontālie ledāja reljefa veidojumi Austrumkursā ir Lielaucēs-Ķerkliņu paugurgrēda un Pampāļu paugurvalnis. Izšķirami arī vairāki citi mazāki frontālie veidojumi, kuri tāpat kā divi iepriekšminētie koncentrējas augstienes dienviddaļā. Ņemot vērā Pampāļu paugurvalņa novietojumu un priekšstatus par tā uzbūvi, un veidošanos, ģeomorfoloģiskās rajonēšanas shēmās (Āboltiņš, Zelčs, 1995; Срpayме, 1979) tas attēlots kā patstāvīgs ģeomorfoloģisks veidojums.

No augstāk minētā redzams, ka Austrumkursas augstienes reljefā izšķirami dažāda taksonomiskā līmeņa radiālie un frontālie ledāja veidojumi. Detālāki šo glaciostruktūru morfoloģijas un iekšējās uzbūves pētījumi, kas aprakstīti un analizēti turpmākajās apakšnodaļās, ļauj noteikt to veidošanās apstākļu un uzbūves īpatnības un atšķirības.

### 3.3.1. Lielaucēs - Ķerkliņu paugurgrēda

Austrumkursas augstieni dienvidos un dienvidrietumos apjož pakavveidīgi izliekta paugurgrēdu josla, kas veido daļu no Lielaucēs pauguraines dabas apvidus. Tā sākas 4 km dienvidaustrumos no Lielaucēs ezera un stiepjas ~ 36 km garumā līdz Cieceres ezera rietumu krastam. Pēc tās novietojuma attiecībā pret ledāja reģionālās kustības virzienu, paugurgrēdu josla atbilst frontālajiem veidojumiem. Joslu veido vairākas paugurgrēdas. Katra no paugurgrēdām ir savdabīgs glaciotekonisks veidojums ar līdzību un individuālām atšķirībām iekšējā uzbūvē un morfoloģijā.

Paugurgrēdu joslas galējais ziemeļrietumu atzars - *Striķu* paugurgrēda, stiepjas dienvidaustrumu virzienā no Saldus līdz Cieceres-Ķerkliņu subglaciālās iegultnes Svētaiņu ezera ieplakai. Tās garums ir 9 km, platums mainās no 1.5-3 km. Paugurgrēdas absolūtā augstuma atzīmes nav mazākas par 120 m. Tās centrālā daļa ir 4 km gara un 0.5-2 km plata un paceļas virs 135 m vjl. Tās virsa ir viegli viļņota un sīkpaugurota. Tikai dažu pauguru relatīvais augstums pārsniedz 10 m, bet to virsotņu

augstums sasniedz 147-150 m vjl. Paugurgrēdas nogāžu relatīvais augstums pārsvarā nepārsniedz 30 m, izņemot atsevišķus posmus, kuri vienlaicīgi veido arī Cieceres ezera subglaciālās iegultnes rietumu-dienvidrietumu nogāzi. Nogāzes relatīvais augstums virs ezera līmeņa ir 25-30 m, bet virs tā gultnes - pat 60-80 m. Paugurgrēdas rietumu nogāze ir lēzena un pakāpeniski pāriet Viduslatvijas zemienes Vadakstes līdzenumā. Dabā robeža ir grūti saskatāma. Ar paugurgrēdas rietumu nogāzi robežojas vairāki, relatīvi nelieli, frontāli paugurvaļņi, kas pēc hipsometriskā līmeņa atbilst augstienei, bet pēc novietojuma reljefā ir saistīti ar drumlinu veidošanos Vadakstes līdzenumā.

Paugurgrēdu joslas vidējo posmu aizņem *Ķerkliņu* paugurgrēda, kas stiepjas dienvidaustrumu virzienā no Odzēnu ezera līdz Ķerkliņu ezera vidusdaļai. Tās garums ir 10 km, bet platums - 1.5-2 km. Paugurgrēdas virsotnes paceļas 130-142 m vjl. Vidus- un dienviddaļā, tuvu paugurgrēdas ass linijai un aptuveni paralēli tai, iestiepjas jau iepriekš minētā subglaciālā iegultne. Paugurgrēdu šķērsojošās 150-200 m platās un 4.5 km garās iegultnes posmā izvietojušies Svētaiņu un Ķerkliņu ezeri. Pie iegultnes novērojami maksimālie relatīvie augstumi, jo ezeru ūdens līmeņi (~100 m vjl.) atrodas par 15-20 m zemāk nekā paugurgrēdas rietumu un austrumu nogāžu pakājes. Iegultnes nogāžu relatīvais augstums virs ezeru līmeņa sasniedz 20-30 m, bet vietām - pat 40 m. Tā kā ezeru lielākais dziļums ir 20-32 m, tad maksimālais relatīvais augstums Ķerkliņu paugurgrēdā ir 60-72 m. Austrumu nogāze pārsvarā ir lēzena, un robeža starp Ķerkliņu paugurgrēdu un augstienes pauguroto teritoriju ir morfoloģiski mazāk izteiksmīga kā tās rietumu robeža ar Vadakstes līdzenumu. Paugurgrēdu pārsvarā veido garenstieptu, nedaudz izlocītu vaļņu virknes un pauguri. Tās ziemeļu galu veido divi, uz rietumiem āķveidīgi noliekti, ar šaurām pāržmaugām savienoti vaļņu masīvi.

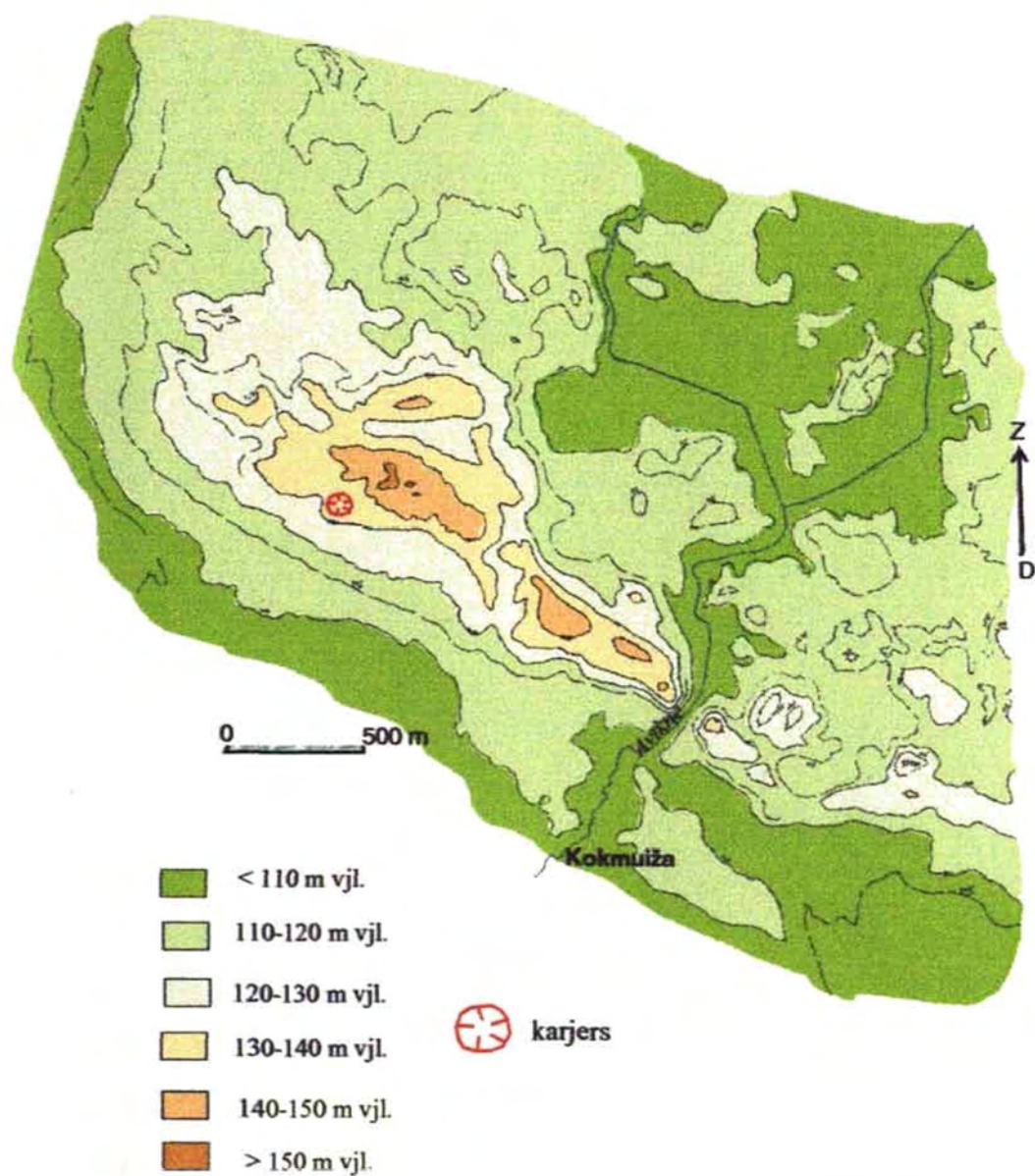
*Lielauces* paugurgrēda ir vislielākā un vislabāk akcentētā augstienes dienvidu malas reljefā. Tādēļ detālāk atspoguļota tās morfoloģija, iekšējās uzbūves un citas īpatnības.

Lielauces paugurgrēda aizņem ~20 km garu joslu Austrumkursas augstienes dienvidu malā. Dienvidos tā robežojas ar Vadakstes līdzenumu, ziemeļos - ar Lielauces pauguraines pauguroto teritoriju. Tā sākas 1.5 km ziemeļaustrumos no Ķerkliņu ezera un stiepjas līdz Īlei. Paugurgrēda ir pakavveidīgi izliekta uz dienvidiem, tādēļ tās garenass orientācija mainās no ZR rietumos līdz ZA austrumu daļā. Lielauces

paugurgrēdas platumš pārsvarā ir 1-1.5 km, atsevišķos vidusdaļas posmos sasniedz 2-2.5 km. Pauguraines robežas ar pieguļošajiem līdzenumiem ir labi redzamas dabā. Tās nogāzes ir samērā stāvas (32.att.) un sasniedz 20-40 m relatīvo augstumu. Paugurgrēdā vairākas virsotnes pārsniedz 150 m vjl. atzīmi (Lapsu kalni, Dobeskalni). Īpaši jāatzīmē Dobeskalni (Mežakalns) pie Kokmuižas, kurš kā vienlaidus valnis paceļas līdz 40 m virs pieguļošās teritorijas (32.att.). Tā virsas augstākais punkts paceļas 153 m vjl. un ir visaugstākā virsotne visā augstienes dienviddaļā. Nogāze pret augstienes pauguroto teritoriju ir stāvāka par nogāzi pret Vadakstes līdzenumu. Tas liecina par savdabīgiem veidošanās apstākļiem.

Izņemot paugurgrēdas rietumdaļu (Dobeskalnus), tās morfoloģija ir sarežģīta. Paugurgrēdu veido garenstiepti, vaļņveidīgi pauguri, to virknes un lineāras, vietām izlocītas ieplakas, kā arī kupolveida pauguri. Vaļņveida pauguru garenasis pārsvarā orientētas līdzīgi paugurgrēdai, taču nereti ievērojami atšķiras un ir pat perpendikulāras tai. Vaļņveida pauguru garums reti pārsniedz 0.5 km. Visbiežāk to garums ir 200-250 m, bet platumš - 75-120 m. Pauguru relatīvais augstums parasti ir 10-12 m. Atsevišķos gadījumos, kur starppauguru ieplakas ir vienā līmenī ar paugurgrēdas pakāji, pret tām vērsto pauguru nogāžu relatīvais augstums sasniedz 25 m un vairāk. Paugurgrēdas austrumdaļā un dienvidos no Lielaucē ezera ir izplatīti 5-7 m augsti, iegareni un kupolveida pauguri ar sazarotām, izlocītām un daļēji noslēgtām ieplakām starp tiem.

Lielaucē-Ķerklīņu paugurgrēdu josla atrodas uz līdzīgi orientēta pamatiežu lokālpacēluma, kura virsmas lielāko daļu veido augšējā perma, Naujakmenes svītas (P<sub>2n</sub>) kaļķakmeņi. Visizplatītākie ir pelēki un gaišpelēki, blīvi, masīvas tekstūras sīkkristāliski un smalkkristāliski kaļķakmeņi (Гаврилова, 1979). Šo klinšaino iežu lokālpacēlums daļēji atspoguļojas reljefā. Tikai dienvidos un dienvidaustrumos no Lielaucē ezera un mazākā platībā arī rietumos no Ciecēres ezera, subkvartāra virsmu veido apakškarbona Klīkoļu sērijas (C<sub>1kl</sub>) smilšakmeņi un smiltis (Бендруп, Биргер, Биргер, Гаврилова, 1981). Lokālpacēluma virsma paceļas 90-110 m vjl., maksimumu sasniedzot pie Kokmuižas un Zvārdes. Paugurgrēdu joslas austrumdaļā pamatiežu virsmas augstums samazinās līdz 70-80 m vjl. Pamatiežu virsmas augstums un to litoloģiskās īpatnības ietekmēja lokālo ledusplūsmu raksturu, kas savukārt nosacīja kvartārsēgas biežuma nevienmērīgu sadalījumu un atšķirības reljefa morfoloģijā.



32.att. Lielauces-Ķerķļu paugurgrēda pie Kokmuižas.  
Pamathorizontāles ik pēc 10 m.

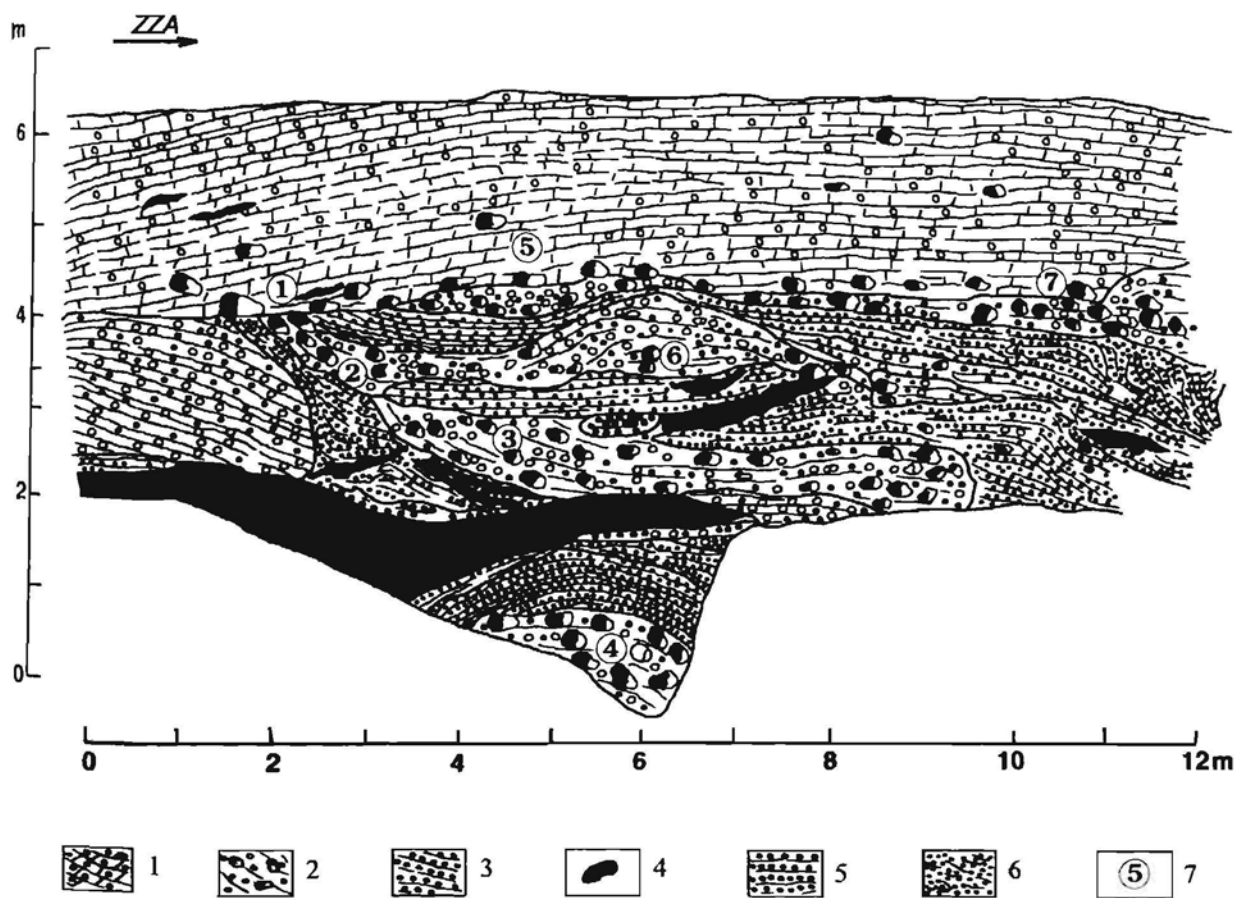
Dominējošais kvartārnogulumu segas biežums ir 20-30 m. Tomēr kvartārsegas biežuma sadalījuma un pamatiežu lokālpacēluma virsmas reljefa attiecības ir atšķirīgas. Maksimālais biežums ir 40-50 m un pat dažus metrus vairāk. Kvartārsegas biežuma maksimumi sakrīt ar paaugstinājumiem lokālpacēlumu virsmā vai arī ir nedaudz nobīdīti distālā virzienā no aktīvākās lokālās ledusplūsmas. Tādējādi, ledāja veidotā reljefa augstākās virsotnes Dobeskalnos pie Kokmuižas un Lapsu kalnos pie Lielauces sakrīt ar lielāko kvartārsegas biežumu. Līdzīga situācija ir arī rietumos no Cieceres ezera. Savdabīgs izņēmums ir pamatiežu virsmas lokālpacēlums pie Zvārdes, virs kura kvartārnogulumu segas biežums samazinās līdz 5-10 m (Эмулис, 1966).

Kā jau tika atzīmēts 1.2.nodaļā, Austrumkursas ausgtienē kvartārnogulumu segas augšējo - pārsedzošo slāņkopu veido augšējā pleistocēna ledāja un tā kušanas ūdeņu nogulumi. Vietās, kur ir lielāks kvartārsegas biežums, ievērojama loma reljefa mezoformu uzbūvē ir arī iepriekšējā apledojuma morēnai un ledus kušanas ūdeņu nogulumiem (Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Вейнбергс, 1968; Аболтиньш, 1989; Даниланс, 1973). Informāciju par Lielauces paugurgrēdas iekšējo uzbūvi sniedz ģeoloģiskie urbumi un atsegumi smilts-grants karjeros. Viens no urbumiem (Nr.38, Latvijas Ģeoloģijas fondu materiāli) ir izdarīts Lielauces paugurgrēdas vidusdaļā, Lapsu kalnos pie Andulēnu mājām, kur virsmas augstums ir 127 m vjl. Tas atrodas kvartārsegas biežuma maksimuma tuvumā. Pēc urbuma apraksta datiem redzams, ka no 34.8 m biežās kvartārsegas, pārsedzošā pēdējā apledojuma morēnas smilšmāla slāņa biežums ir 7.5 m. Tādējādi, 4/5 no formveidojošo slāņu kopējā biežuma ir vecāki nogulumi par pēdējā apledojuma morēnu. No tiem 21.2 m biezo slāņkopu veido Kurzemes-Latvijas starpledus laikmeta glacioakvālie nogulumi - dažādgraudaina smilts, aleirīts, bet galvenokārt - smilts-grants ar oļiem un laukakmeņiem. Slāņkopas apakšā ir 6.1 m biezs, pelēkbrūns Kurzemes morēnas smilšmāls ar laukakmeņiem, kas uzguļ tieši perma kaļķakmeņiem. Kas attiecas uz minēto stratigrāfisko iedalījumu, tad vairumā gadījumu tas ir stipri nosacīts, jo bieži trūkst paleontoloģisko datu. Organisko daļiņu klātbūtnēi smilts-grants-oļu slāņkopās pārsvarā ir gadījuma raksturs, bet glaciotehtonisko deformāciju rezultātā slāņu sagulumā bieži novērojama stratigrāfiskā diskordance.



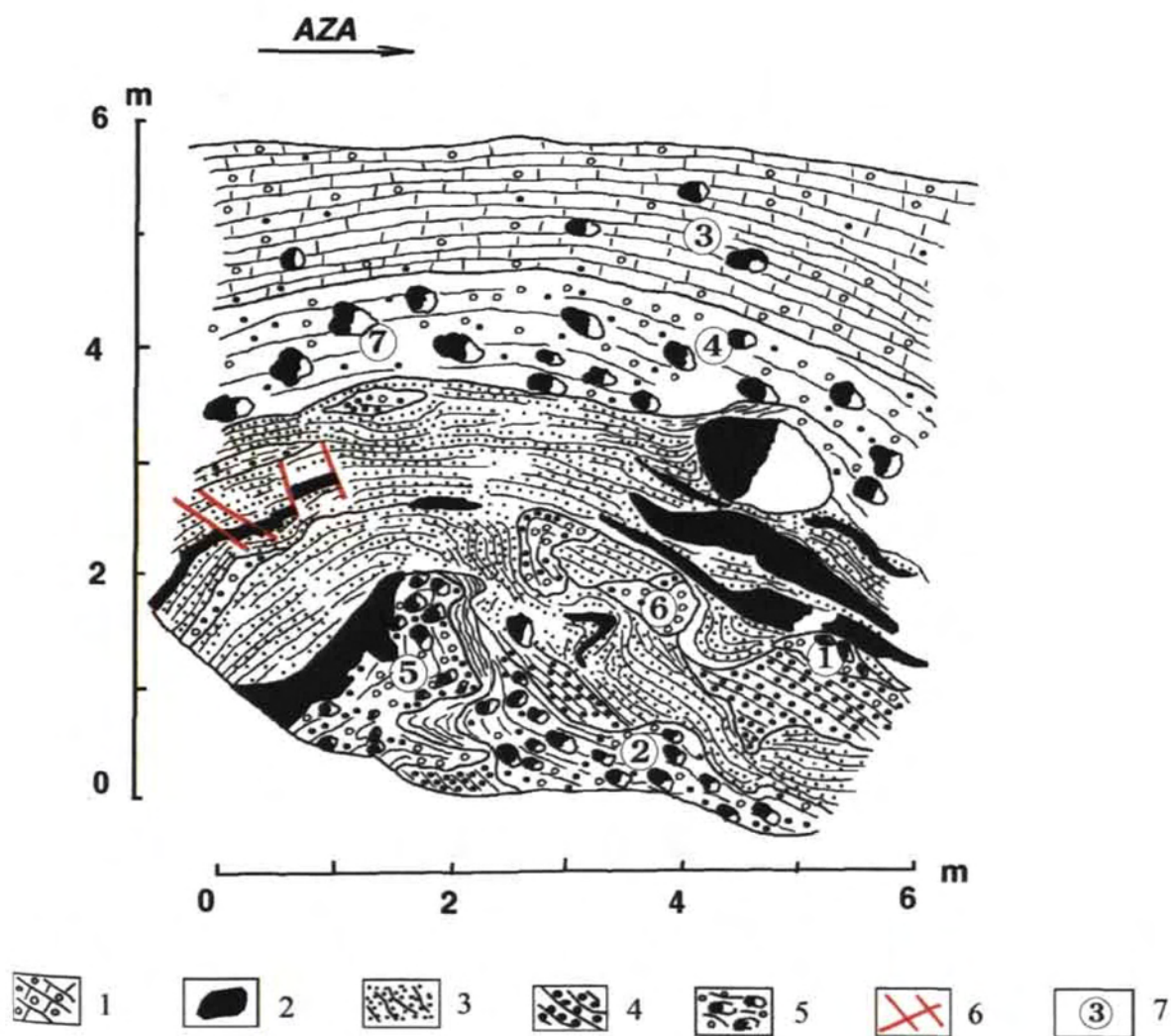
Plašāku informāciju par Lielauces paugurgrēdas veidojošo nogulumu litoloģiskajām īpatnībām, sagulumu un glaciotehtoniskajām struktūrām sniedz pētījumi smilts-grants karjeros. Tajā pašā laikā jāatzīmē, ka karjeru maksimālais dziļums nepārsniedz 12-15 m, tādējādi atsedzot tikai virsējās slāņkopas vai ne vairāk kā 1/3 vai 1/2 no kopējā kvartārnogulumu segas biezuma. Lauka pētījumu laikā apkopoti dati, kas iegūti smilts-grants karjeros pie Avotu mājām, Dobeskalnos pie Kokmuižas (Mežakalnā un pie Incēnu pilskalna).

Galvenā iezīme paugurgrēdas iekšējā uzbūvē ir tā, ka tās kodolu un arī lielāko daļu tās apjoma veido glacioakvāli starpmorēnu nogulumi - aleirīti, smilts, grants un oļi. Detālāki pētījumu veikti Mežakalna grants karjerā, 300 m ziemeļrietumos no augstākās virsotnes - 153 m vjl.. Grants karjers izveidots vaļņveida paugurā, kuras garenass vērsums ir 280°. Atsegumu plaknes orientētas šķērseniski vaļņa garenasij un atspoguļo tā iekšējo uzbūvi vairāk kā 50 m platumā un līdz 7 m dziļumam (33., 34., 35.att.). Atsevišķās vietās karjerā ir rakumi līdz 15 m dziļumam. Pārsedzošā - pēdējā apledojuma morēnas smilšmāla vai mālsmilts slāņa biezums paugurgrēdas kores daļā parasti nepārsniedz 2-2.5 m (33., 34., 35.att.), dažviet tā biezums samazinās līdz nullei. Strauja pārsedzošā morēnas slāņa biezuma samazināšanās parasti novērojama virs glaciodiapīriem. Morēnas slāņa biezums palielinās paugurgrēdas un tās atsevišķo vaļņu un pauguru nogāzēs un ieplakās. Bez tam, nogāzēs, kur novērojami slāņu vai slāņkopu zvīņveida uzbūvējumi, viena un tā paša materiāla kopējais biezums vismaz dubultojas. Ar urbumu palīdzību noteikto morēnas un arī cita materiāla slāņu biezums var ievērojami atšķirties no patiesā, tādēļ ka materiāls ir sakrokots un slāņi bieži ir slīpi krītoši un dažviet pat vertikāli. Virsējā morēnas slāņkopa nav viendabīga. Tajā izšķiramas vairāku tipu glaciodynamiskās tekstūras. Dominē sarkanbrūna un gaišbrūna, stipri noblīvēta, joslotā morēnas mālsmilts, kas vietām pāriet sīkplātņainā. Plātņu biezums nepārsniedz 1.5-2 cm. Morēnas slāņkopai raksturīgi gaišpelēkas smalkgraudainas smilts un gaiši zaļganpelēka aleirīta ievilkumi. Atsevišķās vietās (33., 34., 35.att.) redzami trekna, violeti brūna bezakmens māla ievilkumi. Joslotā morēna bez labi pamanāmas robežas vietām pāriet šķembaini prizmatiskā. Vēl viena īpatnība ir morēnas mālsmilts un smilšmāla karbonātiskums, tādējādi morēnu kopumā var raksturot kā glaciotehtonisku konglomerātu vai vietām kā glaciotehtonisku brekčiju ar karbonātisku mālu cementu. Morēnas apakšējā daļā palielinās laukakmeņu un lielāku



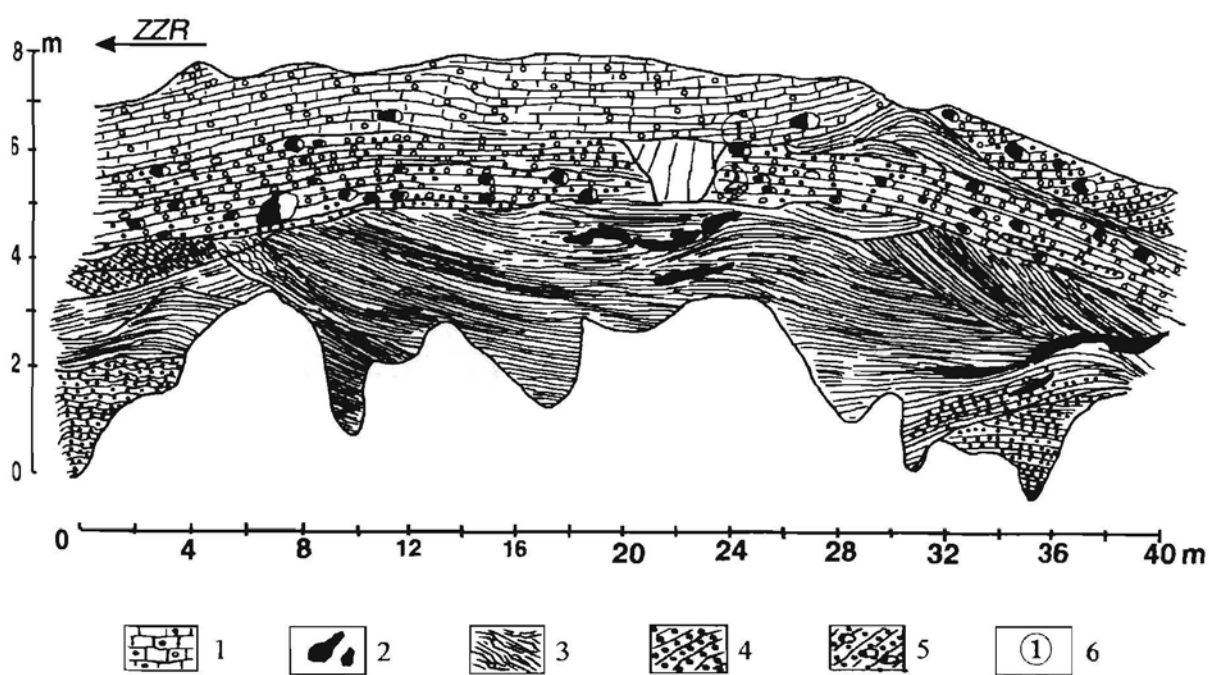
33.att. Formveidojošo nogulumu A atsegums Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēdā karjerā (skat. 32.att.) pie Kokmuižas, tuvu rietumu nogāzei.

1 - sarkanbrūna, blīva morēnas mālsmits; 2 - oļi ar laukakmeņiem; 3 - oļi un grants; 4 - māls; 5 - grants; 6 - smilts; 7 - oļu garenasu mērijumu vieta.



34.att. Formveidojošo nogulumu B atsegums Lielauces-Ķerķļu paugurgrēdā pie Kokmuižas, 10 m austrumos no A atseguma (skat. 33.att.).

1 - sarkanbrūna, blīva morēnas mālsmilts, 2 - trekns māls; 3 - smilts; 4 - grants; 5 - oļi ar laukakmeņiem; 6 - plaisas; 7 - oļu garenasu mērījumu vietas.



**35.att. Formveidojošo nogulumu C atsegums mezoformas centrālajā daļā Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēdā pie Kokmuižas (skat. 32.att.).**

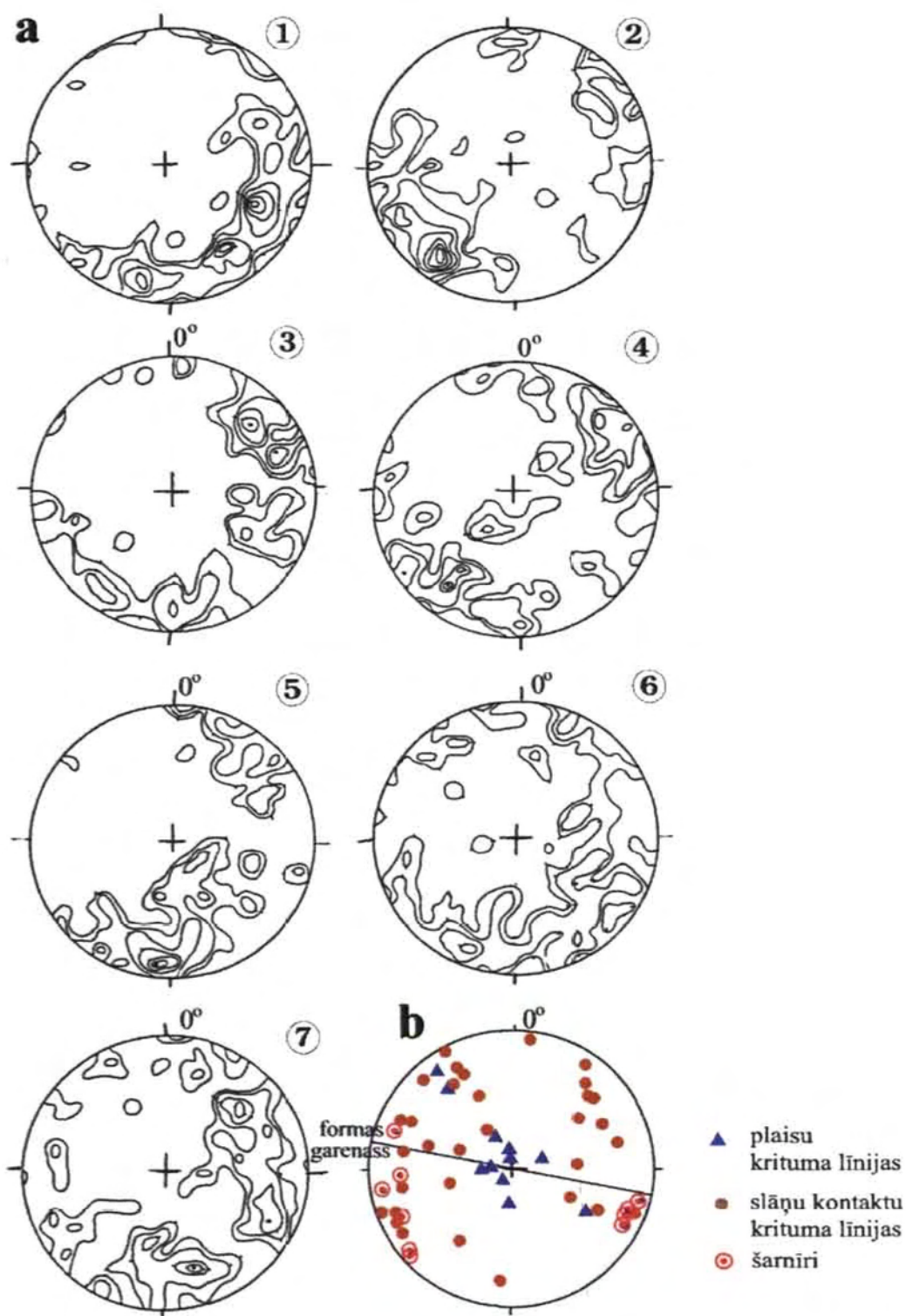
1 - sarkanbrūna, blīva morēnas mālsmilts; 2 - māls; 3 - aleirītiska smilts; 4 - dažādgraudaina smilts un grants; 5 - oļi un laukakmeņi; 6 - oļu garenasu mērijumu vieta.

oļu daudzums. Atseguma plaknē (33.att.), kas atrodas tuvāk vaļņa rietumu nogāzei, kontaktjoslā starp morēnu un grants-oļu slāņiem zem tās, izveidojies oļu un laukakmeņu sakopojums. Tas iezīmē uzbūvējumu virsmu. Iegarenie oļi un laukakmeņi orientēti perpendikulāri vaļņa garenasij, bet paralēli materiāla pārvietošanas virzienam, kas sakrīt ar lokālo ledusplūsmu pārvietošanās virzienu. Dotajā gadījumā ledus pārvietojies no dienvidrietumiem. Kā redzams atsegumu zīmējumos (33., 34., 35.att.), kā arī urbumu aprakstos, paugurgrēdas uzbūvē galvenā loma ir glaciotektoniski deformētiem smilts-grants nogulumiem. Vaļņa vidusdaļā zem morēnas slāņa saguļ vāji šķirotā grants-oļu slāņkopā ar laukakmeņiem (34.att.). Oļu un laukakmeņu diametrs mainās no 0.5 cm līdz 30 cm. Atsevišķiem laukakmeņiem vienas ass garums sasniedz 1-2.5 m. Kopumā, oļu un laukakmeņu frakcijā ir ļoti daudz kaļķakmeņu, dolomītu un dolomītmerģeļu, bet tomēr dominē magmatiskie un metamorfie ieži - granīti, kvarcporfīri, gneisi, migmatīti un kvarcīti. Par ledāja glaciotektonisko darbību minētajā slāņkopā liecina sašķelti oļi un laukakmeņi, kā arī ar sekundāro kalcītu stipri sacementēts vāji šķirotais rupjo drupu iežu materiāls pie kontakta ar pārsedzošo morēnu.

Labāk šķirotajā, irdenajā aleirīta, smilts, smalkas grants slāņkopās redzamais horizontālais slāņojums, slīpslāņojums un viļņojums, kas atgādina viļņu ripsnojumu, iespējams, var būt glacioakvālas izcelsmes materiāla primārā saguluma tekstūras. Nogulumu primārais sagulums daļēji vai pilnīgi ir dezintegrēts kontaktzonās ar citām slāņkopām. Atsegumā, kas tuvāk vaļņa ass daļai (35.att.), redzams, ka formveidojošais materiāls sadalās lielos atsevišķos blokos un ir dažādi glaciotektoniskie saguluma traucējumi. Tos atspoguļo plaknisko un telpisko elementu mērījumi (36., 37., 38.att.). Par deformāciju raksturu aleirītiskajā slāņkopā (35.att.) liecina sinklinālā un antiklinālā izliekuma krokas. Sevišķi labi deformācijas parādās sakrokotajās tumšbrūnā māla lēcās.

Formveidojošo slāņu sagulumu, tā izmaiņas parāda arī struktūrdiagrammas, pēc kā var spriest arī par stiepes un spiedes attiecībām zemledāja apstākļos un par mezoformas veidošanos. Salīdzinot oļu linearitātes diagrammas (36., 37., 38.att.), kuras sastādītas pēc mērījumiem pārsedzošajā morēnā (33., 34., 35.att.), redzams, ka oļu linearitātes maksimumi gandrīz pārklājas. Atsegumos (34., 35.att.) morēnā izteikti 2-3 maksimumi. Tomēr, spriežot pēc to savstarpējā novietojuma un vērtībām, par nozīmīgākiem ir uzskatāmi divi, savstarpēji aptuveni perpendikulāri maksimumi.

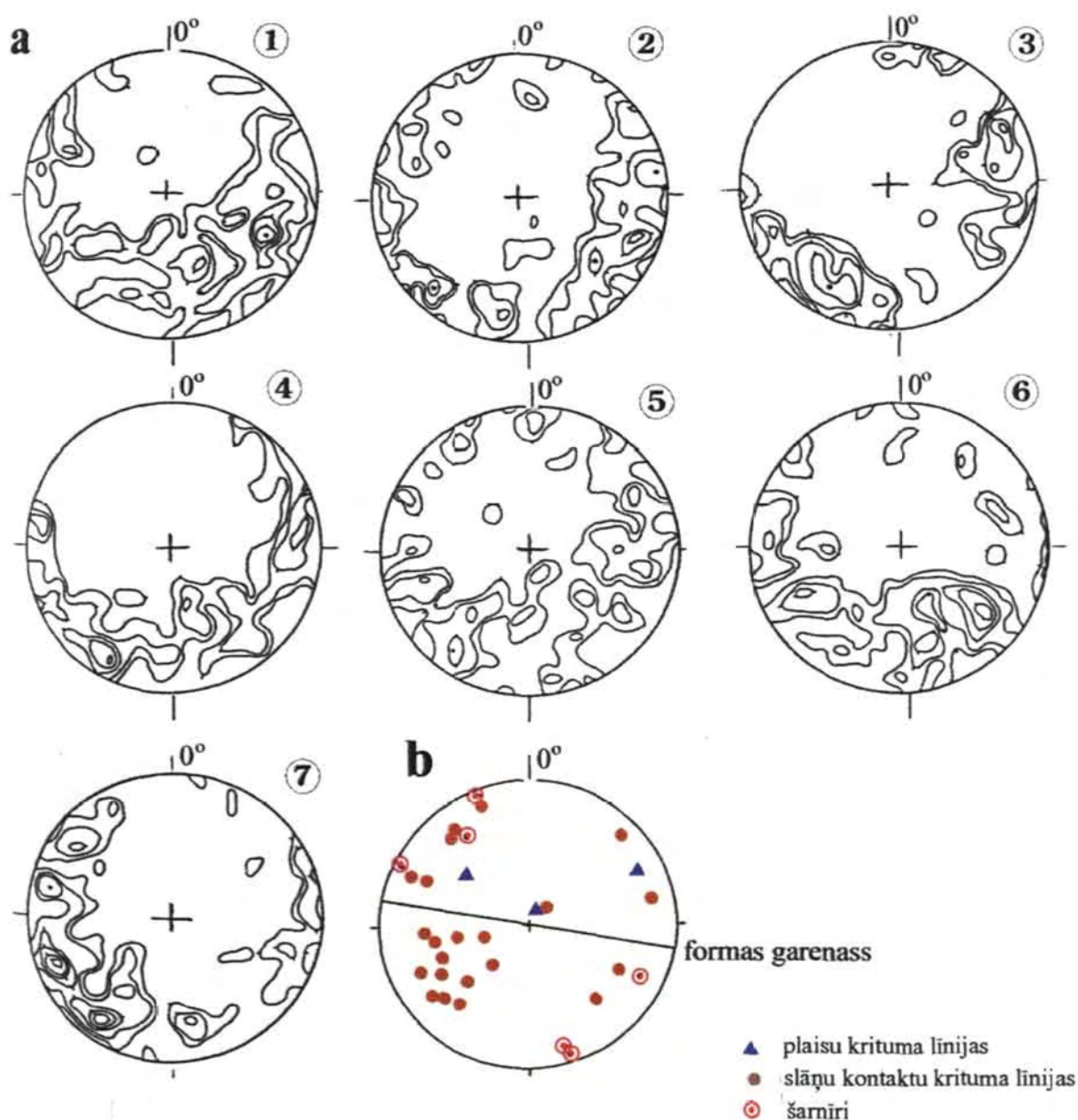




36.att. Struktūrelementu diagrammas mezoformai Lielaucis-Ķerklīņu paugurgrēdā A atsegumā. Oļu garenasu mērījumu vietas skat. 33.att..

a - Oļu linearitātes diagrammas. Blīvuma izolīnijas izvilktas ik pēc 1-2-4-6-8-...%

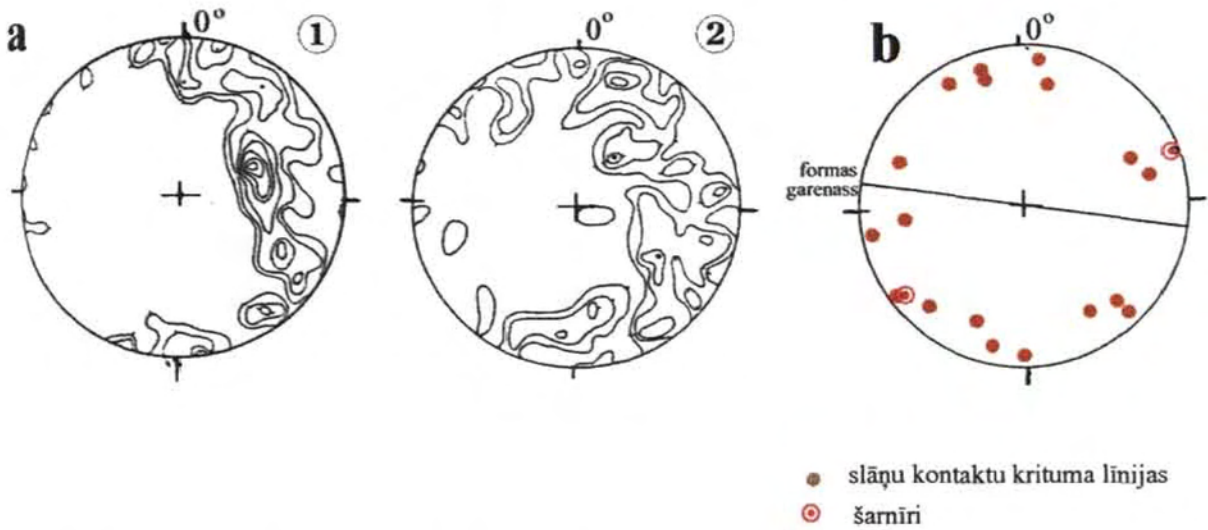
b - Kopējā struktūrelementu diagramma.



37.att. Struktūrelementu diagrammas mezoformai Lielaucē-Ķerklīņu paugurgrēdā B atsegumā. Oļu garenasu mērījumu vietas skat. 34.att.

a - Oļu linearitātes diagrammas. Blīvuma izolīnijas izvilktas ik pēc 1-2-4-6-8-...%

b - Kopējā struktūrelementu diagramma.



38.att. Struktūrelementu diagrammas mezoformai Lielaucis-Ķerklīņu paugurgrēdā C atsegumā. Oļu garenasu mērijumu vietas skat.. 35.att.

a - Oļu linearitātes diagrammas. Blīvuma izolīnijas izvilkta ik pēc 1-2-4-6-8-...%

b - Kopējā struktūrelementu diagramma.

Tādējādi, vienlaicīgi atspoguļojas a- un b linearitāte. 1.diagrammā (36.a.att.) maksimums ar lielāko vērtību - 10% krīt dienvidaustrumu virzienā. Tā azimuts ir tuvs mezoforamas garenass orientācijai, bet ir šķērsenisks otra maksimuma azimutam. Pēdējā minētā linearitātes maksimuma kritums (slīpums) neatšķiras no slāņu krituma nogāzes virzienā. Lielākā maksimuma kritums sasniedz  $32^\circ$ , bet tā krituma azimuts ir pretējs slāņu sagāzumam. Divi oļu orientācijas maksimumi un trešais - papildu maksimums, kurš pēc novietojuma ir tuvs lielākajam maksimumam, liecina par morēnas materiāla deformāciju, kuras rezultāts ir konusveida, uz dienvidaustrumiem noliekta saspieduma kroka. Līdzīgus, aptuveni perpendikulārus divus maksimumus parāda arī pārējās morēnai atbilstošās oļu diagrammas - 5. un 7. (36.a.att.) un 3. (37.a.att.). Nedaudz tikai izmainās maksimumu vērtību attiecības, to azimuts un slīpums. Šāds maksimumu novietojums norāda uz divpusēju spiedienu un tā lokālām izmaiņām.

Vaļņveida paugura ass daļā, morēnā (35.att.) veiktie oļu linearitātes mērījumi uzrāda tikai vienu maksimumu (38.a.att., 1.diagr.) ar relatīvi lielu vērtību. Pēc O.Āboltiņa (Аболтиньш, 1989), viens labi izteikts maksimums ir raksturīgs pamatmorēnām, kas nav pretrunā ar doto gadījumu, tikai papildus jāatzīmē, ka tā ir deformēta pamatmorēna. Par to liecina oļu maksimumu azimuts - austrumi-ziemeļaustrumi, kas ir pretējs kopējam morēnveidojošajam slāņu krituma azimutam un norāda uz sinklinālas krokas klātbūtni, kuras ass plaknes vērsums ir tuvs formas garenasij. Tāda situācija varēja veidoties vairākkārtējas - atkārtotas deformācijas rezultātā. Novērojamās oļu linearitātes izmaiņas varēja rasties arī kādu lokālu apstākļu dēļ, piemēram, lielāku laukakmeņu tuvums mērījumu vietām. Par glaciostruktūru savstarpēju ģenētisku saistību liecina arī oļu linearitātes mērījumi grants-oļu materiālā. Salīdzinājumā ar morēnu, lielu vērtību maksimumi ir novērojami retāk, tomēr ir izņēmumi. Piemēram, 2.diagrammā (36.att. a), kur maksimuma vērtība ir 12%, oļu garenasu krituma leņķis ir 15°-20° dienvidrietumu virzienā. Mērījumi Nr.2. 3., kā tas redzams arī 33.attēlā, veikti sinklinālās krokās, kuru šarnīri ir aptuveni paralēli formas garenasij. Savukārt, mērījumu vietu Nr.4. un 6. (33.att.) rezultāti parāda divus nelielus, pretējus maksimumus (36.a.att., 4., 6.diagr.). Abi gadījumi norāda uz nelielu, antiklināla tipa krokas deformāciju.

Kā redzams plaknisko elementu mērījumu diagrammās (36.b., 37.b., 38.b.att.), it īpaši vaļņa vidusdaļai atbilstošās, slāņu kritums pārsvarā ir perpendikulārs formas garenasij un norāda visas mezoforamas atbilstību gareniskā izliekuma krokai, kuru papildina mazāka izmēra piegulditās struktūras dienvidrietumos no formas ass plaknes. Virkne izmērīto kroku šarnīru (36., 37., 38.att.) ir novietoti šķērsām galvenās krokas asij un pieskaitāmas sekundārajām deformācijām. Tomēr ievērojama daļa attēlos (33., 34., 35.att.) redzamo kroku ass plakņu orientācija ir tuva mezoforamas garenass vērsumam.

Paugurgrēdas iekšējās uzbūves pētījumi ļauj izteikt virkni pieņēmumu:

- Bieži mazākās krokas ir noliektas austrumu - ziemeļaustrumu virzienā, kas liecina par maksimālās spiedes spēka, iespējams arī atkārtotās deformācijas virzienu no Vadakstes lidenuma, t.i. no ieplakas dienvidrietumos.
- Arī citu struktūrelementu mērījumi liecina par lielāko ledus spiedienu no rietumiem-ziemeļrietumiem un dienvidrietumiem.

- Salīdzinot pētījumu rezultātus citos grants karjeros, Lielauces paugurgrēda kopumā ir liela, antiklināla lineāra kroka, kuras spārniem, it īpaši dienvidu-dienvidrietumu nogāzē, pieguļ sarežģīts - daudzu mazāku glaciotektonisko dislokāciju komplekss. Atsegumos 33., 34.attēlos redzama vairākkārtēja slāņu atkārtotāšanās dažādos līmeņos, kuru litoloģiskās un granulometriskās īpatnības neatšķiras, bet blakus esošie nogulumu saguļ diskordanti. Tas liecina par ledāja radītā spiediena izmaiņām zemledus apstākļos. Glaciotektonisko struktūru veidošanās, acīmredzot, notika vairākos etapos, no kuriem var izdalīt vismaz divus galvenos.

⇒ Pirmkārt, primāri glacioakvālas izcelsmes materiāla horizontāli saguļošas slāņkopas tika sašķeltas un sasalušā stavoklī sabīdītas un uzbīdītas viena otrai.

⇒ Otrkārt, pieaugot ledāja spiedienam, temperatūrai ledus gultnē un porūdēns spiedienam, iepriekš saraustītās slāņkopas un slāņi tika plastiski deformēti. Tā rezultātā radās liels skaits dažāda izmēra kroku ne tikai mālainajā un aleirītiskajā materiālā, bet arī irdeno un vājāk saistīto rupjāko drupu iežu - smilts, grants un oļu slāņkopās.

- Deformācija turpinājās līdz tādām līmenim, ka lielā mērā tika iznīcinātas zvīņveida uzbīdījumu pazīmes. Uz slāņu kontaktvirsmām, parasti sīkgraudainā saistīgākā materiālā ir novērojamas mikrokrokas un gofrējums. Par mezoformas glaciostruktūru veidošanās apstākļu kopīgiem momentiem liecina oļu linearitātes maksimumu savstarpējā līdzība pārsedzošajā morēnā un grants oļu materiālā zem tās.

### 3.3.2. Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda

Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda atrodas Austrumkursas augstienes dienvidu daļā un ietilpst tās vissaposmotākajā apvidū - Lielauces paugurainē. Tā aizņem apvidus centrālo daļu un stiepjas meridionālā virzienā 6 km garumā no Zebrus ezera austrumu krasta līdz Sesavas ezeram, veidojot izteiksmīgu orogrāfisko robežu starp pauguraines rietumu un austrumu sektoriem. Tā pieder radiālā tipa paugurgrēdām un sastāv no vairākiem gandrīz savstarpēji paralēliem vaļņiem. Detāla mēroga (1:25 000, 1:10 000) topogrāfisko karšu analīze liecina, ka Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda ir tikai daļa no

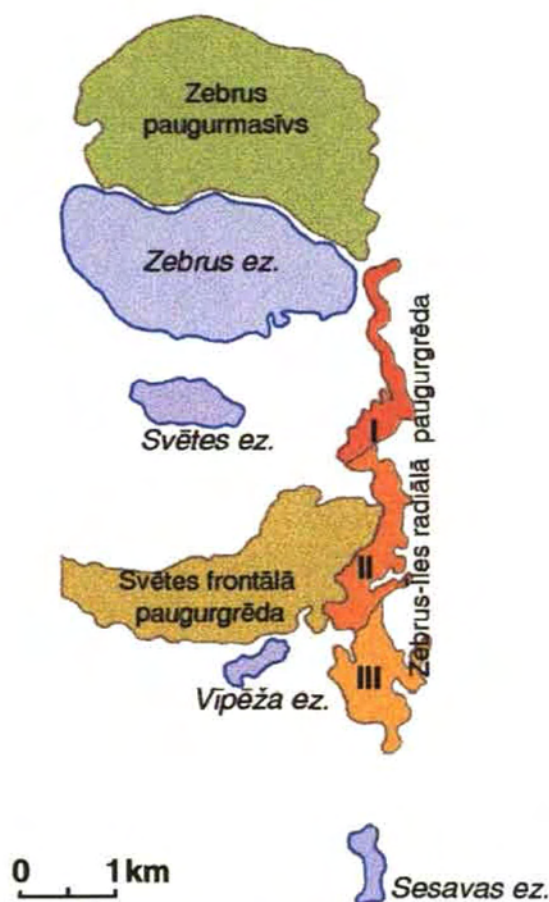


sarežģīta, bet morfoģenētiski vienota ledāja reljefa mezoforamu kompleksa. Kopā ar radiālo paugurgrēdu tajā ietilpst proksimālā virzienā no tās - Zebrus ezera ziemeļu krastā izvietotais Zebrus paugurmasīvs (39.att.). No paugurgrēdas tas nodalās ar 250 m platu, erozijas pārveidotu ielejveida pazeminājumu. Zebrus paugurmasīva garums sasniedz 4 km, platums 2.5 km, absolūtais augstums ir 142 m vjl., maksimālais relatīvais augstums 60 m. Morfoloģiski tas atgādina stūra masīvu. Dažādi autori to klasificējuši kā kēmu masīvu (Вейнбергс, 1976, Страуме, 1979) vai arī marginālu veidojumu (Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981). Radiālajai paugurgrēdai vidusdaļā, rietumu nogāzei pieslēdzas frontāla paugurgrēda, kura pakavveidīgi apliec vienoto Zebrus un Svētes ezeru ieplaku no dienvidiem. J.Straume šo frontālo paugurgrēdu aprakstījis kā Zebrus marginālo joslu, kas sastāv no marginālā vaļņa un marginālās pauguraines (Страуме, 1979).

Reljefa formu vienotajā kompleksā ietilpst arī savstarpēji saistītu asimetrisku, iegarenu pauguru un pazeminājumu virkne distālā virzienā no Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas. Šī virkne stiepjas ~18 km garumā, izlocītas joslas veidā no Sesavas ezera līdz Austrumkursas augstienes dienvidu malas grēdai.

Apskatāmās teritorijas svarīgs mezoreljefa elements ir plaši, pārsvarā iegareni pazeminājumi, kuri ietver paugurgrēdas un pieguļ paugurmasīviem, kā arī lineāras un citas neregulāras formas ieplakas starp atsevišķiem pauguriem vai vaļņveida grēdām. Pazeminājumu apveids un telpiskais izvietojums piešķir apvidum margināla tipa reljefa iezīmes (Аболтиньш, 1989). Lielākie pazeminājumi ir ap 3 km plati un 6 km gari. Vairums šo ielieču ir pārmitras, dažviet to zemākās daļas aizņem līdz 2.9-4.5 m dziļi ezeri - Zebrus (442 ha - lielākais augstienē), Svētes, Sesavas, Spārnes, Vīpēdis un citi mazāki.

Aprakstītās teritorijas pamatā ir augšdevona Ketleru (D<sub>3</sub>ktl) svītas dolomītmerģeļi un terigēnie ieži (Бендруп, Биргер, Биргер, Архарова, 1981). Pamatiežu virsmas saposmojums nav lielāks par 5-10 m. Subkvartārās virsmas augstuma maksimālās atzīmes līdz 60 m vjl. ir ziemeļos no Īles. Pamatiežus pārsedzošās kvartāra segas saurmēra biezums ir 40 m (Эмулис, 1966; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981). Kā liecina detaļa mēroga topogrāfisko karšu (1:50 000, 1:25 000, 1:10 000) analīze un lauka pētījumi, Zebrus-Īles apkārtnes virsmas saposmojums sasniedz 60-66 m, jo absolūtie augstumi mainās no 82 m vjl. Zebrus ezera katlienē līdz 142-148 m vjl.



39.att. Mezoformu kompleksu izvietojums Zebrus ez. apkārtnē.

I - ziemeļu valnis; II - vidus valnis; III - dienvidu valnis.

augstākajos paugurmasīvos un paugurgrēdās. Tādējādi, ir labi redzama nesaskaņa starp pamatiežu virsmas un kvartāra biežuma kartēs sniegto informāciju un teritorijas mūsdienu reljefa virsmas hipsometrisko stāvokli, jo summējot kartēs doto pamatiežu virsmas absolūto augstumu - 60 m ar kvartāra segas biežumu - 40 m, mūsdienu virsmas maksimālajam absolūtajam augstumam vajadzētu būt tikai ap 100 m vjl. Ņemot vērā iespējamo ledāja glaciotektonisko iedarbību uz tā gultnes iežiem (Левков, 1980; Aber, Croot, Fenton, 1989) un pētījumus Latvijā (Зелчс, 1987, 1992; V.Zelčс, 1993, 1994; Аболтиньш, 1989; Страутниекс, 1992, 1998), ticamāka ir iespēja, ka reālais ledāja nogulumu segas biežums svārstās no 30 m līdz gandrīz 90 m. Tādējādi kvartāra nogulumu biežuma kartes nesniedz pietiekami precīzu informāciju par kvartāra segas biežumu un tā izmaiņām aplūkojamajā teritorijā.

Zebrus-Īles radiālās vaļņveida paugurgrēdas garums sasniedz 6 km. Tās platums mainās no 0.1 km proksimālajā daļā līdz 1.2 km distālajā galā. Vaļņveida paugurgrēdu veido 3 atsevišķi vaļņi ar sazarojumiem vidus un distālajā daļā. Tos pavada izolēti vidējpauguri, kuri dažviet grupējas virknēs un masīvos, un pazeminājumi. Paugurgrēdas un arī tās atsevišķo vaļņu kores virsma ir viļņota un vērojams absolūtā augstuma pieaugums distālā virzienā. Virsotņu absolūtais augstums mainās no 100 m vjl. ziemeļos līdz 148 m vjl. dienvidos. Garengriezumā paugurgrēdas proksimālā nogāze ir lēzena, bet distālā - stāva.

Proksimālo daļu veido 100-200 m plats, izlocīts un pārsvarā vienlaidus valnis. Dienvidu daļā tas veido sazarotu sistēmu. Dienvidaustrumos no Svētes ezera valnis sadalās atsevišķu iegarenu, nereti izlocītu, savstarpēji gandrīz paralēlu asimetrisku pauguru virknēs. Starp tiem izvietojušies lineāri, ielejveidīgi pazeminājumi ar ieplakām. Šajā posmā mezoformu kopējais platums sasniedz 1-1.5 km. Maksimālais augstums mainās no 100 līdz 116 m vjl., bet relatīvais augstums ir 17-28 m.

Morfoloģiski visizteiksmīgākā ir Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas vidusdaļa. Tajā galvenokārt iezīmējas izlocīts vienlaidus valnis ar distālā virzienā izliektiem vaļņveidīgiem atzarojumiem. To no proksimālās un distālās puses atdala 50-100 m plati pazeminājumi, kuri atgādina pārrāvumus. Vaļņa garums ir 1.9 km, bet platums pie pamatnes sasniedz 120-400 m. Vaļņa virsotnes daļai ir stāva jumta kores forma, kuras platums visaugstākajā daļā ir tikai daži metri. Vaļņa absolūtais augstums pieaug no 120 m vjl. ziemeļu galā līdz 148 m vjl. dienvidos (augstākais virsmas punkts apkārtņē). Relatīvais augstums sasniedz 25-53 m. Valnim ir ļoti stāvas, dažviet terasveidīgas nogāzes. Aprēķinātais nogāžu slīpums, izmantojot topogrāfiskās kartes (1:10 000), ievērojami atšķiras no izmērītajiem lauku apstākļos. Izskaitļotais maksimālais slīpums sasniedz 27°-31°, bet izmērītais - 42°-45°. No galvenā vaļņa atzarojas vairāki vaļņveida pauguri, kuri veido izliekumu distālā virzienā un pagriežas paralēli galvenajam valnim, ar vienu galu pietuvinoties tam. Tādējādi starp galveno valni un tā atzariem izveidojušies šauri un 20-30 m dziļi ielejveida pazeminājumi ar sašaurinājumu atvērumā un amfiteātra (cirkveida) paplašinājumiem to virsotnēs. Cirkveida paplašinājumos parasti atrodas ieapaļas vai iegarenas, 2-6 m dziļas iedobes. To dibens atrodas zemākā hipsometriskā līmenī nekā sašaurinātie ielejveida pazeminājumu atvērumi. Vairumā gadījumu šie lineārie pazeminājumi un ieplakas ir

sausī, bez redzamām virszemes noteces pazīmēm. Pārmitras dažviet ir lēzenās ielieces kores tuvumā un saiknes posmos starp galveno valni un atzarojumiem. Nereti valni un tam paralēlos iegarenos paugurus vai to nelielās grupas pilnīgi atdala šauri (20-50 m), caurejoši ielejveida pazeminājumi. Savukārt no vaļņa rietumu nogāzes atzarojas tam šķērseniska, ledāja kustības virzienā lokveidīgi izliekta paugurgrēda, kas apliec Zebrus-Svētes ieplaku no dienvidiem. Starp frontālo paugurgrēdu un radiālo paugurvalni atrodas vairākas sazarotas, daļēji vai pilnīgi noslēgtas ieplakas, kuru platums sasniedz 50-200 m, bet garums - 300-600 m.

Vaļņveida grēdu dienvidos noslēdz 1.2 km garš izlocīts valnis, kurš pie pamatnes, kopā ar atzarojumiem ir ap 1.2 km plats. Vaļņa virsotņu augstums sasniedz 134-141 m vjl., maksimālais relatīvais augstums - 39-45 m. Proksimālajā daļā tam ir plakana virsotne. Vaļņa atzaru un pieguļošo iegareno un kupolveida pauguru relatīvais augstums mainās no 15 līdz 25 m. Starp galveno valni un atzariem sastopamas gandrīz ieapaļas ieplakas vai arī 0.2-0.5 km gari izlocīti sengravām līdzīgi ielejveida pazeminājumi. Līdzīgi paugurgrēdas vidusdaļas pazeminājumiem, tie ir sašaurināti atvērumā un ar iegarenas formas ieliecēm virsotnes daļā. Distālā vaļņa nogāzes ir terasveidīgas, izņemot lineāro pazeminājumu izplatības vietās. Nogāžu slīpums nereti pārsniedz 45°. To pierāda arī aprēķini, kas veikti izmantojot topogrāfiskās kartes mērogā 1:10 000.

Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda ir unikāls ģeoloģiski-ģeomorfoloģisks veidojums, kuram nav analogu visā Rietumlatvijā.

Ledāja reljefa formu uzbūvē galvenā loma ir glacioakvālajiem nogulumiem - aleirītiem, mālainiem aleirītiem, smilts, grants un oļu slāņiem, kurus I.Veinbergs (1968), J.Straume, Z.Meirons un V.Juškevičs (Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981) izdala kā iekšledāja fluvioglaciālos nogulumus. Dažviet sastopams morēnas smilšmāls, mālsmilts un diamikts atsevišķu starpkārtu vai zviņu veidā. Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas augstākā vaļņa kores daļā ir ievērojams daudzums laukakmeņu, kuru diametrs ir līdz 1 m. Visā formveidojošajā kompleksā, tajā skaitā arī pārsedzošajos virsējā materiāla slāņos ir ievērojama sekundārā kalcīta koncentrācija. Par to liecina arī šeit izveidojušās augsnes un augājs.

Glacioakvālie nogulumi pozitīvajās reljefa formās ir deformēti, tādēļ to primārās sedimentācijas cikla raksturs ir izjaukts. Bieži redzami tikai iespējamie šādu ciklu fragmenti un to saguluma diskordance.

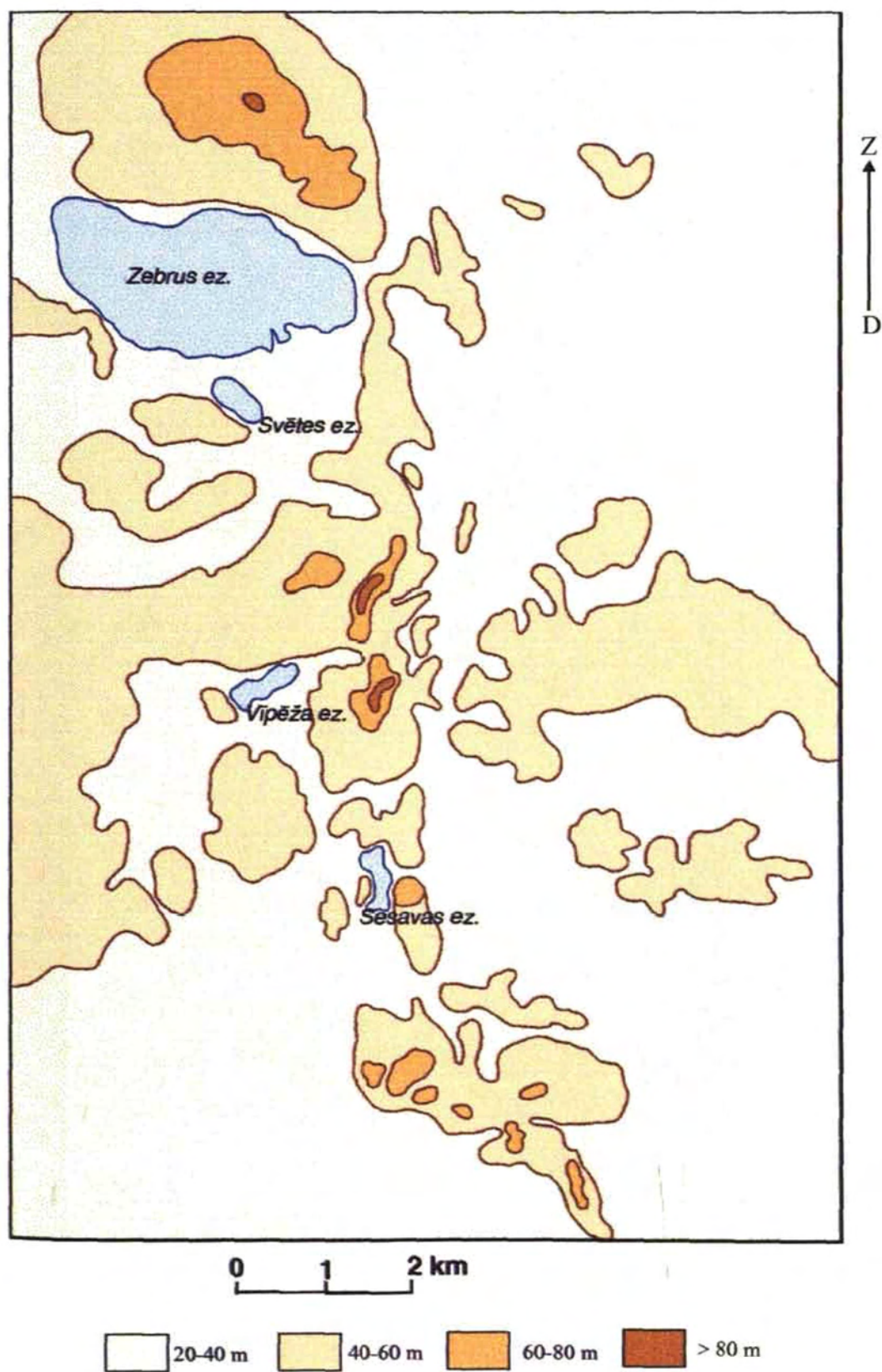
Glaciotektonisko deformāciju rezultātā ir notikušas ledāja nogulumu segas sākotnējā biezuma izmaiņas. Maksimālie biežumi novērojami pozitīvajās reljefa formās. Atsevišķos izolētos pauguros kvartāra nogulumu segas biežums sasniedz 45-60 m, bet Zebrus paugurmasīvā un Zebrus-Īles radiālajā paugurgrēdā pat 90 m - lielāko biežumu Austrumkursas augstienē (40.att.). Tā kā paugurmasīva un radiālās paugurgrēdas relatīvais augstums ir 40-60 m, tad no tā izriet, ka ledāja reljefa formu uzbūvē ietvertas vismaz 2/3 ledājnogulumu segas biezuma. Nogulumu sakārtojums dažādās glaciostruktūrās un to kombinācijās daļēji atspoguļojas reljefa formu morfoloģijā. Pozitīvo formu iekšējās uzbūves pētījumi veikti atsegumos smilts-grants karjeros Zebrus paugurmasīvā un Zebrus-Īles radiālajā paugurgrēdā. Izdarīti lineāro, plaknisko un telpisko struktūrelementu mērījumi. Iekšējā uzbūve daļēji atspoguļota atsegumu zīmējumos.

Detalizēti glaciotektonisko struktūru pētījumu veikti Krievukalnu smilts-grants atradnē (Страуме, Мейронс, Юшкевич, 1981) Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas dienviddaļā, 0.5 km attālumā dienvidaustrumos no Mazvīpēža ezera. Karjers izveidots iegarenā, vidēji 15 m augstā paugurā, kurš atzarojas no tam paralēlās radiālās paugurgrēdas rietumu nogāzes (41.att.). Paugura garenass ir paralēla paugurgrēdai un viegli izliecoties stiepjas ziemeļu-dienvidu virzienā. Atsegumu detālzīmējumos (42., 43., 44.att.) redzama paugura iekšējā uzbūve tā centrālajā daļā un rietumu nogāzē. Atseguma plakņu vērsums mainās no 42°-110°, tādējādi 42., 43. un 44.attēlos redzami atsegumi ir reljefa formas šķērsriezuma plaknes, gandrīz perpendikulāras formas garenasij.

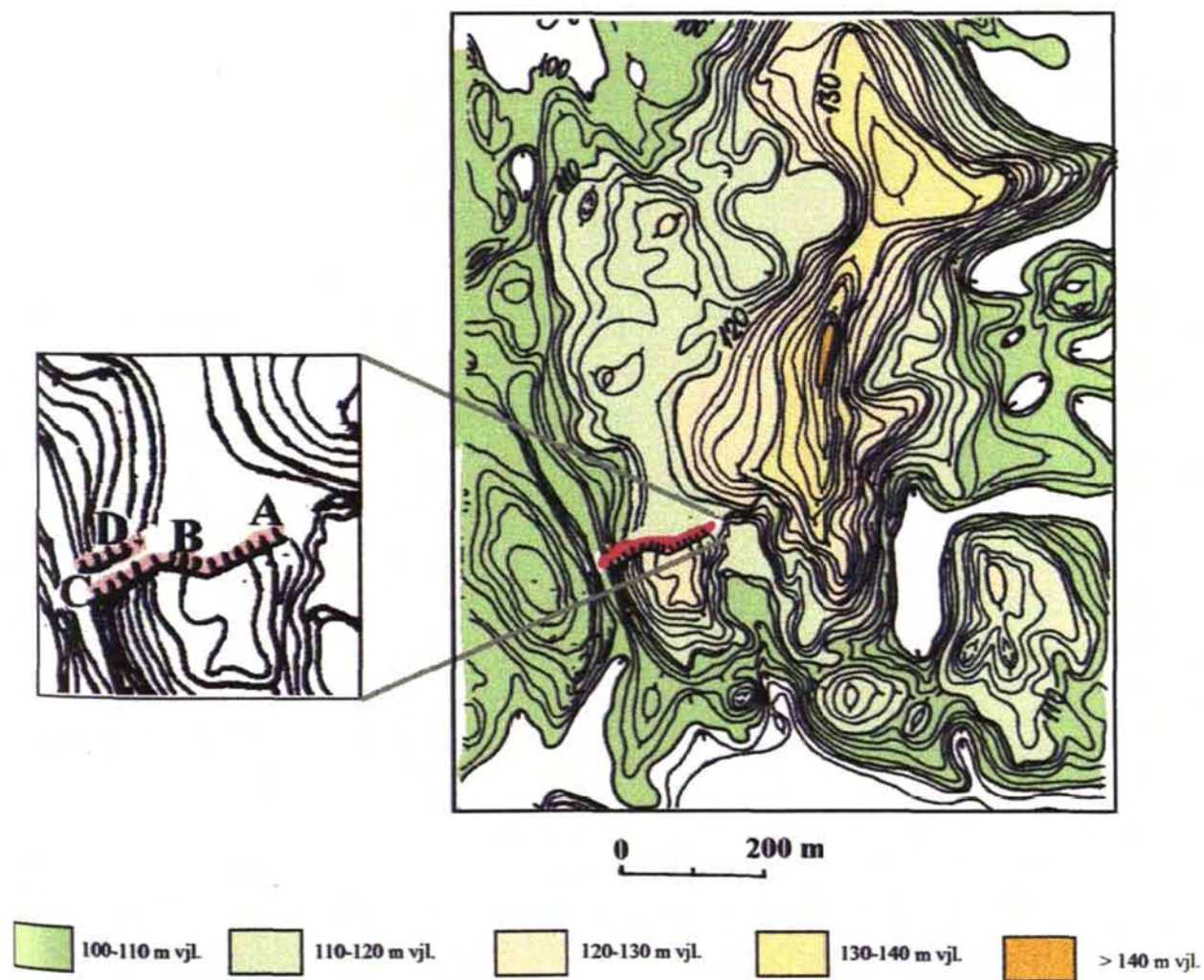
Paugura uzbūvē vertikālā griezumā no augšas uz leju izšķiramas sekojošas galvenās slāņkopas: smilts-grants-oļu, aleirīta un mālaina aleirīta, oļu-laukakmeņu un vēl viena aleirīta un mālaina aleirīta nogulumu kārtā. Pēdējās divas daļēji šķir ķīļveidīga smilts-grants zvīņa, kura paplašinās rietumu nogāzes virzienā (44.att.). 42. un 43.attēlos redzams, ka klaipveida formas paugura izliekto virsmu lielos vilcienos atkārtoti arī biežāko slāņkopu kontaktvirsmas.

Pārsedzošais 1-1.5 m biežais slānis ir dažādgraudaina dzeltena smilts bez slāņotas tekstūras pazīmēm (43.att.). Šāds pārsedzošais slānis ir raksturīgs visai radiālajai paugurgrēdai un Zebrus paugurmasīvam, kā arī glaciostruktūrām citos rajonos un apvidos (Страутниекс, 1992; Strautnieks, 1996).





40.att. Kvartārsegas biezums Zebrus-Īles apkārtnē.



41.att. Vaļņveida paugura un Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas dienvidu vaļņa hipsometriskā shēma un Krievkalna karjera un atseguma novietojums. Pamathorizontāles ik pēc 2 m.

Zem pārsedzošā slāņa atrodas mainīga biezuma grants un oļu slāņi. Šajā nogāzes posmā grants slāņi krīt paralēli paugura virsmi - rietumu, ziemeļrietumu virzienā. Kontakts ar apakšā esošo oļu slāni ir nelīdzens un izrobots. Tas iezīmē uzbūvējuma virsmu starp grants un oļu slāņiem - zvīņām. Oļainajā zvīņā labi redzami nogāzes virzienā krītoši slāņi, bet oļu izvietojums tajos ir nevienmērīgs. Oļi koncentrējoties joslās veido bruģus, kuri akcentē zvīņveida uzbūvējumu kontaktvirsmas. Spraugas starp oļiem aizpilda grants un rupjgraudainas smilts graudi. Oļu garenasu orientācijas mērījumi liecina, ka linearitātes maksimumi sakrīt ar nogāzes krituma azimutu un atbilst rietumu un ziemeļrietumu virzienam. Oļainā slāņa (zvīņas) kontakts ar apakšējo - aleirītisko slāņkopu (43.att.) ir ļoti nelīdzens - izrobots un izlocīts ar mainīgu slīpuma leņķi - no ļoti stāva līdz lēzenam. Kontaktvirsmas kopējais kritums ir nogāzes virzienā.

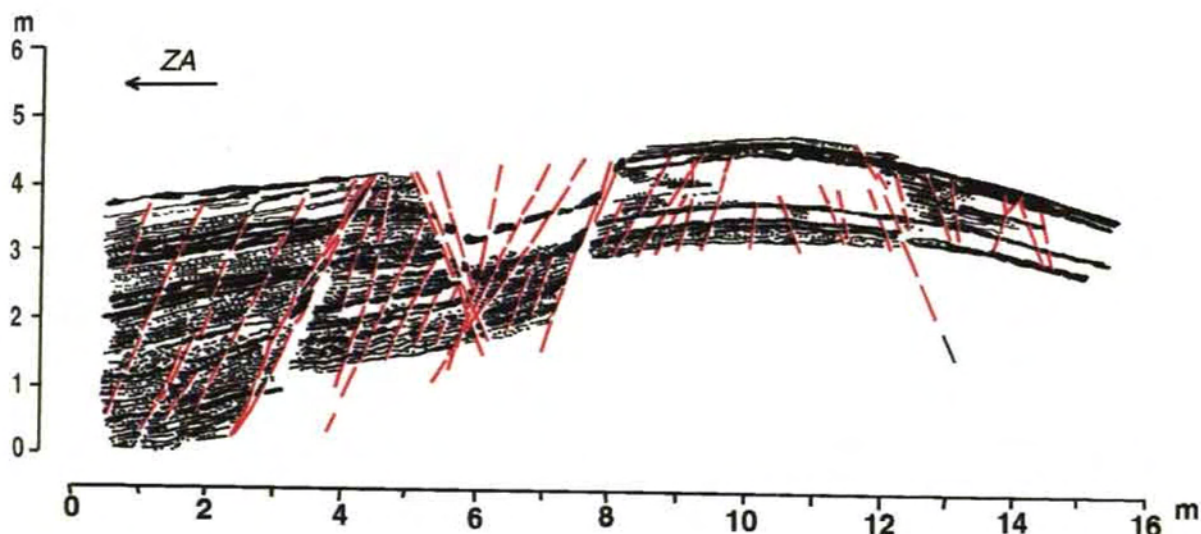
Vislielākais īpatsvars paugura uzbūvē ir līdz 8.5 m biežajai aleirītiskajai slāņkopai. To veido 2.5-5 cm biezas aleirītiskas smilts un 1-8 mm bieza aleirīta slāniši. Dažviet ir 1-1.5 cm biezu stipri mālaina aleirīta un aleirītiskas smilts slānišu mija. Neskatoties uz materiāla ievērojamo plasticitāti, tas ir samērā kompakts, tādējādi dažāda tipa pārrāvumu deformācijas atspoguļojas visā slāņkopā kā vienotā ģeoloģiskā ķermenī.

Aleirītiskā slāņkopa centrālajā daļā sašķelta vairākos 4-6 m platos blokos (42.A.att.), bet rietumu nogāzes tuvumā bloku izmēriem samazinoties, palielinās to skaits, kā arī pieaug krokoto deformāciju īpatsvars (42.B.att., 43.att.). Plaisas starp iežu blokiem ir kontakti starp stāvajām, vietām gandrīz vertikālajām pārvietojuma plaknēm un ir uzskatāmas par galvenajām jeb primārajām plaisām. Pārvietojumu amplitūda mainās no dažiem centimetriem līdz 1.7-2.5 m (42, 43., 44.att.). Atsevišķas plaisas caurrauj arī zem aleirīta slāņkopas esošo oļu-laukakmeņu slāni un turpinās zem tā saguļošajā aleirīta slāņkopā. Lielākā daļa aleirītu blokus atdalošo plaisu atsegumu zīmējumos redzamas kā paralēlas vai gandrīz paralēlas līnijas, kuras krīt no labās puses uz kreiso. To krituma leņķis visbiežāk ir 60°-80°, bet plakņu krituma azimuts visbiežāk ir ziemeļaustrumi un austrumi. Tādējādi to vērsums ir tuvs paugura garenasij vai arī atšķiras par 45°. Šī likumsakarība labi saglabājas arī paugura centrālajā daļā.

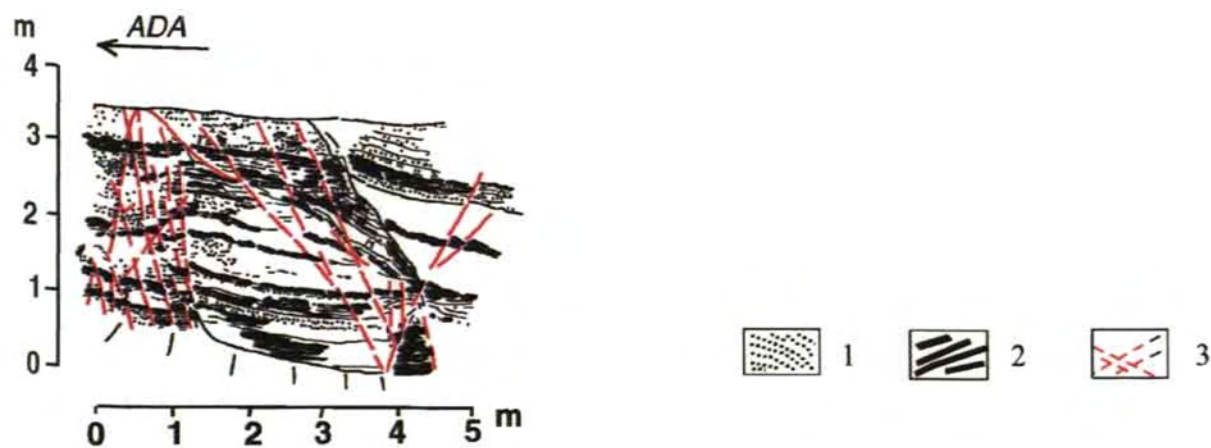
Bez tam atseguma zīmējumos redzamas pārrāvuma līnijas, kuru kritums ir pretējs iepriekšminētajam. Tās ir retāk sastopamas un krituma leņķis ir mazāks. Galveno plaisu mērījumi, to attēlojums struktūrdiagrammās un novērojumi atsegumos liecina, ka bloki starp šīm relatīvi stāvajām (> 60°) plaisām ir klasificējami kā uzmati vai nomati. Dažas



A



B



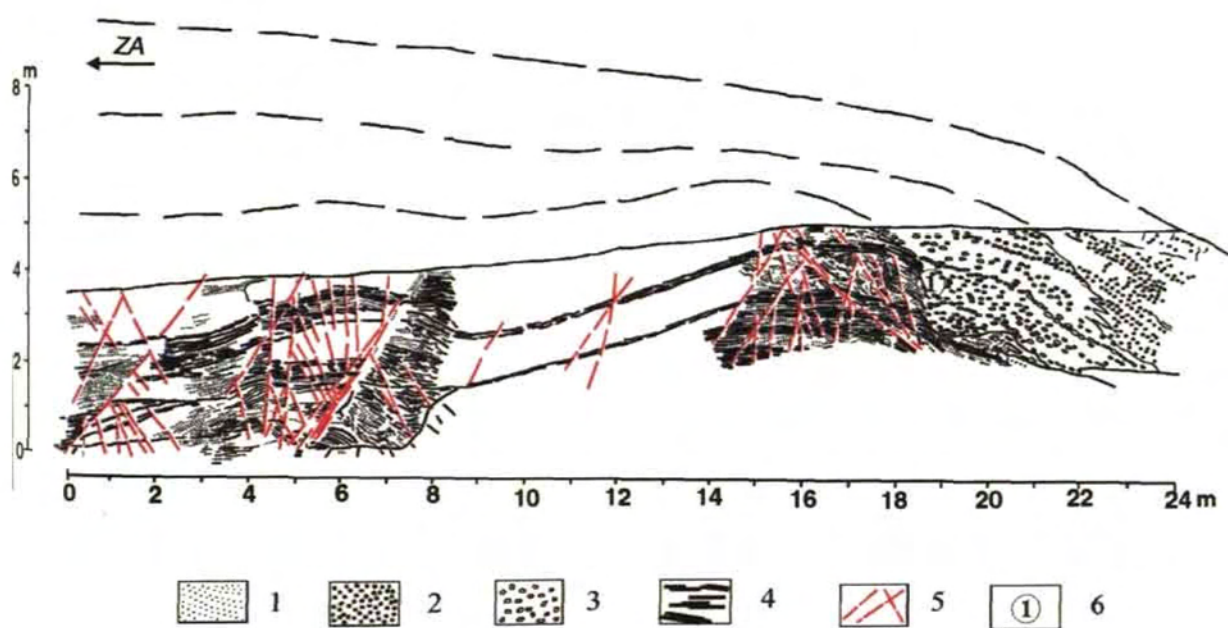
42.att. Vaļņveida paugura iekšējā uzbūve Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas dienvidu valnī (skat. 41.att.).

A. Paugura centrālajā daļā

B. 35 m ziemeļrietumos no atseguma A.

1 - smalkgraudaina smiltis; 2 - aleirīts un mālais aleirīts; 3 - plaisas.

C

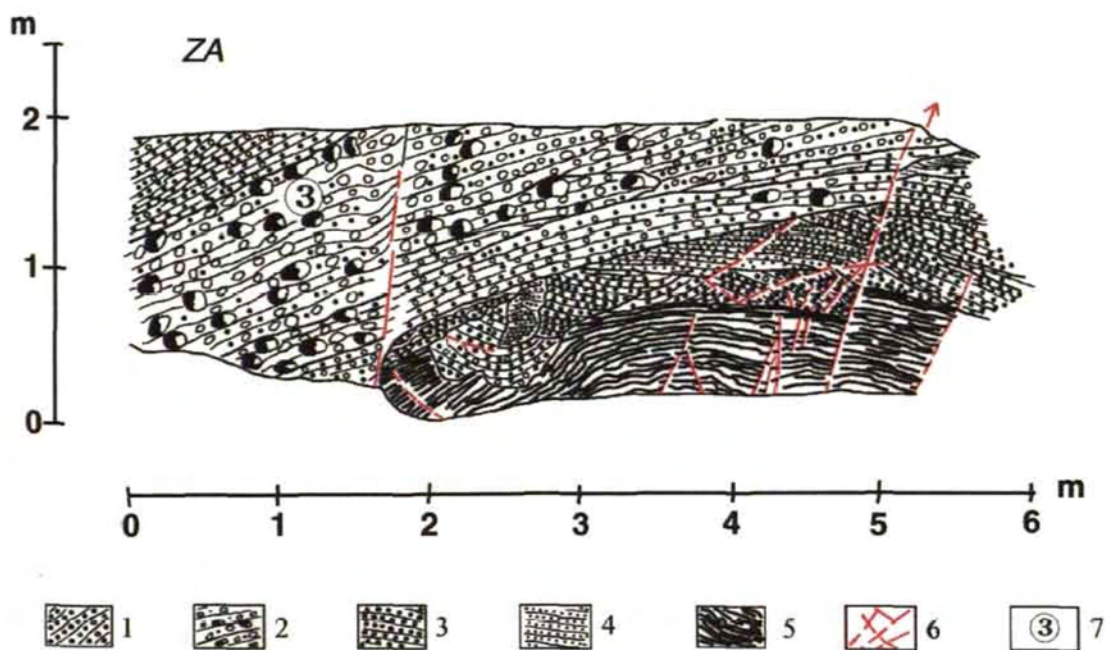


43.att. Valņveida paugura iekšējā uzbūve Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas dienvidu valnī, paugura rietumu nogāzē, 5 m uz rietumiem no atseguma B (skat. 42.att.).

1 - smalkgraudaina smiltis; 2 - grants; 3 - oļi un grants; 4- mālais aleirīts; 5 - plaisas; 6 - oļu garenasu mērījumu vietas.



D



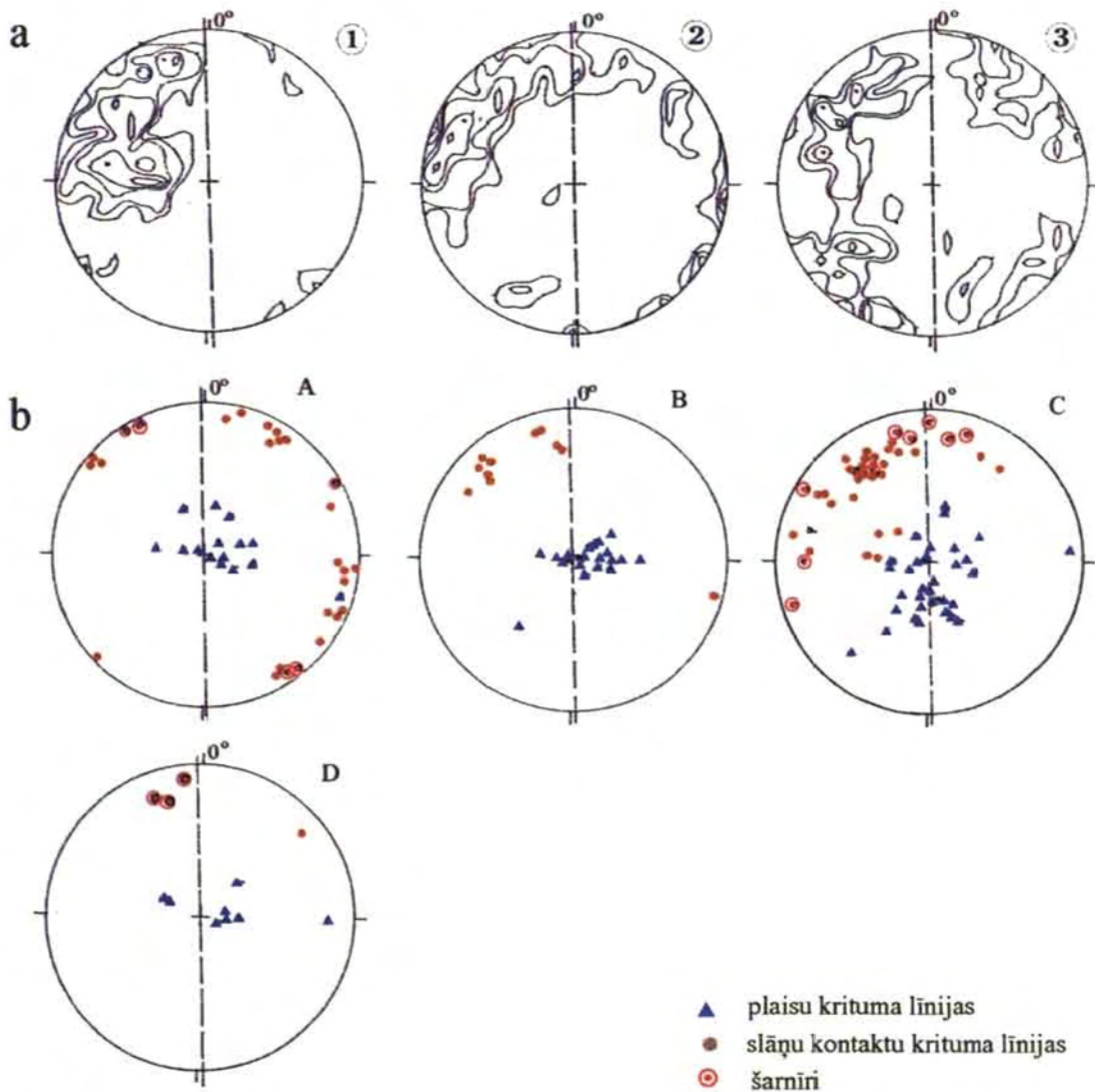
**44.att. Valņveida paugura iekšējā uzbūve Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas dienvidu valnī, 25 m ziemeļos no atseguma C (skat. 43.att.), 12.5 m dziļumā no valņa virsas.**

1 - oļi un grants; 2 - oļi un laukakmeņi; 3 - grants; 4 - smiltis; 5 - mālais aleirīts; 6 - plaisas; 7 - oļu garenasu mērījumu vietas.

43.attēlā redzamās plaisas nogāzes tuvumā iezīmē zvīņveida uzbīdījumu plaknes. Atsegumu zīmējumos (42.B.att., 43.att.) redzama lielo, t.s. atbalsta plaisu krustošanās. Kā parāda mērījumi, krustošanās ir bieža parādība vairāku iemeslu dēļ. Pirmkārt, atšķiras kaimiņos esošo plakņu vērsums par  $45^\circ$  un dažreiz arī vairāk. Otrkārt, blakus esošo, vienā virzienā krītošo plakņu krituma leņķi atšķiras par  $20^\circ$ - $25^\circ$ . Treškārt, plakņu vērsumi ir līdzīgi, bet tās krīt savstarpēji pretējos virzienos.

No minētā izriet, ka vairāku metru attālumā notiek aleirītiskā materiāla bloku sadalošo plakņu krustošanās un šo bloku izķīlēšanās. Tādējādi pētāmās reljefa formas uzbūvi nosaka daudzu bloku - ģeoloģisku ķermeņu likumsakarīgs kopums. Bloku izmēri samazinās no centra uz perifēriju. Galvenās jeb primārās pārrāvuma plaisas un plaknes kalpo kā atbalsta plaisas daudzām mazākām, sekundārām plaisām. Atsegumu zīmējumos (42., 43.att.) vairākos aleirītisko iežu blokos redzamas sastiepuma un klivāžas plaisas. Līdzīgi kā lielāko pārrāvumu plaisas, arī sekundārās veido krustojošo plakņu sistēmas. Vismazāk saglabājušos plaisu sistēmu ir 2-3 m biežajā grants-oļu-laukakmeņu slāņkopā zem aprakstītās aleirīta slāņkopas (44.att.). Atsegums (44.att.) atrodas paugura rietumu nogāzē, 25 m uz ziemeļiem no 43.attēlā redzamā atseguma. Savukārt zem ziemeļaustrumu virzienā krītošiem grants-oļu slāņiem atrodas sakrokota un sašķelta aleirīta un mālaina aleirīta slāņkopas. Starp aleirītiskā un oļu-laukakmeņu materiāla slāņiem ķīļveidīgas zvīņas veidā atrodas dažādgraudainas smilts, grants un sīku oļu slāņkopas. Tā sastāv no atsevišķiem dažādiem, asi norobežotiem, lēcveidīgiem ķermeņiem. Blakus esošo lēcu granulometriskais sastāvs un materiāla sagulums ir atšķirīgs (44.att.).

Lielāko pārvietojumu plakņu azimuts ir līdzīgs jau iepriekš aprakstītajiem. Aleirītiskā materiāla blokos redzams krokojums un mikrokrokojums. 43.attēlā starp 4 un 6 m atzīmi redzamais bloks ir sekundāri sakrokots. Stiepes rezultātā izveidojies uz augšu vērstu diverģentu plaisu vēdekļis. Uz lielāko kroku spārnēm novērojams mikrokrokojums un gofrējums. Mikrokroku šarnīri paugura centrālajā daļā krīt ziemeļu, ziemeļrietumu, retāk dienvidaustrumu virzienā (45.att.). To ass plaknes ir paralēlas reljefa mezofomas garenasij vai veido līdz  $30^\circ$  leņķi attiecībā pret to. Atsegumā C, kurš atrodas tuvāk rietumu nogāzei (43.att.), ir galvenokārt divu orientāciju mikrokroku sistēmas (45.C.att.). Vienu veido krokotās deformācijas ar ass plaknēm, kuras ir



45.att. Struktūrelementu diagrammas vaļņveida pauguram Zebrus-Īles paugurgrēdas dienvidu valnī (skat. 41.att.). Projektijas uz apakšējās puslodes.

a - Oļu linearitātes diagrammas. ①, ② - atsegumā C (skat. 43.att.); ③ - atsegumā D (skat. 44.att.) Blīvuma izolīnijas izvilktas ik pēc 1-2-4-6-8-...%.

b - Kopējās struktūrelementu diagrammas atsegumiem A, B, C, D (skat. 42.-44.att.).

paralēlas formas garenasij un atbilst primārajai **a**-linearitātei, bet otras kroku sistēmas ass plaknes ir perpendikulāras iepriekšējai - atbilst primārajai **b**-linearitātei. Sekundāro deformāciju rezultātā tās mainās vietām. Uz pārvietojumu virsmām izmērītās skrambas orientētas RZR-ADA virzienā (45.C.att.), tādējādi atbilst sekundārajai **a**-linearitātei. Lielākā daļa izmērīto slāņu krīt ziemeļrietumu virzienā un aptuveni sakrīt ar oļu linearitātes maksimumiem (45.att.).

Līdz šim publicētajā literatūrā nav detalizētas informācijas par Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas un ar to saistīto pozitīvo reljefa formu iekšējo uzbūvi. I.Veinbergs (Вейнбергс, 1976) teritoriju kopumā ir raksturojis kā kēmu izplatības areālu Austrumkurzemes augstienes paugurotajā dienvidu daļā, bet radiālo paugurgrēdu pieskaita izlocītajiem radiālajiem osiem (Вейнбергс, 1968). Kā galvenais tiek minēts formveidojošo nogulumu litoloģiskās īpatnības. Pārsvarā ir lēcveidīgi slīpslāņota smiltsgrants, aleirīta un horizontāli gulošas smilts starpslānīši, kuros nereti vērojamas tecējuma ripsnojuma pazīmes. Nogulumos tikai paretam ir izsekojami subvertikāli lūzumi. Tādējādi tiek pamatots, ka paugurotā reljefa veidošanās ir notikusi aprimušā ledus apstākļos. Klasificējot osus pēc nogulumu litoloģiskajām īpatnībām (Вейнбергс, 1968), Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda atbilst tiem osiem, kuru uzbūvē ir gan fluvioglaciālie, gan arī limnoglaciālie nogulumu. Līdzīgi citiem radiālajiem osiem, tas ir veidojies ledus kušanas ūdeņu sanešiem uzkrājoties ledāja reģionālās kustības virzienā orientētā fluvioglaciālo straumju izskaloņā plaisā vai kanjonā. Tāds skaidrojums konkrētajā gadījumā ir pretrunā tam, kas redzams atsegumu zīmējumos (42., 43., 44.att.) un struktūrdiagrammās (45.att.).

Kā vienu no kēmu izplatības areāliem Īles un Zebrus apkārtni ir raksturojis arī J.Straume (Страуме, 1979). Bez tam, Zebrus paugurmasīvs, Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda un to pieguļošā teritorija kvartārnogulumu kartē (Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981) iezīmējas kā iekšledus fluvioglaciālo nogulumu teritorija. Tomēr jautājumā par radiālās paugurgrēdas ģenētisko klasifikāciju J.Straumem ir cits viedoklis. Viņš atzīmē, ka ziemeļos no Bēnes stiepjas Zebrus marginālā josla, kura turpinās Blīdenes virzienā un pie Remtes savienojas ar Blīdenes-Zemītes marginālo

joslū. Pēc dotā apraksta un shēmas (Страйме, 1979) Zebrus-Īles radiālā paugurgrēda ietilpst šajā joslā. Līdzīgs viedoklis atspoguļots ģeomorfoloģiskajā kartē (Страйме, Мейронс, Юшкевичс, 1981) mērogā 1: 500 000, kur radiālā paugurgrēda iezīmēta kā marginālā grēda. Vienlaicīgi gar tās rietumu nogāzi tiek novilkta arī pēdējā apledojuma deglaciācijas Gulbenes fāzes robeža. Tā nozīmē robežu starp aktīvo ledu austrumos un aprimušo ledu rietumos no marginālās grēdas. Pēc J.Straumes (Страйме, 1979) grēda veidojusies lielā plaisā starp aktīvo un aprimušo ledu. Šāds viedoklis tikai daļēji izskaidro Zebrus-Īles radiālās paugurgrēdas glaciotektoniskās struktūras.

Glaciotektoniskās struktūras var veidoties ne tikai vienpusēja (no austrumiem) ledus spiediena rezultātā, t.i. starp aktīvo un pasīvo vai aprimušo ledu. M.Punkari (1979) aprakstījis starpmēļu vai starplobu glaciofluviālas formas, kuras līdzīgi Zebrus-Īles radiālajai paugurgrēdai atgādina osus un ir izplatītas Somijā. Līdzība ir ne tikai morfoloģijā, bet arī to iekšējā uzbūvē. Galvenokārt ir sastopama slīpslāņota smilts, grants un dažviet ievērojams daudzums laukakmeņu. Kā atzīmē M.Punkari (1979), tādi starplobu veidojumi bieži tiek sajaukti arī ar gala morēnām. Pēc viņa domām starpmēļu kompleksu atsevišķas daļas var veidoties dažādā laikā, atkarībā no ledāja recesijas ātruma. R.Aario (1977) uzskata, ka to veidošanās var notikt starp ledus mēlēm ar atšķirīgu ātrumu.

Mezoforamas (41.att.) iekšējā uzbūvē, kas daļēji atspoguļojas atsegumu zīmējumos (42., 43., 44.att.), novērojamas glaciotektonisko parādību sekas glacioakvālajos nogulumos. Iežu granulometriskais sastāvs ir līdzīgs osiem - smilts, grants, oļi, laukakmeņi un aleirīti. Tajos dažviet ir novērojams slīpslāņojums, kas ir raksturīgs fluvioglaciālajiem nogulumiem. Nereti saskatāms sīks viļņojums vai gofrējums, kurš atgādina tecējuma ripsnojumu. Osiem neatbilstošs ir glaciotektoniski deformēts nogulumu slāņu sagulums. Sevišķi labi tas redzams ķīļveidīgajā smilts-grants slāņkopā (44.att.) starp oļu-laukakmeņu un aleirītu slāņkopām. Tas nozīmē, ka iežu primārais sagulums ir izjaukts. Līdz ar to, atsevišķi jānodala nogulumu uzkrāšanās un formveidojošo struktūru rašanās procesus. Primārie limnoglaciālie un fluvioglaciālie nogulumi ledāja glaciotektoniskās darbības rezultātā sabīdīti, saraustīti, izstaipti, sakrokoti, pārvietoti un citādi deformēti. Ledājveidotais paugurs ir glaciostruktūra, kas sastāv no daudzām dažāda izmēra un atšķirīga relatīvā vecuma kroku un pārrāvuma deformācijām. Aleirītiskā materiāla bloki (42., 43.att.) un to ievērojamā vertikālā vai



subvertikālā nobīde (1.7-2.5 m) gan uz leju, gan uz augšu liecina, ka relatīvi plastiskais materiāls, vismaz deformācijas noslēguma etapā, bijis sasalušā stāvoklī. Formas centrālajā daļā nošķelšanās plakņu vērsums pārsvarā sakrīt ar tās garenasi. Atsegumu (43., 44.att.) plaknēs redzamo lielāko antiklinālo un sinklinālo kroku šarnīri, līdzīgi kā nošķelšanās plaknes, ir orientēti paralēli vai gandrīz paralēli mezoformas garenasij. Tas liecina par spiedienu no sāniem - no ieplakas rietumos un ziemeļrietumos. To norāda arī zvīņveida uzbīdījumi rietumu nogāzē (43.att.). Materiāls, kurš atrodas paugura kodolā zemledus apstākļos, bija sasalis un kompakts. Tas bija pietiekams šķērslis, lai aktīvā ledus plūsmu konverģences joslā pieplūstot no abiem sāniem, sāktos krokveida deformācija. Vēlāk ledāja abpusējam spiedienam mainoties, materiāla plasticitāte samazinājās un notika sasalušo iežu blāķu zvīņveida uzbīdīšana. Tās rezultātā radās berze starp sasalušā aleirīta un it īpaši starp aleirīta un grants-oļu zvīņām. Rodoties berzei, paaugstinājās temperatūra, kura izraisīja ledus kušanu sasalušajos iežos. Ledum kūstot samazinājās iežu tilpums, bet uz izkusušā ledus rēķina atbrīvotajā telpā notika jau ar ūdeni piesātināta materiāla pārstrukturēšanās - plūšana, tecēšana. Tādējādi, zvīņās un uz primāro kroku spārnēm veidojās sekundārās plastiskās deformācijas - tecējuma un vilkšanas krokas. Tāpēc uzbīdījuma zvīņās, it īpaši pie to kontaktiem un arī dažos aleirītiskā materiāla blokos, izlocīti aleirīta un mālaina aleirīta slāņiši mijas ar sakrokotām un izlocītām smalkgraudainas smilts lēcām. Par materiāla pārvietošanos virzienā no rietumiem-ziemeļrietumiem uz austrumiem-dienvidaustrumiem liecina slīdēšanas skrambas uz aleirītisko bloku slīdvirsmām. To norāda arī oļu bruģis (43.att.) un oļu linearitātes diagrammas. Oļu linearitātes maksimumi (45.att.) sakrīt ar rietumu un ziemeļrietumu virzieniem. Dotajā gadījumā tā ir a-linearitāte attiecībā pret lokālās ledus plūsmas virzienu. Sakrokotajos aleirīta blokos saskatāmas klivāžas plaisas (43.att.), kuras veidojušās materiālu sastiepjot tam izliecoties (Уилсон, 1985). Iežu sastiepjot ir izveidojies gofrējums un viļņojums, kurš, samērā viendabīgā materiālā palielinoties stiepei, nepāriet budināžā, bet veidojas plaisas. Jāatzīmē, ka mikroroku šarnīri bieži orientēti atšķirīgi lielo kroku šarnīriem. Tāpat, savstarpēji atšķiras par 45°-60° lielo kroku ass plakņu vērsums un nošķelšanās plakņu vērsums. Minēto struktūru leņķiskās atšķirības saistītas ar vairākiem faktoriem. Formveidojošais materiāls ir litoloģiski daudzveidīgs, tas vienlaicīgi dažādos punktos varēja būt gan sasalis, gan arī piesātināts ar ūdeni nesasalušā agregārstāvoklī. Līdz ar to, iežu reakcija uz pārsedzošā

un pieplūstošā ledus spiedienu notika atšķirīgi. Šis atšķirības pastiprināja ūdens agregātstāvokļa maiņa, materiāla pārstrukturēšanās blīvuma izmaiņu rezultātā. Viens no galvenajiem izmaiņu cēloņiem ir ledus masu nevienmērīgā, viļņveidīgā uzvirzīšanās. Dž.Hārta un G.Boultons (Hart, Boulton, 1991) ar šādu ledus dinamiku saista augsta poru ūdens spiediena rašanos, kas arī galvenokārt nosaka glaciotektonisko struktūru veidošanos. Iepriekš minēto faktoru diferencēšanās izpausme atspoguļojas daudzu atšķirīgu struktūru kopumā - vienā reljefa mezoformā.

Glaciotektoniskie pētījumi veikti reljefa formā, kura morfoloģiski un ģenētiski ir saistīta ar Zebrus-Īles radiālo paugurgrēdu. To rezultāti rāda, ka tām ir kopīga - glaciotektoniska izcelsme. Glaciostruktūru pētījumos izmantotās A.Kazakova (Казакон, 1976) izstrādātās struktūranalīzes metodes rezultāti pierāda, ka aktīvā ledus spiediens bija vērsts no rietumiem-ziemeļrietumiem. Tas neatbilst priekšstatam par paugurgrēdas veidošanos aprimuša ledus plaisā, tāpat kā viedoklim par tās formēšanos plaisā starp aprimušo ledu rietumos un aktīvo ledu austrumos. Pamatojoties uz veiktajiem pētījumiem un uz vairāku autoru izstrādātajām deglaciācijas shēmām (Аболтинш, 1989; Eberhards, 1977; Вейнберс, 1968; Zelčs, 1990; Страйме, 1979), konkrētajā teritorijā ledus zaudēja savu aktivitāti virzienā no rietumiem uz austrumiem. Tas nozīmē, ka laikā, kad aktīvais ledus bija rietumos no Zebrus-Īles paugurgrēdas, dinamiski aktīvs (aktīvāks) ledus atradās arī austrumos no tās. No tā izriet, ka mezoforma veidojusies starp divām dažādas aktivitātes ledus mēlēm un ir klasificējama kā *starpmeļu radiālā paugurgrēda*. Par mēļu dažādu aktivitāti liecina paugurgrēdas atsevišķo segmentu pakavveida izliekumu īpatsvars rietumu virzienā. Tas norāda arī uz šo segmentu relatīvi atšķirīgo formēšanās laiku. Izliekto segmentu orientācija atspoguļo lokālo ledus plūsmu virzienu, kas perpendikulārs reģionālajam ledus kustības virzienam. Ar tādu ledus plūsmu sadalījumu starplobu veidojumu ģenēzi Kanādā izskaidro arī V.Prests (Prest, 1975). Tas rodas savstarpēji bremsējoties divām saplūstošām ledus mēlēm vai lobiem. Bremsēšanos pastiprina abu plūsmu pārvietotais gultnes iežu materiāls. Aktīvāko ledus plūsmu gultnes iezīmējas reljefā kā lineāras glaciotektoniskas ieplakas. Lielākā no tām ir Zebrus ieplaka. Par divu aktīvu ledus mēļu sadursmi liecina tipisks starpmēļu pauguru (dauguļu) un ledus izspieduma ieplaku reljefs, kas turpinās dienvidu virzienā no radiālās paugurgrēdas.

### 3.3.3. Irlavas radiālā paugurgrēda

Pamatojoties uz lauka pētījumiem un detāla mēroga topogrāfisko karšu analīzi, autors pārliecinājās, ka Austrumkursas augstienes ziemeļaustrumu daļā kā radiālais starpmēļu veidojums izšķirama arī *Irlavas* paugurgrēda. Tā ir morfoloģiski ir labi izteiksmīga un redzama dabā. Mezoforamas kopējais garums ir ap 22 km. Paugurgrēda nav vienlaidus valnis, bet morfoloģiski atšķirīgu reljefa mezoforamu komplekss. Erozijās izcelsmes pazeminājumi to sadala vairākos atsevišķos posmos. J. Straume (Страуме, 1979) to klasificējis kā osu grupu, kuru veido submeridionālā virzienā un tam šķērseniski orientētas osu grēdas. Ziemeļdaļā paugurgrēda stiepjas gar Abavas ielejas labo krastu uz dienvidiem no Abavas-Slocenes senielejas. Tālāk - no Sātiem uz dienvidiem tā turpinās gar Abavas ielejas kreiso krastu virzienā uz Irlavu un arvien vairāk pagriežas uz dienvidrietumiem - Struteli un Viesatiem (30.att.). Tādējādi, tā distālā virzienā pakāpeniski pāriet frontālā veidojumā attiecībā pret vienu no ledāja mikromēlēm.

Irlavas paugurgrēdas pamatā atrodas pamatiežu makropacēluma ieliece. Pamatiežu virsmas augstums nepārsniedz 50-55 m vjl ziemeļdaļā un tikai dienviddaļā, kur subkvartāra virsmā ir kāple, augstums sasniedz 60-80 m vjl. (1.att.). To saposmo senais ielejveida erozijas pazeminājums, kurš pārsvarā sakrīt ar Viesatas upes ieleju. Pamatiežu virsmu veido augšdevona terīgēnie un karbonātieži (2.att.). Ziemeļdaļā pārsvarā ir dolomīti un dolomītmerģeļi, izņemot Amulas svītu, bet teritorijas dienviddaļā galvenokārt ir terīgēnie ieži - Famēnas stāva Mūru, Tērvetes un Sņikeres svītu smilšakmeņi, smiltis un aleirolīti.

Vidējais kvartārnogulumu biezums ir 10-20 m (Эмулис, 1966; Danilāns, 1995). Tomēr, pamatiežu virsmas un topogrāfisko karšu salīdzināšana parāda, ka lielākajās pozitīvajās reljefa mezoformās ir novērojams kvartārnogulumu segas biezuma maksimums, kurš ievērojami pārsniedz vidējos lielumus. Irlavas radiālās paugurgrēdas kores daļā kvartārsegas biezums sasniedz 30-40 m, bet pazeminājumos tas samazinās līdz 5-10 m (3.att.).

Paugurgrēdas reljefs, salīdzinājumā ar citām radiālajām starpmēļu paugurgrēdām, ir sarežģītāks un daudzveidīgāks. Tai nav tik raksturīgo vienlaidus vaļņu, izņemot proksimālo daļu - Abavas labajā krastā. Pēc morfoloģijas to var raksturot kā

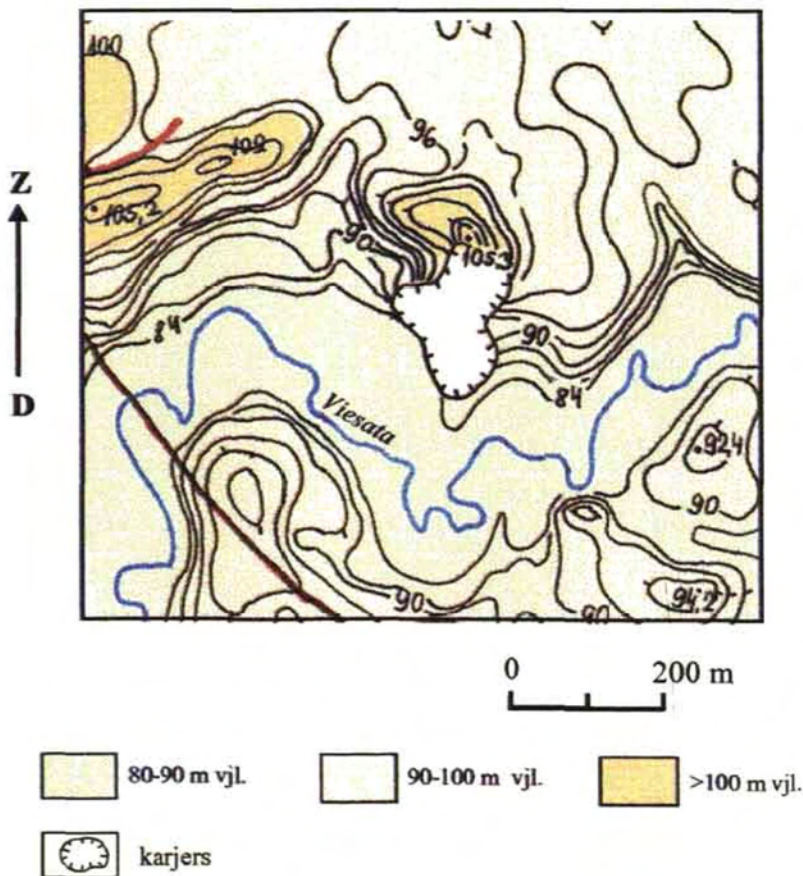
hipsometriski augstāk paceltu joslu, kuru veido vaļņveida pauguri, ledāja izspieduma un sabīdījuma vaļņi, dauguļi, glaciotektoniskās ieplakas, kā arī meziformas, kas pēc morfoloģijas un iekšējās uzbūves atgādina rievotās morēnas. Irlavas radiālā paugurgrēda morfoloģiski vairāk līdzinās Augstrozes paugurvalnim Ziemeļvidzemē. Paugurgrēdas ziemeļdaļu, kas stiepjas ~7 km garumā gar Abavas labo krastu, veido 0.4-0.8 km platu vaļņu un vaļņveida pauguru virkne. Tādējādi, tai piemīt arī citām Austrumkursas augstienes radiālajām starpmēļu paugurgrēdām raksturīga iezīme, ka proksimālā daļa sākas ar relatīvi garu, vienlaidus valni, bet distālajā daļā pakāpeniski arvien vairāk notiek tās sazarošanās, kas pāriet glacioadvekcijas pauguru un ieplaku mijā. Vidusdaļā, gar Abavas ielejas kreiso krastu, līdz Viesatai un arī tālāk uz dienvidrietumiem, paugurgrēda paplašinās līdz 3 km platumam. Pie Irlavas un uz dienvidrietumiem no tās paugurgrēdu veido 3-4 rindās sakārtoti, izlocīti un aptuveni paralēli vaļņi, vaļņveida pauguri un ieplakas starp tiem. Garenstiepto vaļņveida formu garums ir 0.5-1.0 km, bet platumas mainās no 100 m līdz 400 m. Vaļņveida pauguri mijas ar kupolveida virsotņu, neregulāras formas pauguriem.

Paralēli paugurgrēdas rietumu nogāzei, uz dienvidiem no Sātiem stiepjas 6.5 km garš, izlocīts, 0.1-0.2 km plats valnis ar deltveidīgu paplašinājumu ziemeļdaļā - pie Abavas ielejas. Vairāki autori (Страуме, 1979; Вейнбергс, 1968; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981) to klasificējuši kā osu. Līdz šim zināmais faktiskais materiāls liecina, ka tas nav pieskaitāms Irlavas radiālo paugurgrēdu veidojošo mezoformu kompleksam.

Liela daļa mezoformu sastāv no krustojošiem, vienāda vai dažāda garuma vaļņveida pauguriem. Krustojošo struktūru linearitāte savstarpēji atšķiras par 60°-90°, tādējādi - pārsvarā iezīmējas divi virzieni. Dominējošais ir ZZA-DDR, kas ir paralēls paugurgrēdas ass līnijai, otrs virziens ir ziemeļrietumi-dienvidaustrumi. Krustojošās formas pēc morfoloģijas atgādina rievotās morēnas. Šāda tipa pauguri ir parasta parādība paugurgrēdas distālajā daļā, kur tie mijas ar glaciotektoniskajām ieplakām. Paugurgrēdu veidojošo pozitīvo formu relatīvais augstums parasti ir 12-15 m, retāk tas sasniedz 17-20 m. Bieži tām ir vairākas virsotnes. Paugurgrēdas garenvirzienā ir novērojama absolūtā augstuma palielināšanās no 85-95 m vjl. ziemeļdaļā un vidusdaļā līdz 115-120 m vjl. dienviddaļā.

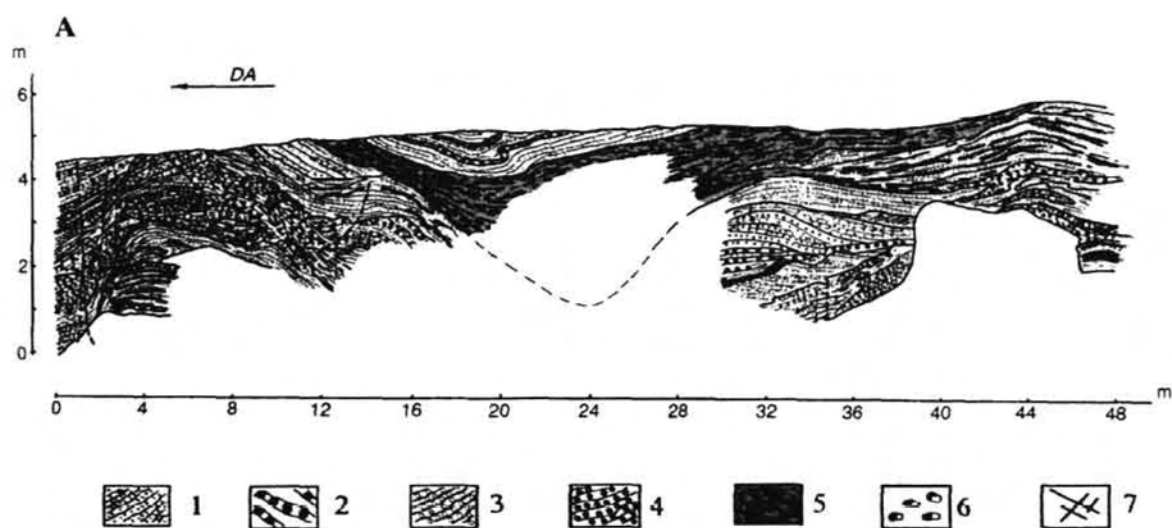
Irlavas starpmēģu paugurgrēdas iekšējās uzbūves pētījumi veikti tās dienviddaļā, kur raksturīgi saliktas formas pauguri - krustojošas, atšķirīgas linearitātes vaļņveida glaciostruktūras. Šādu mezoforamu koncentrācija piešķir ainavai tīklveida jeb režģveida zīmējumu. To morfoloģiskā līdzība liecina arī par kopīgas izcelsmes īpatnībām.

Detāli pētījumi izdarīti smilts-grants karjerā, kas izveidots paugurā, kurš atrodas pie Viesatas ielejas kreisā pamatkrasta, 0.4 km AZA no Struteles-Aizupes ceļa tilta pār Viesatu (46.att.). Pauguru veido divi garenstiepti atzari, kuri ir gandrīz perpendikulāri viens otram. Tie stiepti RZR un DDR no to krustpunkta un arī kopīgās virsotnes. Morfoloģiski izteiksmīgāks ir atzars ar RZR-DDA linearitāti. Paugura vaļņveida atzarojumu garums sasniedz 400 m, bet platums - 100-120 m. Nogāžu relatīvais augstums pret ziemeļos pieguļošo līdzenumu nepārsniedz 10 m, bet ar Viesatas ielejas pamatkraсту kopīgā nogāze sasniedz 21 m. Mezoformas iekšējā uzbūvē ir novērojamas divas galvenās iezīmes, kas izsekojamas arī citu Austrumkursas augstienes paugurgrēdu veidojošo formu uzbūvē.



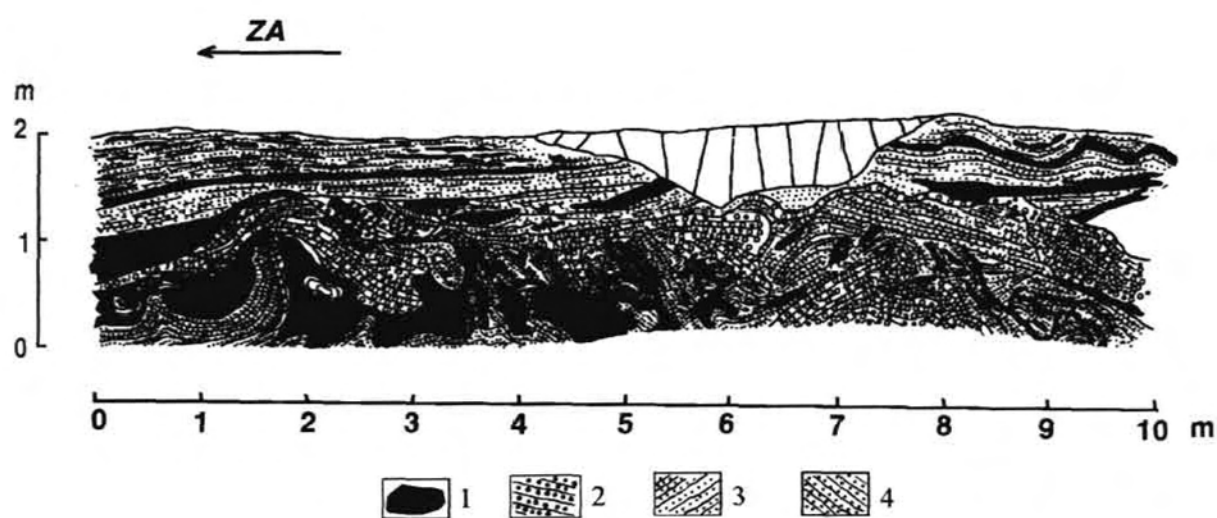
46.att. Viesatu apkārtnes hipsometriskā shēma un karjera novietojums Irlavas paugurgrēdā.





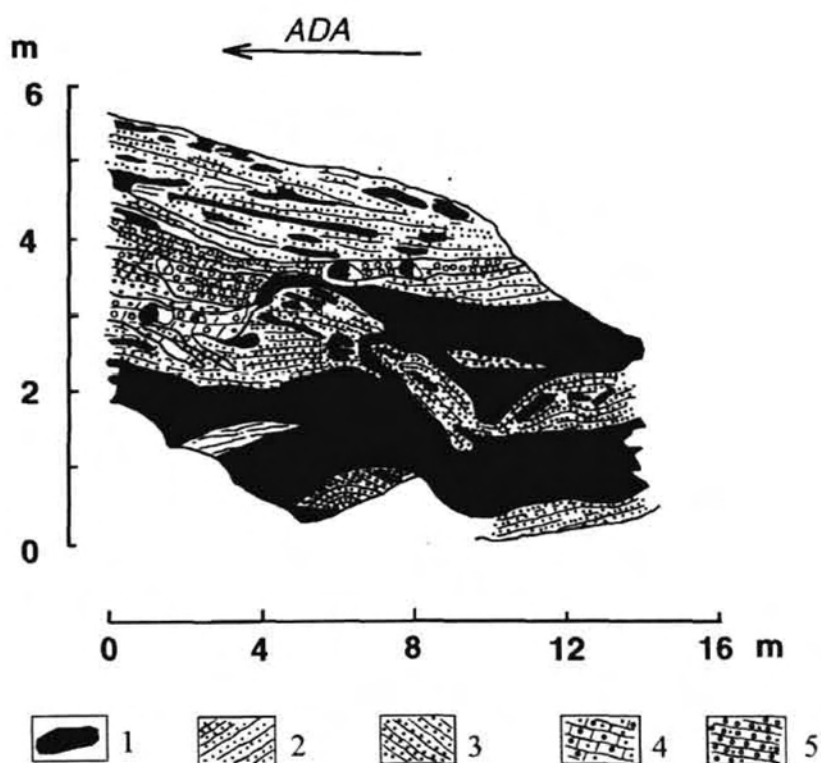
**47.att. Paugura iekšējā uzbūve Irlavas paugurgrēdas dienvidrietumu daļā A sienā (skat. 46.att.).**

1 - smilts; 2 - ar sekundāru kalcītu cementēta smilts; 3 - oļi; 4 - grants; 5 - blīvs mālais aleirīts; 6 - laukakmeņi; 7 - plaisas.



**48.att. Paugura iekšējā uzbūve Irlavas paugurgrēdā (skat. 46.att.), atseguma B sienā 5 m uz dienvidiem no atseguma A (skat. 47.att.).**

1 - blīvs mālais aleirīts; 2 - oļi un grants; 3 - smilts; 4 - grants.



**49.att. Paugura iekšējā uzbūve Irlavas paugurgrēdā (skat. 46.att.), karjera C sienā uz ziemeļiem no atseguma A (skat. 47.att.).**

1 - blīvs mālais aleirīts; 2 - smilts; 3 - grants; 4 - morēna; 5 - oļi un grants.

- Pirmkārt, paugura centrālo un lielāko daļu aizņem sakrokota, primāri glacioakvālas izcelsmes - smilts, grants, oļu un aleirītiska materiāla slāņi. Smilšainās un aleirītiskās frakcijas bieži veido vairākus metrus biezas slāņkopas.
- Otrkārt, mezoforūmu pārsedz 1.5-2 m bieza, sarkanbrūna, pēdējā apledojuma morēna - smilšmāls un mālsmilts.

Attēlos redzami atsegumi (47., 48., 49.att.) atrodas paugura dienvidu atzarojumā un tikai nedaudz (49.att.) skar centrālo daļu. Atsegumu plaknes (47., 49.att) atsedz formas iekšējo uzbūvi garenvirzienā 64 m garumā. Tajās redzams, ka dominē dažādi šķīroti smilts-grants-oļu materiāls, bet ievērojamu apjoma daļu veido 1.5-4 cm biezu aleirīta, mālaina aleirīta, māla un smilts slāniņu mija. Morēnas smilšmāls un mālsmilts redzams tikai atsevišķu lēcu un ievilkumu veidā. Formveidojošo nogulumu slāņkopas ir sakrokotas. Lielāka rādiusa krokas sarežģī liels daudzums mazāku - sekundāro kroku. Īpaši daudz nelielu kroku ir plastiskajā - mālainajā un aleirītiskajā materiālā. Mālainais materiāls ir arī sastiepts, saraustīts un vietām novērojama budināža. Atsegumā (48.att.) redzamas vairāku ģenerāciju struktūras. Lielais daudzums glaciodaiku un diapīra struktūru norāda uz liela ledāja spiediena apstākļiem, kuru rezultāts ir glacioadvēktīvās struktūras smalkgraudainajā smiltī. Redzamajā plaknē (48.att.) krokas parsvarā ir sagāztas uz ziemeļaustrumiem. Tomēr, redzamas arī citu ģenerāciju krokas, kuras noliekas pretējā virzienā. Kroku izmēri ir nelieli, to augstums ir 0.5-1.0 m, un tās ir vairāk saspīestas pie virsotnēm. Tādējādi, kā atzīmē E.Ļevkovs (Левков, 1980), ne vienmēr saglabājas tāda likumsakarība, ka slāņu kontaktu kritums pieaug virzienā no krokas ass plaknes uz spārnēm, bet dažviet ir novērojams pretējais.

### 3.4. GLACIGĒNĀ RELJEFA PAZEMINĀJUMI

Glacigēnā reljefa pazeminājumi ietver dažādā hipsometriskā līmenī izvietotas, pēc lieluma un ģenēzes atšķirīgas negatīvās reljefa formas. Tādējādi, tās atšķiras pēc izmēriem, formas, orientācijas, uzbūves īpatnībām. Tāpat, tām ir noteikta saistība ar pozitīvajām reljefa mezoforūmām un to kompleksiem. Negatīvo ledāja reljefa formu telpiskais izvietojums un morfoloģija liecina par to veidošanās īpatnībām un relatīvo vecumu.

Glacigēnā reljefa pazeminājumu augstāko taksonomisko līmeni ieņem Austrumkursas augstienes līdzenumi, kas atrodas starp radiālajām starpmēļu paugurgrēdām. Katrs no tiem ir bijušais ledāja mēles vai sīkāka izmēra aktīvā ledus izvīzījumu baseins - glaciodepresija, kurā aktīvā ledāja darbības atspoguļojums mūsdienu reljefā ir glaciotehtoniskie plakanie vai viļņotie līdzenumi. Līdzenumiem raksturīga iegarena, ledājkustības virzienā stiepta forma un ieliekta virsma, kuras kopējais kritums parasti vērsts proksimālā virzienā. Sānos tos norobežo radiālās paugurgrēdas, kas paceļas 20-70 m virs tiem. Ledāja mēļu baseinu līdzenumu izvietojumu un formu ievērojami ietekmēja pamatiežu virsmas reljefs (Даниланс, 1972), kas lielā mērā nosacīja arī mēļveida deglaciācijas norisi (Аболтыньш, 1972; Аболтыньш, 1989). Austrumkursas augstienes ledāja mēļu baseinu līdzenumi ir daudzu, gan morfoloģiski atšķirīgu, gan arī līdzīgu reljefa mezoformu komplekss. Tie ietver krumlinu, flūtingu un rievoto morēnu areālus. Tā, piemēram, Viesatu līdzenumā starp Zantes un Irlavas radiālajām paugurgrēdām ir novērojami radiālo un rievoto morēnu areāli. Tāpat, līdzenumu reljefā ir starpkrumlinu, starpflūtingu un citas starppauguru ieplakas. Glacioadvekcijas pauguri, to grupas un nelieli ledāja izspieduma-sabīdījuma frontālie veidojumi kombinējas ar proksimāli izvietotajām glaciotehtoniskajām ieplakām (Страутниекс, 1998; Strautnieks, 1996). Nereti līdzenumu glaciotehtoniskā reljefa īpatnības var būt apslēptas. Piemēram, līdzenumā starp Lutriņu un Zantes paugurgrēdām, proksimālajā daļā izvietojies Vānes krumlinu lauks, bet distālajā daļā - virzienā uz Gaiķiem un Brocēniem, vairākus metrus bieza ledājukušanas ūdeņu lokālo baseinu nogulumu slāņkopa pārsedz ledāja veidoto reljefu. Tādējādi, līdzenuma virsma ir stipri izlīdzināta un sarežģī glaciotehtonisko reljefa mezoformu paraģenētiskās rindas noteikšanu šajā teritorijā.

Zemākam taksonomiskam līmenim atbilst lokālo ledusplūsmu - mikromēļu baseini. Tās ir ledāja mikromēļu glaciotehtoniskās - izspieduma ieplakas un ir no tām distālā virzienā novietoto, ledājkustības virzienā izliektu, nelielu paugurgrēdu vai paugurmasīvu veidojošā materiāla izcelsmes vieta (source basin). Kā zināms (Aber, 1988; Aber, Croot, Fenton, 1989; Левков, 1980) un novērots arī Latvijā (Zelčs, 1993, 1994; Страутниекс, 1998), līdzīgs ir ģenētiski saistīto pozitīvo un negatīvo reljefa mezoformu apjoms. Šādas glaciotehtoniskās ieplakas ir vairāk izplatītas Austrumkursas



augstienes paugurotajā dienviddaļā - Saldus un Lielauces paugurainē. To garums ir 1-6 km, bet platums - 0.5-4 km. Mikromēļu glaciotektoniskajās ieplakās izvietojušies purvi un ezeri. Lielākajās ieplakās atrodas Zebrus, Svētes, Lielauces ezeri un Zvārdes purvs. Tajās sastopamā, vairākus metrus biezā kūdras slāņkopa apslēpj ledāja reljefa artikulāciju. Vairāk izlīdzināts reljefs, ko rada ar kūdras aizpildītās ieplakas, sastopams Lielauces pauguraines rietumdaļā. Minēto īpatnību šajā augstienes daļā uzsvēris arī I.Veinbergs (Вейнбергс, 1968), klasificējot ieplakas kā pazeminājumus fluvioglaciālajā līdzenumā, ņemot vērā dominējošo smilts-grants-oļu materiālu pozitīvajās reljefa formās. Ievērojami daudz nelielu mikromēļu glaciotektonisko ieplaku ir Lielauces pauguraines austrumdaļā - Īles, Naudītes un Slagūnes apkārtnē, kur katra no tām distālajā daļā noslēdzas ar mikromēles kustības virzienam šķērseniski orientētu vaļņveida pauguru grupu vai masīvu. Tā paša taksonomiskā līmeņa pazeminājumiem var pieskaitīt arī iegarenas glaciotektoniskās ieplakas, kuras atdala DeGēra morēnu joslas un orientētas perpendikulāri reģionālajam ledājkustības virzienam.

Savdabīgs ledāja reljefa morfoloģiskais tips, kas sastopams gan augstienes glaciotektoniskajos līdzenumos, gan arī paugurainēs un paugurgrēdās, ir lineārie ielejveida pazeminājumi. Austrumkursas augstienes lineāros pazeminājumus var grupēt pēc vairākām pazīmēm:

- pēc orientācijas attiecībā pret ledāja reģionālās kustības virzienu;
- pēc morfoloģijas;
- pēc veidošanās apstākļu īpatnībām.

Augstienes teritorijā izšķirami gan ledāja reģionālās kustības virzienā orientēti, gan arī tam perpendikulāri pazeminājumi. Lielākie un redzamākie ledājkustības virzienā stieptie ielejveida pazeminājumi ir Augšabavas-Bērzes un Vašlejas pazeminājums, kā arī lineārie iegrauzumi, kurus mantojušas Imulas un Amulas ielejas. Pēc minētā redzams, ka ir gandrīz neiespējami lineārās negatīvās reljefa formas klasificēt tikai pēc orientācijas vai kāda cita parametra, ja tajās izvietojušās mūsdienu upes, kuru ielejas ir tikai daļa no pazeminājuma.

Lineāro pazeminājumu morfoloģiju raksturo to platums, dziļums un nogāžu slīpums. Pēc to šķērsriezuma formas izšķirami muldveida, retāk kanjoveida pazeminājumi. Jāpiebilst, ka atšķirībā no glaciostrukturāli akumulatīvajām salveida

augstienēm, kur ir bieza kvartārnogulumu sega, Austrumkursas augstienē, tāpat kā citās radiālajās cokoltipa augstienēs, muldveida un kanjonveida pazeminājumi pārsvarā ir saistīti ar līdzīgām formām pamatiežu virsmā.

Ielejveida pazeminājumu klasificēšanu pēc to ģenēzes apstākļiem sarežģī vairāki faktori.

- Pirmkārt, ielejveida pazeminājumi mūsdienu reljefā izveidojās aktīvajam ledājam pārveidojot senos erozijas pazeminājumus pamatiežu virsmā, tie tika padziļināti, paplašināti un daļēji aizpildīti ne tikai ar ledāja nogulumiem - pamatmorēnu, bet arī ar tā kušanas ūdeņu nogulumiem - smilts-grants materiālu. Tas, cik lielā mērā padziļinājums ir ledāja pārveidots, atkarīgs no tā linearitātes attiecībā pret ledājkustības virzienu. Jāpiebilst, ka deglaciācijas etapā ielejveida pazeminājums dažviet ievērojami varēja pārveidot arī lokālās ledusplūsmas, kuru virziens varēja būt pat perpendikulārs reģionālajam ledājkustības virzienam. Nereti par aktīvā ledāja darbību ielejveida pazeminājumu pārveidē liecina vietējā karbonātiskā vai terigēnā materiāla atlūzas un atrauņi to augšmalās.
- Leduslaikmeta beigu posmā daudzi no tiem bija ledājkūšanas ūdeņu noteces ielejas vai/un lokālo baseinu daļa, tādējādi ne vienmēr ir iespējams noteikt dominējošos ģenēzes apstākļus.
- Lielākā daļa dziļāko ielejveida pazeminājumu ir saistīta ar mūsdienu hidrogrāfiskā tīkla attīstību.

Dažu lielāko ielejveida pazeminājumu veidošanās apstākļus Austrumkursas augstienē detalizēti pētījis I.Veinbergs (Вейнбергс, 1968, 1975).

Vienas no savdabīgākajām negatīvajām reljefa meziformām ir subglaciālās vagas jeb iegultnes. Austrumkursas augstienē ir subglaciālo iegultņu sistēma, kura, kā atzīmējis J.Straume (Страуме, 1979), sakrīt ar senajiem ielejveida iegrauzumiem subkvartāra virsmā. To veido divas, no kopīga - proksimālā gala atzarojošas, virzienā uz dienvidrietumiem un dienvidaustrumiem stieptas Saldus un Cieceres-Ķerkliņu subglaciālās iegultnes. Lielākā ir Cieceres-Ķerkliņu iegultne, kuras morfoloģiju detalāk aprakstījis I.Strautnieks (1994). Tās garums ir ~22 km, bet platums mainās no 200 m līdz 1.4 km. Tāpat kā citas subglaciālās iegultnes (Вейнбергс, 1968), tās gultne ir nelīdzena un vietām ir sastopamas dziļas, garenass virzienā stieptas ieplakas, kurās izvietojušies ezeri un purvi. Dziļākās ieplakas aizņem Cieceres, Odzēnu, Svētaiņu un

Ķerkliņu ezeri. Iegultņu nogāžu augstums virs ezeru līmeņa ir 20-30 m, bet maksimālais nogāžu augstums virs iegultņu dibena sasniedz 60-80 m. Nogāžu slīpums ir 10-35°. Vietās, kur izplūst CaCO<sub>3</sub> saturoši avotu ūdeņi, izgulsnējušies saldūdens kaļķieži veido terasveidīgus laukumus. Cieceres-Ķerkliņu subglaciālā iegultne distālajā daļā šķērso Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēdu. Pēc I.Veinberga novērojumiem subglaciālās iegultnes saistītas ar marginālajiem veidojumiem, t.i., teritorijām starp ledāja dažādas aktivitātes ledus plūsmām. Distālajā daļā Cieceres-Ķerkliņu subglaciālā iegultne paplašinās un atveras pret Vadakstes līdzenumu. Paplašinājumu dienvidaustrumos daļēji noslēdz iegultnes garenvirzienā orientēti vaļņveida pauguri, kurus veido smilts-grants materiāls. Kā atzīmē I.Veinbergs, kaut arī subglaciālo iegultņu dibenā un nogāzēs ledājkūšanas ūdeņu intensīvas darbības pēdas nav novērojamas, tomēr smilts-grants-oļu materiāla veidotās reljefa formas to distālajos galos rada iespaidu, ka iegultnes veidojušas ledājkūšanas ūdeņu straumes, kuras plūdušas no ledāja periglaciālās zonas virzienā. Tomēr, līdz šim nav izdarīti mezoformu iekšējās uzbūves pētījumi distālā virzienā no Ķerkliņu ezera, kas norādītu uz to glaciofluviālo izcelsmi. Nav izdarīti oļu garenasu mērījumi akmeņainajā morēnas smilšmālā, kas, kā atzīmē I.Veinbergs (Вейнбергс, 1968), plaši izplatīts arī Cieceres-Ķerkliņu subglaciālajā iegultnē, jo tos pārsedz glaciolimniski aleirītiskie, mālainie un smilšainie nogulumi, kā arī jaunākie - ezeru un purvu nogulumi.

Glacigēnā reljefa negatīvo formu zemāko taksonomisko līmeni ieņem dažādās starppauguru ieplakas. Tās, tāpat kā pozitīvās reljefa mezoforamas nereti veido laukus vai areālus. Pamatojoties uz Austrumkursas radiālās cokoltipa augstienes reljefa morfoloģiskajiem pētījumiem, starppauguru ieplakas jeb pazeminājumus var klasificēt pēc to formas un orientācijas attiecībā pret ledājkustības virzienu. Tādējādi, izšķiramas:

- lineārās, radiālās ieplakas;
- lineārās, frontālās ieplakas;
- lineārās, mainīgas orientācijas ieplakas;
- ieapaļas vai citas - nesimetriskas formas ieplakas ar katlveida padziļinājumiem.

Radiālās lineārās ieplakas galvenokārt sastopamas augstienes radiālo morēnu laukos un radiālajās starpmēļu paugurgrēdās. Ar savdabīgiem radiāliem pazeminājumiem īpaši izceļas Lutriņu radiālā paugurgrēda. Tie izvietojušies starp

ziemeļu-dienvidu virzienā orientētiem vaļņiem. Ieplaku garums sasniedz 6-12 km, bet platums - 0.6-2 km. Tās ir pārpurvotas un dažās izvietojušies ielejveida augstie purvi (Зелча, Зелчс, Маркотс, 1990), kuros kūdras kupolam ir ieplakas garenvirzienā stiepta vaļņa forma. Vairākus metrus biezā kūdra izlīdzina ledāja reljefa radīto artikulāciju un piešķir teritorijai vairāk izlīdzinātas virsmas raksturu.

Austrumkursas augstienes radiālo morēnu izplatības areālos, tāpat kā glaciodepresiju zemienēs (Zelčs, 1993, 1994, 1995), lineārās ieplakas starp krumliniem un flūtingiem ir ģenētiski cieši saistītas ar pozitīvajām reljefa formām. Par to liecina reljefa kopīgais konverģentā vēdekļa zīmējums krumlinu laukos un konsekventi paralēlais sakārtojums flūtingu izplatības areālos un orientācija ledājkustības virzienā. Teorētiski pozitīvo un negatīvo formu morfoloģijai vajadzētu būt identiskai, tomēr parasti tās nedaudz atšķiras. Ieplaku dibens nereti ir vairāk izlīdzināts, pat plakans. Tajās sastopami purvu, vietām arī ezeru nogulumu un avotkaļķieži. Ieplakas, kurās izvietojies mūsdienu hidrogrāfiskais tīkls, ir vairāk pārveidotas nekā sānos esošie krumlini vai flūtingi.

Lineārās frontālās ieplakas sastopamas frontālajās paugurgrēdās, ledāja izspieduma-sabīdījuma paugurmasīvos, nelielajos, 2-4 km garajos frontālajos veidojumos. Plaši izplatīts frontālo - lineāro ieplaku tīkls ir Austrumkursas augstienes rietumdaļā, kur izvietojies Vārmes-Zirņu DeGēra morēnu lauks. Frontālajās paugurgrēdās, tāpat kā vairums pozitīvo formu, ieplakas orientētas paralēli paugurgrēdas garenasij. To garums ir līdzīgs sānos esošajiem vaļņiem, bet dažreiz pazeminājums ir kopīgs vairākām pozitīvajām formām, un katrai atbilstošās robežas var noteikt tikai nosacīti. Frontālajos veidojumos Lielauces paugurainē lineāras, šauras un dziļas ieplakas mijas ar šauriem, ledājkustības virzienam perpendikulāriem vaļņiem un vaļņveida pauguriem, tomēr nereti sastopami arī radiāli vaļņi un tos pavadošās ieplakas. Pozitīvo un negatīvo formu morfoloģiskā līdzība, kā arī to pārsedzošais materiāls - morēnas mālsmilts ar oļiem un lielu daudzumu laukakmeņiem, liecina par mezoformu kopīgo glaciotektonisko izcelsmi. Īpaši daudz tādu veidojumu ir Naudītes un Īles apkārtnē, kā arī Pokaiņu paugurmasīvā.

Mainīgas orientācijas lineārajiem pazeminājumiem ir ielejveida forma. Tās ir sastopamas gan frontālajās, gan radiālajās paugurgrēdās, tomēr visbiežāk - radiālo un frontālo ledāja veidojumu sadures vietās. Īpaši raksturīgas Lielauces un Zebrus-Īles

paugurgrēdās. Novērojami izlocīti, arī sazaroti ielejveida pazeminājumi ar atvērums vienā no to galiem vai arī ar atvērums abos galos. To garums visbiežāk ir 0.2-0.5 km, retāk sasniedz 1 km un vairāk, bet platums parasti mainās no 20 līdz 100 m. Dziļums, tāpat kā tos norobežojošo vaļņveida pauguru relatīvais augstums, sasniedz 10-30 m. Ielejveida pazeminājums ar vienu atvērums raksturīgi amfiteātra paplašinājums to virsotnēs. Tajos parasti atrodas ieapaļas vai iegarenas, 2-6 m dziļas iedobes. Atvērums virzienā ielejveida pazeminājums sašaurinās un absolūtais augstums pat nedaudz pieaug. Pietiekami detālas informācijas par aprakstīto negatīvo reljefa formu ģenēzi nav. Tomēr, pamatojoties uz atsevišķu glaciotektonisko struktūru izpēti šādu pazeminājums sānos, rodas iespaids, ka tie ir vairāk vai mazāk ledājkūšanas ūdeņu sekundāri pārveidoti.

Ieapaļas vai citas - nesimetriskas un nenoteiktas orientācijas ieplakas galvenokārt sastopamas Austrumkursas augstienes paugurainajā dienviddaļā. Tās izvietojušās starp kupolveida, konusveida vai neregulāras formas morēnpauguriem un dauguļiem. Liela daļa no tām ir glaciotektoniskās izspieduma ieplakas. Daguļi parasti kombinējas ar līdzīgas formas un apjoma (tilpuma) ieplakām. Tomēr, atšķirībā no radiālo morēnu laukiem, blakus esošo ieplaku un pauguru apjoms ne vienmēr ir līdzīgs. Piemēram, Lielauces paugurainē Naudītes apkārtņē, kur ir liela pozitīvo un negatīvo formu daudzveidība, sastopamas arī gredzenveidā sakārtotu pauguru virknes, kur katra no tām apjož vienu kopīgu ieplaku.



## 4. LEDĀJA RELJEFA ATTĪSTĪBAS GAITA

### 4.1. RELJEFA MEZOFORMU TĒLPISKĀ GRUPĒJUMA TIPI UN PARAĢENĒTISKĀS RINDAS

Austrumkursas augstienes reljefa mezoformu iekšējās uzbūves un to morfoloģijas pētījumi, kā redzams arī iepriekšējā nodaļā, liecina, ka lielākā daļa ledāja reljefa pozitīvo formu ir glaciotektonisko struktūru morfoloģisks atspoguļojums. Tādējādi, to loma Austrumkursas augstienes reljefā ir lielāka, nekā bija zināms līdz šim (Вейнбергс, 1968, Страуме, 1979; Аболтиньш, 1989). Reljefa mezoformās novērojamas dažāda veida un izmēra glaciostruktūras. Mezoformu ārējo apveidu nosaka struktūru kopums, neatkarīgi no to skaita un sarežģītības. Tomēr, glaciotektonisko reljefa formu morfoloģija galvenokārt ir atkarīga no lielizmēra glaciotektoniskajām struktūrām - krokām un zvīņām, tāpat kā tas ir salveida glaciostrukturāli akumulatīvajās augstienēs (Аболтиньш, 1989), ledāja zemienēs (Zelčs, 1993; Зелчс, Маркотс, Страутниекс, 1990) un starpmēļu paugurvaļņos (Zelčs, 1993, 1995). Lielizmēra glaciostruktūras veido vaļņus, paugurus un ieplakas. Glaciotektoniskās reljefa formas parasti grupējas, veidojot paugurgrēdas, paugurvaļņus un paugurmasīvus, kā arī vientipisko mezoformu - radiālo, frontālo, rievoto morēnu laukus un pauguru areālus (nogabalus).

Austrumkursas augstienes reljefā izšķirami vairāki atšķirīgu mezoformu telpiskā grupējuma tipi:

- paugurgrēdas;
- pauguraines ar dauguļu un morēnpauguru grupējumiem, kas ietver arī dažāda morfoloģiskā paveida paugurmasīvus, neregulāras formas un lineāru pauguru grupas;
- radiālo morēnu - krumlinu, iespējams arī drumlinu un flūtingu lauki;
- rievoto morēnu lauki;
- paugurvaļņi; patstāvīgs šāda tipa mezoformu komplekss ir tikai Pampāļu paugurvalnis, kurš pēc ģeomorfoloģiskās rajonēšanas ir atsevišķa zemāka taksonomiskā ranga makroforma.

Reljefa morfoloģiskās īpatnības, kuras norāda tā piederību noteiktam mezoformu telpiskā grupējuma tipam, nereti atspoguļo formu telpisko transformāciju un tādējādi, parāda arī to morfoģenētisko saistību. V.Zelča (1993) izstrādātais modelis par

formveidošanās etapiem un paraženētiskajām rindām diverģentā tipa ledāja zemienēs Latvijā, parāda radiālās un rievotās morēnas kā vienas paraženētiskās rindas atšķirīgus posmus. Pēc analogijas, drumlinu un rievoto morēnu morfoģenētiskā saikne novērojama Ziemeļamerikas un Skandināvijas ledāja reljefa morfoloģiskajās shēmās (Ellwanger, 1994).

Austrumkursas augstienē ievērojamu platību aizņem glaciģēnas izcelsmes līdzenumi, kurās sastopamas tādas pašas izcelsmes, uzbūves un apveida mezoforamas kā ledāja zemieņu rajonos. Līdzenumi aizņem glaciodepresiju pazeminājumus. Tajos novērojami gan radiālo, gan arī rievoto morēnu areāli, tādējādi, paraženētisko rindu izsekošanu lielā mērā var balstīt uz jau zināmiem pierādījumiem glaciodepresiju zemienēs (Zelčs, 1993; Зелчс, Маркотс, Страутниекс, 1990) un cokoltipa augstieņu malās (Зелчс, Страутниекс, 1992).

Austrumkursas radiālajā cokoltipa augstienē izdalāmas vairākas mezoforamu kompleksu paraženētiskās rindas. Paraženētiskās rindas atkārtojas un telpiski veido paraženētiskās joslas, kuras nomaina viena otru ledāja kustības virzienā. Katrā no turpmāk uzskaitītajām paraženētiskajām joslām, tās veidojošie atsevišķie virknes posmi - lauki vai areāli nosaukti tādā secībā, kādā tie nomaina viens otru ledāja reģionālās kustības virzienā.

- Pirmo paraženētisko joslu Austrumkursas augstienē, rietumos no Lutriņu paugurģrēdas, veido *konverģentie drumlini ar Vārmes-Zirņu Deģēra morēnu lauku* ar vairākiem šā tipa rievoto morēnu areāliem.
- Tālāk austrumos atrodas josla, kuras sastāvā ietilpst *Vānes konverģento drumlinu lauks*. Tas aizņem līdzenuma proksimālo daļu starp Lutriņu un Zantes paugurģrēdām. Mezoforamu identificēšanu līdzenuma distālajā daļā apģrūtina vairāki faktori:
  - ⇒ pirmģart, dienvidu virzienā ledāja relģefu pārsvarā izlīdzina (arī pārsedz) ledāģģkušanas ūdeņu nogulumi, un tikai augstākās mezoforamas parādās virsmā kā rievotās morēnas;
  - ⇒ otrģart, līdzenuma dienviddaģļa nav tiešs Vānes konverģento drumlinu turpināģjums distālā virzienā, jo krumlini orientēti ziemeģģrietumu-dienvidaustrumu virzienā un atšķģiras no līdzenuma ģarenass.

⇒ treškārt, krumlinu lauku distālā virzienā ieslīpi nogriež Zantes paugurgrēda, kas pēc novietojuma varētu būt nākamais posms paraženētiskajā joslā, tomēr leņķiskā nesaderība to neapstiprina.

- Viesatu līdzenumā - starp Zantes un Irlavas paugurgrēdām izplatītās reljefa formas atgādina *rievotās morēnas*, tikai centrālajā daļā šauru joslu aizņem ZZR-DDA virzienā orientēti konsekventi paralēli vaļņi, kas līdzinās Austrumlatvijas zemienē sastopamajiem *flūtingiem* (Zelčs, 1993). Distālā virzienā tie noslēdzas ar rievotajām morēnām un Irlavas paugurgrēdas dienviddaļu, kur tā pagriežoties uz dienvidrietumiem pāriet frontālā veidojumā.
- Liela *radiālo un rievoto* morēnu morfoloģiskā daudzveidība izsekojama topogrāfiskajās kartēs Lestenes-Degoles pacēlumā. Distālā virzienā mainās *Degoles konverģento drumlinu lauks - Lestenes rievoto morēnu lauks*.
- Rietumos no Lestenes rievoto morēnu lauku izvietojies *Vasku konverģento drumlinu lauks*. Distālajā daļā, tāpat kā iepriekšminētās rievotās morēnas, tas noslēdzas ar hipsometriski augstākiem ledāja frontālajiem veidojumiem, kas ledājkustības virzienā izliektas joslas veidā stiepjas no Zebrus paugurmasīva līdz Gauratas ezera ieplakai.

Austrumkursas augstienes glaciodepresiju līdzenumu veidošanās apstākļus un mezoformu morfoloģiju ietekmēja starpmēļu radiālās paugurgrēdas to sānos, kā arī frontālie veidojumi - paugurgrēdas, paugurmasīvi un pauguru joslas līdzenumu distālajā daļā.

Līdzīgi kā glaciodepresiju līdzenumos, arī radiālajās starpmēļu paugurgrēdās ir novērojami atšķirīgu mezoformu teritoriālie grupējumi ledāja reģionālās kustības virzienā:

- proksimālo daļu veido divpusēja saspieduma vienlaidus vaļņi;
- distālajā daļā vaļņveida formas pāriet virknē, kuru veido ledāja izspieduma ieplaku un glacioadvekcijas pauguru (dauguļu) mija.

Šāda reljefa morfoloģijas transformācija saistīta ar ledāja dinamikas īpatnībām - sprieguma sadalījuma izmaiņām, kur ledus mēļu savstarpējo sadursmi sarežģīja to sadursme ar distāli novietoto pasīvo ledu.

## 4.2. MEZORELJEFA KOMPLEKSU TELPISKAIS IZVIETOJUMS KĀ LEDĀJA IZZUŠANAS GAITAS ATSPUGUĻOTĀJS

Mezoformu kompleksu telpiskais izvietojums Austrumkursas augstienē, kā jau minēts 1.nodaļā, veidojies ciešā saistībā ar ledāja gultnes īpatnībām. Tādējādi, tas daļēji atspoguļo pamatiežu virsmas reljefu un, kā liecina pētījumi kontinentālā apledojuma apgabalos citur (Evans, 1994; Johansson, 1994; Prest, 1975; Soettem, 1994; Аболтиньш, 1989; Zelčs, 1993; Зелчс, Маркотс, Страутниекс, 1990; Zelčs, Dreimanis, 1997; Lundqvist, 1989; Aber, 1988 u.c.), arī ledāja reģionālās kustības virzienu. Reljefa mezoformu linearitāte, mezoformu kompleksu savstarpējais izvietojums dažādu autoru shēmās (Аболтиньш, 1989; Zelčs, 1993, 1992; Вейнбергс, 1968; Страуме, 1979; Dreimanis, Zelčs, 1996; Punkari, 1979; Lundqvist, 1989, Payкас, 1978 u.c.) ir par pamatu tam, lai rekonstruētu ledāja reģionālās un lokālo ledusplūsmu kustības virzienu, kā arī ledāja izzušanas gaitu.

Tā kā reljefa mezoformas atspoguļo atšķirīgas orientācijas un ģenēzes apstākļos radušās glaciotektoniskās struktūras, tad to izvietojumam ir svarīga loma ledāja izzušanas rekonstrukcijā. Īpaša nozīme ir mezoformu kompleksu telpiskajam izvietojumam un to paraģenētiskajām rindām. Kā citi faktori minami reljefa formu hipsometriskais stāvoklis, orientācijas, apveida un asimetrijas rādītāji.

Hipsometriski augstāk paceltās - Lutriņu, Zantes, Irlavas, Zebrus-Īles radiālās starpmēļu paugurgrēdas norāda uz vienlaidus ledus segas sadalīšanos vairākās aktīvā ledus plūsmās un iezīmē robežu starp tām. Vienlaicīgi radiālās paugurgrēdas aptuveni sakrīt ar ledāja reģionālās kustības virzienu. Tomēr, ne vienmēr to orientācija sakrīt ar to atdalīto atsevišķo ledus plūsmu virzienu, par ko liecina mezoformu linearitāte to aizņemtajos līdzenumos. Jāpiebilst, ka mezoformu garenass ir paralēla ledāja kustības virzienam, bet to nogāzēs oļu garenasis bieži uzrāda lokālo spriegumu virzienu, ko rada ledus masu dinamika piegultnes slānī, mijiedarbojoties ar gultni. Ar to varētu izskaidrot I.Veinberga (Вейнбергс, 1968) norādījumu uz ledājkustības virzienu no ziemeļaustrumiem līdzenumā starp Zantes un Irlavas radiālajām paugurgrēdām.

Hipsometriski augstākais frontālais veidojums - paugurgrēdu josla, kas apliec Austrumkursas augstieni no dienvidiem, ir robeža iepriekšminēto ledusplūsmu izplatībai distālā virzienā. Paugurgrēdu joslas morfoloģiskās un iekšējās uzbūves

īpatnības liecina par tās veidošanos divpusēja ledus spiediena zemledus apstākļos. Tādējādi, tā uzskatāma par savdabīgu starpmēļu frontālo veidojumu. Šādu formulējumu var pamatot ar to, ka :

- paugurgrēdu josla novietota perpendikulāri ledāja reģionālās kustības virzienam;
- tā orientēta paralēli augstieni no dienvidiem apliecošajai Viduslatvijas mēlei, bet tajā pašā laikā ir perpendikulāra radiālo paugurgrēdu atdalītajām ledusplūsmām.

Līdzīgu pozīciju ieņem arī Pampāļu paugurvalnis.

Kardināli atšķirīga ir hipsometriski zemāko frontālo paugurgrēdu un paugurmasīvu veidošanās. To veidošanās notika vienpusēji orientēta ledus spiediena ietekmē zemledus apstākļos, kontaktzonā starp aktīvo un pasīvo ledu.

Austrumkursas augstienes dienviddaļas paugurainā reljefa novietojums un sarežģītā morfoloģija neļauj viennozīmīgi atbildēt uz jautājumu par tā veidošanās apstākļiem un ledus segas izzušanu. Pētījumi ļauj izteikt vairākus pieņēmumus:

- augstienes paugurainās dienviddaļas reljefa veidošanās notika laikā, kamēr aktīvas bija ledusplūsmas pieguļošajos zemieņu rajonos un tās līdzenumos, proksimālā virzienā no pauguraines;
- glacioadvektivās struktūras veidojās ledāja spiediena apstākļos no dažādām pusēm, ko nodrošināja aktīvā ledus pieplūde sadursmē ar distāli novietoto pasīvo ledu;
- aktīvo ledusplūsmu galvenais šķērslis bija pasīvais ledus, bet ledus sadalīšanos aktīva un pasīva ledus zonās sekmēja lokālpacēlumi pamatiežu virsmā, kā arī jaunveidojumi ledāja reljefā.

Ledāja izzušana augstienes dienviddaļā notika nevienmērīgi. Tai bija viļņveida jeb pulsāciju raksturs, kas izpaudās kā īslaicīga ledusplūsmu reaktivizācija. Par to liecina ledāja izspieduma ieplaku un saspieduma-sabīdījuma paugurmasīvu mija. Tie parasti ir izliekti ledājkustības virzienā. Ledāja izzušanas vāi arī kustības virzienā paugurainē izsekojamas vairākas frontāli novietotas pauguru joslas. Tāpat, sastopami no radiālajām paugurgrēdām atzarojošies frontālie veidojumi. Lielākie frontālie veidojumi iezīmē īslaicīgu aktīvās ledus plūsmas stabilizāciju un sadursmi ar pasīvo ledu. Turpmākai ledus aktivitātei samazinoties, paugurainās teritorijas reljefa attīstība norisinājās aprimušā ledus apstākļos. Par to liecina lokālo ledājkūšanas ūdeņu baseinu nogulumi pie Lielaucē, Īles un citur.



Glaciodepresiju līdzenumi atspoguļo dinamiski aktīvākā ledus zonas augstienes teritorijā. Radiālās formas - konverģentie drumlini un flūtingi parāda tos izveidojušo ledusplūsmu kustības virzienu. To izplatība liecina arī par relatīvi lielu ledāja kustības ātrumu, līdzīgu spriegumu sadalījumu un kopīgiem formveidošanās apstākļiem lauka teritorijā. Rievoto morēnu veidošanās sākums saistās ar ledāja kustības ātruma samazināšanos un noslēdzās ar frontālo segmentu formēšanos aktīvā un pasīvā ledus sadursmē zemledāja apstākļos, daļēji iznīcinot radiālās struktūras. Mazpārveidotā reljefa saglabāšanās glaciodepresiju līdzenumos, iespējams, izskaidrojama ar relatīvi plānas, vāji diferencētas ledus segas kušanas ūdeņu noteci pa ledus virsmu vai dažām lielākām noteces ielejām. Līdzenumā starp Lutriņu un Zantes paugurgrēdām, kur notece ilgāk bija apgrūtināta, veidojās ledāja kušanas ūdeņu baseins, kura nogulumu veidošanās un abrāzijas rezultātā veidojās izlīdzinātāka virsma uz glaciostruktūru reljefa fona.

### 4.3. DEGLACIĀCIJAS GAITA AUSTRUMKURSAS AUGSTIENĒ

Ledāja izžušanas gaita ir viens no visbiežāk skartajiem kvartārģeoloģijas jautājumiem ne tikai Latvijā, bet arī pleistocēna kontinentālo segledāju apgabalos citur Eiropā un arī Ziemeļamerikā. Reljefa mezoforamas un to kompleksi atspoguļo ledāja morfoģenēzes atkarību no ledāja dinamikas (Флинт, 1963; Ацев, 1974; Абер, 1988; Прест, 1975; Паукас, 1978; Dreimanis, 1982; Lundqvist, 1989 u.c.). Kā atzīmējis A.Dreimanis (1982), ledāja reljefa formas, it īpaši gala morēnas norāda ledāja malas stāvokļus. Ledāja malas veidojumu joslas iezīmē ne tikai apledojuma maksimālās izplatības robežu (Флинт, 1963; Ацев, 1974), bet arī deglaciācijas etapus. Savukārt, vienā deglaciācijas etapā veidojušās joslas var atrasties dažādā attālumā no apledojuma centra (Файстова, Чеботарева, 1977). Tādējādi, kā atzīmējuši A.Asejevs (Ацев, 1974) un G.Eberhards (1977), ledāja biezumam samazinoties, sākotnējo frontālo deglaciāciju nomaina areālā deglaciācija, kas izpaudās kā iztaisnotas ledāja malas diferencēšanās mēlēs, starpmēļu veidojumu rašanās un atšķirīga mēļu apīmšana laikā un telpā. Leduslaikmeta beigu posma paleoglacioloģisko situāciju rekonstrukcijā ļoti nozīmīgi ir tas, ka lielākā daļa ledāja reljefa formu izveidojās Skandināvijas ledus segai atkāpjoties,

tai sadaloties vairāk vai mazāk neatkarīgās ledus plūsmās, lobos un mēlēs (Dreimanis, Zelčs, 1995). Kā ledāja mēļu malas īslaicīgas stabilizācijas spogulis dažkārt tiek minētas ne tikai gala morēnu grēdas, bet arī pauguru lokveida virknes (Аболтыныш, Вайтекунас, Даниланс, Карукяпп, Кливе, Раукас, Рошкол, Чеботарева, Янке, 1977). Tomēr, kā uzsver A.Dreimanis (1982), pat blakus esošo mēļu veidojumu korelāciju apgrūtina tas, ka tie var atrasties dažādā attālumā no apledojuma centra, t.i., ledāja mēļu atkāpšanās (aprimšana) var notikt nevienlaicīgi. Ledāja mēļu atšķirīgo dinamiku nereti nosacīja nevienāds sniega uzkrāšanās ātrums firma baseinā, kā rezultātā vienlaicīgi viena mēle sāka uzvirzīties, bet otra, saņemot mazāku sniega daudzumu - atkāpties. Tomēr, biežāk ledāja mēļu kustības īpatnības nosacīja daudz blakus faktoru - ledāja gultnes reljefs, iežu litoloģiskās īpatnības u.c. (Dreimanis, 1982; Даниланс, 1972). Pēc A.Asejeva domām (Асцев, 1974), ledāja mēļu ātrāku aprimšanu sekmēja distālā virzienā paplašinātas un pazeminātas gultnes, kur mēles, diverģenti izplūstot, zaudē ātrumu. Tādējādi, kustīgumu saglabāja mēles ar ierobežotu diverģenci. Tāpat, zināms, ka starp ledāja mēlēm veidojās radiālie starpmēļu mezoformu kompleksi (Флинт, 1963; Ehler, 1996; Punkari, 1979; Zelčs, 1993; Страуме, 1979; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Strautnieks, 1996), kuru loma deglaciācijas apstākļu rekonstruēšanā nepietiekoši tiek novērtēta (Асцев, 1974). Starpmēļu joslas pēc to izmēriem var tikt iedalītas pirmās, otrās vai trešās pakāpes ledusšķirtnēs, atkarībā no nozīmes ledus segas diferenciācijā (Фаустова, Чеботарева, 1977).

Pēdējā apledojuma ledāja izžušana Latvijas teritorijā atspoguļota daudzu kvartārpētņieku darbos (Даниланс, 1973; Вейнберг, 1968; 1975; Аболтыныш, Вейнбергс, Стелле, Эберхард, 1972; Аболтыныш, 1975; Аболтыныш, 1989; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Dreimanis, Zelčs, 1995 u.c.).

Tajos parādītas dažādas paleoglacioloģiskās situācijas un to interpretācija. Deglaciācijas shēmas pārsvarā attaino ledāja izžušanu Latvijā kopumā, iezīmējot tikai galvenās izmaiņas ledāja dinamikā.

Šajā darbā veikta ledāja izžušanas gaitas izsekošana Austrumkursas radiālajā cokoltipa augstienē, kā arī tai pieguļošajos zemieņu rajonos un Ziemeļkursas augstienē. Deglaciācijas shēmas attēlo pakāpenisku ledus segas izžušanu, parādot ledāja dinamiskā stāvokļa un aktivitātes izmaiņas teritoriālā skatījumā. Shēmās parādītas aktīvā ledus mēles un plūsmas un to secīga pāreja pasīvajā un aprimušajā ledū. Pirmie pasīvā un

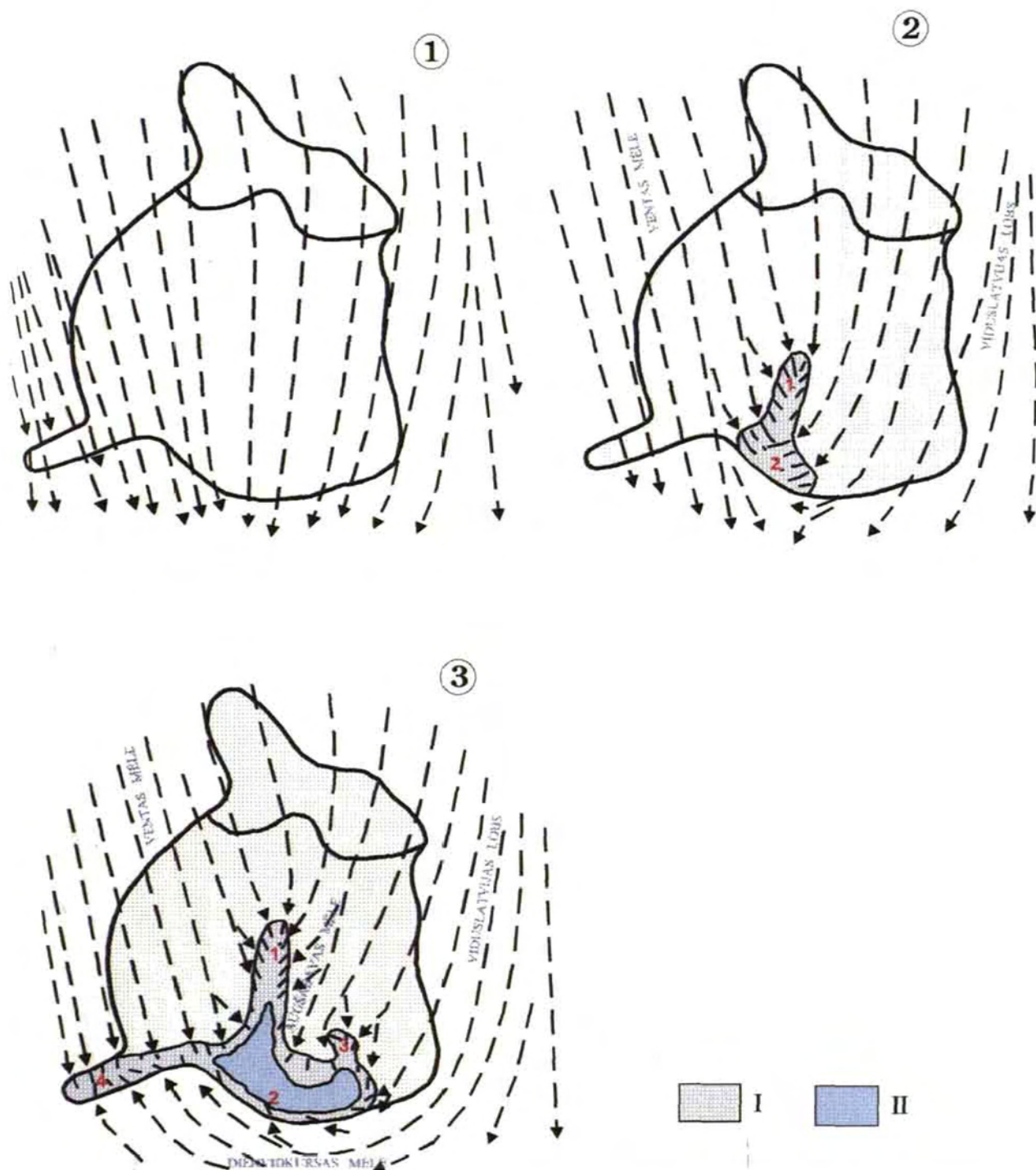
aprimušā ledus lauki aptuveni iezīmē arī relatīvi vecāko zemledāja apstākļos aktīvā ledus veidoto reljefu Austrumkursas augstienē. Tādējādi, ledāja deglaciācijas shēmās atspoguļojas arī ledāja reljefa veidošanās secība.

Ledāja izzušanas gaitas izsekošana Austrumkursas augstienē veikta izvērtējot pamatiežu virsmas īpatnības, ievērojot ledāja reljefa mezoformu kompleksu telpisko izvietojumu. Īpaša nozīme ir krumlinu, drumlinu un flūtingu linearitātei, kas sakrīt ar ledāja reģionālās kustības virzienu. Ledāja mēļu un lokālo ledusplūsmu virzienu noteikšanā ņemti vērā daudzi lokālie faktori. Ledāja kustības raksturu bieži atklāj tikai mezoformu iekšējā uzbūve - reljefa formu veidotājnogulumu saguluma apstākļi un struktūra, it īpaši struktūrelementu mērījumi un to analīze. Detālāka ledāja kustības un tās izmaiņu modelēšana Austrumkursas augstienē daļēji balstās arī uz jau iepriekš minēto autoru (Даниланс, 1973; Вейнберг, 1968; 1975; Аболтыныш, Вейнбергс, Стелле, Эберхард, 1972; Аболтыныш, Вейнбергс, Эберхардс., 1974; Аболтыныш, 1975; Аболтыныш, 1989; Страуме, Мейронс, Юшкевичс, 1981; Dreimanis, Zelčs, 1995; Zelčs, 1997 u.c.) publicētajām deglaciācijas shēmām, kuras atspoguļo ledāja sadalīšanos lobos un mēlēs, kā arī to reģionālās kustības virzienus.

Samazinoties ledāja kopējam biežumam, ledāja plūsmas sāka vairāk reaģēt uz gultnes lielākiem nelīdzenumiem, apliecot pacēlumus un saglabājot lielāku kustības ātrumu makrodepresijās. Augstākie pacēlumi ledāja gultnē kļuva nepārvarami šķēršļi mazāka biežuma ledus plūsmām. Pieplūstošās ledus masas nespēja nodrošināt ledus vienmērīgu kustību virs pacēlumiem un, savukārt, mazkustīgākais ledus kļuva par aktīvā ledus papildšķērslī kustīgākā ledus ceļā. Tādējādi, iezīmējās tā sauktās salveida deglaciācijas (Eberhards, 1977; Аболтыныш, 1975; Аболтыныш, 1989) sākums Austrumkursas cokoltipa augstienē.

Ledus segas dinamikas būtiskas izmaiņas Austrumkursas augstienē sākās ar pirmo pasīvā ledus masu izveidošanos. Vienlaidus kustīgā ledus sega, apliecot gultnes nelīdzenumus un jau izveidojušās pasīvā ledus segas šķēršļus, sāka sadalīties atsevišķās ledus mēlēs un plūsmās.

Pirmie pasīvā ledus lauki izveidojās Austrumkursas augstienes dienvidos, tās ass daļā, kur pamatiežu virsmas augstums sasniedz maksimumu. Tie veidoja robežu starp divām aktīvā ledus makroplūsmām - Viduslatvijas lobu un Ventas mēli (50.att.).

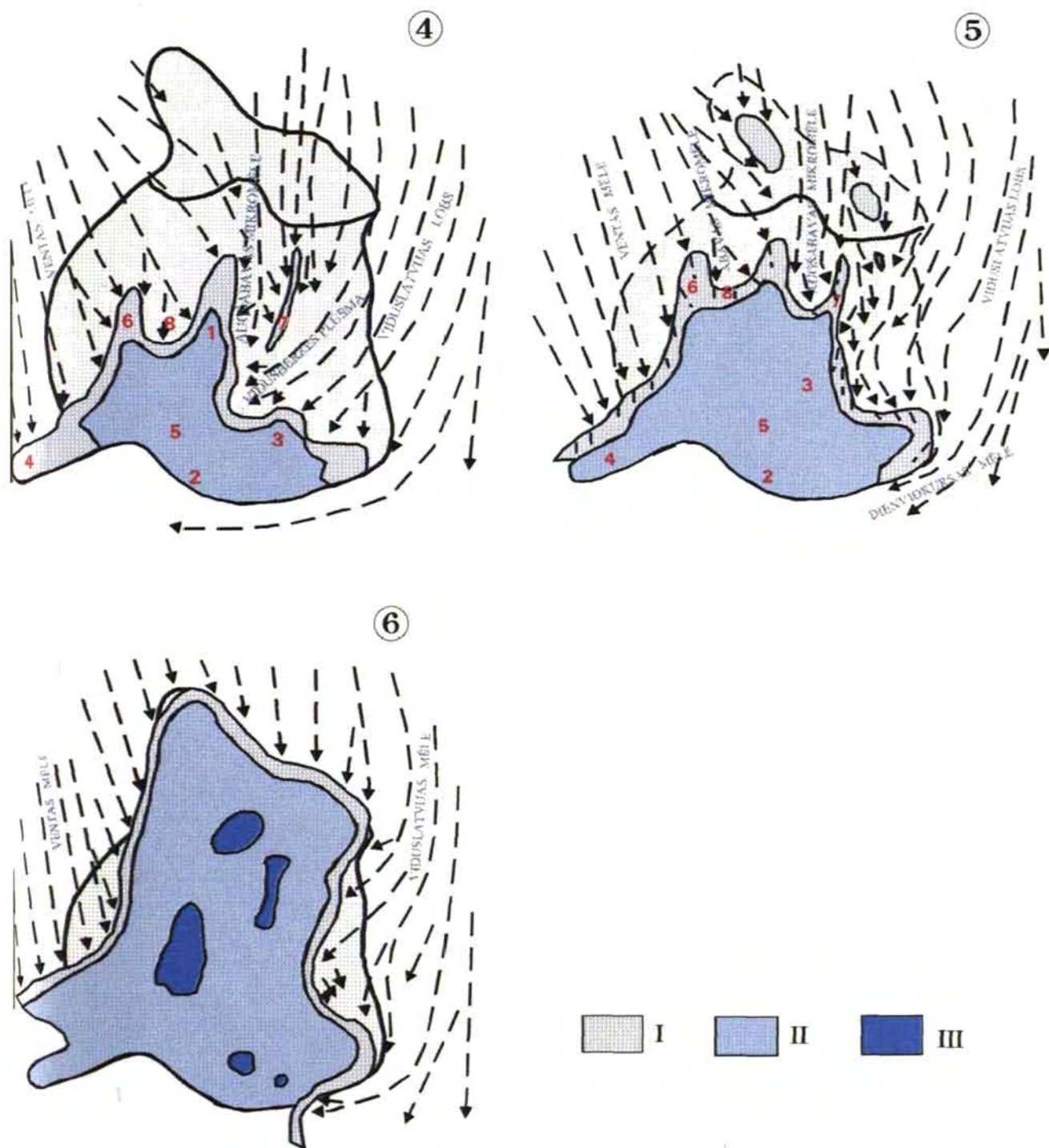


50.att. Pēdējā apledošanas izžušanas gaita Austrumkursas augstienē un tai pieguļošajā teritorijā. Salveida deglaciācijas fāze un subfāzes (1-3). Lielāko mezoformu kompleksu izveidošanās un atbrīvošanās no ledus secība.

1 - Zantes paugurgrēda; 2 - Lielaucē-Ķerkliņu paugurgrēda; 3 - Zebrus-Īles paugurgrēda; 4 - Pampāļu paugurvalnis.

I - pasīvais ledus; II - aprimušais ledus.





51.att. Pēdējā apledošanas izžušanas gaita Austrumkursas augstienē un tai pieguļošajā teritorijā. Mēļveida deglaciācijas fāze un subfāzes (4-6). Lielāko mezoformu kompleksu izveidošanās un atrīvošanās no ledus secība.

1 - Zantes paugurgrēda; 2 - Lielaucē-Ķerklīņu paugurgrēda; 3 - Zebrus-Īles paugurgrēda; 4 - Pampāļu paugurvalnis; 5 - Lielaucē pauguraine; 6 - Lutriņu paugurgrēda; 7 - Irlavas paugurgrēda; 8 - Vānes krūmlīņu lauks.

I - pasīvais ledus; II - aprimušais ledus; III - ledājkušanas ūdeņu baseini.

Pasīvais ledus pārsedza relatīvi vecākās ledāja reljefa formas augstienē, t.i. daļu no tagadējās Zantes radiālās starpmēļu paugurgrēdas un Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēdas, kuras jau bija izveidojušās zemledāja apstākļos starp divām aktīvā ledus mēlēm un vēlāk turpinājās to sadursmē ar pasīvo ledu.

Ledus masām turpinot samazināties, arvien jūtāmāka bija ledusplūsmu reakcija uz gultnes lokālpacēlumiem. Nākošajā etapā turpināja veidoties Zantes radiālā starpmēļu paugurgrēda, Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēda. No Viduslatvijas loba atzarojās Augšabavas mēle un Dienvidkursas mēle, kura applieca augstieni no dienvidiem (50.att.). Sadursmē starp Dienvidkursas un Ventas mēli sākās arī Pampāļu paugurvaļņa glaciotektonisko struktūru rašanās. Starp Viduslatvijas lobu un Augšabavas mēli notika arī Zebrus-Īles radiālās starpmēļu paugurgrēdas formēšanās. Virs ledāja jaunveidojumiem notika pasīvā ledus lauku paplašināšanās. Iespējams, ka starp Zantes un Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēdām pasīvajā ledū sāka parādīties pirmie aprimušā ledus blāķi (50.att.). Šo deglaciācijas situāciju var pielīdzināt Vaiņodes-Gulbenes stadijai. Lielauces-Ķerkliņu paugurgrēdas izveidošanās sekmēja pasīvā ledus rašanos proksimālā virzienā no tās un paugurotā, glacioadvektīvā reljefa veidošanos zemledāja apstākļos, aktīvā un pasīvā ledus kontaktzonā. Pasīvā ledus laukiem paplašinoties, vietām virs tagadējā Lielauces pauguraines reljefa radās arī aprimušā ledus lauki, kurus aktīvā ledus kustība vairs neietekmēja.

Samazinoties ledus biežumam, iegarenie gultnes lokālpacēlumi vēl vairāk sekmēja aktīvā ledus malas sadalīšanos lokālās ledus plūsmās un mikromēlēs. Īpaši labi iezīmējās Augšabavas mikromēle (51.att.) un no Viduslatvijas mēles atdalījusies Vidusbērzes ledusplūsma. Augstienei pieguļošajā Kursas zemienē vairāk akcentējas Ventas mēli veidojošo ledusplūsmu konverģentais raksturs, bet Viduslatvijas zemienē - Viduslatvijas mēles diverģentais raksturs (51.att.), ko nosacīja gultnes makropazeminājuma forma. Šī etapa laikā noslēdzās Zantes radiālās paugurgrēdas formēšanās, izveidojās Lutriņu un Irlavas radiālā paugurgrēda. Līdzenumos starp Zantes, Lutriņu un Irlavas radiālajām paugurgrēdām zemledus apstākļos veidojās radiālās morēnas, kā arī vietām notika to transformācija. Radiālās morēnas Vānes krumlinu laukā un Viesatu līdzenumā, kas orientētas ziemeļrietumu-dienvidaustrumu un ZZR-DDA virzienā, norāda to veidojošo ledusplūsmu virzienu. Etapa noslēgumā bija pilnīgi izveidojusies Austrumkursas radiālās cokoltipa augstienes paugurainā



dienviddaļa un tās teritorijas lielākajā daļā turpinājās reljefa attīstība aprimušā ledus apstākļos. Visilgāk pasīvais ledus saglabājās virs radiālajām starpmēļu paugurgrēdām, kuras aizņēma šauras joslas starp aktīvā ledus mēlēm vai mikromēlēm un laiku pa laikam nonāca ar tām sadursmē. Pasīvā un aktīvā ledus relatīvi īslaicīgu stabilizāciju, vai arī aktīvā ledus īslaicīgu aktivizāciju dabā atspoguļo nelieli, parasti ledājkustības virzienā izliekti frontāli veidojumi. Visbiežāk tās ir pauguru virknes vai joslas, kuru novietojums sakrīt ar lokālpacēlumiem pamatiežu virsmā. Kā piemēri šeit minamas pauguru joslas starp Zebrus ezeru un Blīdeni, Zebrus paugurmasīvu un Gardeni, starp Irlavas paugurgrēdas distālo daļu un Zantes paugurgrēdu. Līdz nākošajam deglaciācijas etapa sākumam (51.att.), bija jau izveidojusies Austrumkursas augstienes reljefa lielākā daļa. Tās vidusdaļa un dienviddaļa jau atradās aprimušā ledus apstākļos. Augstienes dienviddaļā formējās virsledus kušanas ūdeņu baseini. Aprimušā ledus laukus pret ledāju vērstajā pusē apjoza pasīvā ledus josla. Turpinājās radiālo un rievoto morēnu veidošanās ledāja mēļu un mikromēļu gultnēs Austrumkursas augstienes proksimālajā daļā un malās. Pasīvā ledus lauki izveidojās arī Ziemeļkursas augstienē virs augstākajiem pamatiežu virsmas lokālpacēlumiem pie Talsiem un Raudas. Aktivitāti starp tiem saglabāja Augšabavas mikromēle pazeminājumā pie Cēres un Kandavas.

Austrumkursas augstienes glaciotektoniskā reljefa veidošanās noslēdzās Linkuvas fāzē ar radiālo un rievoto morēnu lauku noformēšanos tās ziemeļrietumu un austrumu malās (51.att.). Augstienes sānu nogāžu pieguldīto struktūru veidošanās notika joslā starp aktīvo un pasīvo ledu. Ziemeļkursas augstienes proksimālajā daļā izveidojās frontālo sabīdījuma-saspieduma struktūru josla. Austrumkursas augstienes lielākajā daļā bija aprimušais ledus ar lielākiem un mazākiem virsledāja un iekšledāja baseiniem. Ledājkušanas ūdeņu mazpārveidotā reljefa izplatība augstienē, iespējams, saistīta ar kušanas ūdeņu noteci distālā virzienā no tās.

Spriežot pēc daudzajiem frontālajiem veidojumiem Lielauces paugurainē, it īpaši tās austrumu daļā, ledāja kustība bija nevienmērīga, tai bija raksturīgas pulsācijas, kas izpaudās kā īslaicīgas recesijas un aktivizācijas mija. Līdz šim esošā informācija ir nepietiekama, lai ledāja izžušanas gaitu Austrumkursas augstienē atspoguļotu vēl detālāk.

## SECINĀJUMI

Veiktie pētījumi Austrumkursas radiālajā cokoltipa augstienē un iegūtie rezultāti ļauj izteikt vairākus, pēc autora domām, svarīgus atzinumus gan par augstieni kopumā, gan arī par pieeju pētījumu metodikā:

1. Austrumkursas augstienē kvartārnogulumu segas biezuma sadalījums ir nevienmērīgs. Tas ir cieši saistīts ar pamatiežu makropacēluma virsmas reljefa asimetriju ziemeļu-dienvidu virzienā, kā arī ar reģionālās ledājkustības virzienā orientētiem lokālpazeminājumiem un lokālpacēlumiem. Kvartārsegas biezums pieaug augstienes dienvidu virzienā līdz ar subkvartāra virsmas absolūtā augstuma palielināšanos. Radiālajos lokālpazeminājumos, kas ir bijušo lokālo ledusplūsmu baseini, kvartārsega ir plānāka, bet tās biezums pieaug robežjoslās starp tiem - virs lokālpacēlumiem.
2. Austrumkursas augstienē novērojamas likumsakarības starp kvartārnogulumu segas biezumu un glaciģēnā mezoreljefa telpiskā grupējuma tipiem. Ar kvartārnogulumu biezumu saistās arī mezoreljefa kompleksu iedalījums pēc hipsometriskā līmeņa. Hipsometriski augstāk paceltajās radiālajās un frontālajās paugurgrēdās, kā arī paugurainajā augstienes dienviddaļā tās biezums ir lielāks. Pozitīvo formu virsotnēs kvartārsegas biezums vismaz par 1/3 var pārsniegt kartēs uzrādīto vidējo biezumu. Glaciģēnā reljefa pazeminājumos - līdzenumos, kurus aizņem radiālo un rievoto morēnu lauki, kvartārsegas biezums ir vismazākais.
3. Līdz šim publicētajās kartēs atspoguļotais kvartārsegas biezums ne vienmēr ir paties to mezoformu izplatības rajonos, kuru kodolos sastopami pamatiežu atrauteņi, īpaši teriģēno iežu izplatības areālos pie ielejveida pazeminājumu malām.
4. Austrumkursas augstienes kvartārnogulumu segas uzbūvē galvenā loma ir glaciotektoniski deformētam smilts-grants-oļu un aleirītiskam materiālam. Tas parasti ir arī galvenais mezoformu veidojošais materiāls. Šo nogulumu vecums pārsvarā ir neskaidrs un reizēm tos nosacīti ieteicams izdalīt kā starpmorēnu veidojumus.
5. Samērā plašās teritorijās, īpaši augstienes viļņotajos līdzenumos, virspusē gulošā morēnas mālsmilts (retāk smilšmāls) parasti ir tikai pārsedzošais slānis ar aktīvā ledus veidotām tekstūrām.

6. Glacioadvekcijas struktūru - dauguļu izplatības rajonos un arī paugurmasīvos morēnas mālsmilts vai smilšmāls parasti pārklāj tikai šo formu nogāzes. Neskatoties uz morēnas nelielo īpatsvaru šajos apvidos, tai ir liela nozīme mūsdienu ainaviskās struktūras dažādošanā kā augsnes cilmiezim, virsmas noteces apstākļu veidošanā un citu dabas vides faktoru determinēšanā.
7. Mezoformu iekšējās uzbūves pētījumi atsegumos pierādīja, ka paugurotajā teritorijā Austrumkursas augstienes dienvidos, kas aizņem aptuveni augstienes 1/4 daļu, izplatītie dažāda apveida pauguri, to grupas un paugurmasīvi ir glaciotektoniskās reljefa formas nevis kēmi, kā tika uzskatīts līdz šim.
8. Glaciotektoniskas izcelsmes ir arī radiālie veidojumi starp hipsometriski zemākajiem augstienes līdzenumiem. Neatkarīgi no dominējošā smilts-grants materiāla līdzības ar osiem, tie klasificējami kā radiālās starpmēļu paugurgrēdas. Glaciotektoniskās reljefa formas dominē glaciodepresijās starp radiālajām paugurgrēdām.
9. Ar ģeoloģisko urbumu palīdzību iegūtā informācija par reljefa mezoformu iekšējo uzbūvi ir nepietiekama, lai gūtu pilnvērtīgu priekšstatu par nogulumu saguluma īpatnībām un to veidošanās apstākļiem. Tāpēc, ledāja reljefa ģenēzes apstākļu noskaidrošanai to nepieciešams papildināt ar pētījumiem morfoloģiski līdzīgās mezoformās vai kompleksos. Pietiekamu informāciju var sniegt vairāki urbumi tikai tad, ja ir gūta detālāka informācija atsegumos kādā no mezoformu kompleksa analogām formām.
10. Mezoformu iekšējās uzbūves izpēte, īpaši oļu linearitātes mērījumu morēnas mālsmilti vai smilšmālā interpretācija jāveic ciešā saistībā ar mezoformu linearitātes un telpiskā izvietojuma pētījumiem. To pierāda pētījumi radiālo morēnu - konverģento drumlinu, flūtingu vai diverģento drumlinu laukos, kur mērījumi bieži atspoguļo divas savstarpēji perpendikulāras linearitātes. Tikai viena no tām - paralēla formu garenasij, atspoguļo reģionālo ledājkustības virzienu.
11. Austrumkursas augstienes glaciģenā reljefa lielākās mezoformas un to kompleksi ir veidojušies aktīvā ledus zemledāja apstākļos un ir galvenie pēdējā apledojuma izzušanas gaitas indikatori. To telpiskais izvietojums attiecībā pret segledāju un hipsometrija norāda uz glaciģenā mezoreljefa veidošanās apstākļiem un atbrīvošanās secību no ledāja. Mezoformu kompleksi atbrīvojās no ledus šādā secībā:

- Zantes, Lielaucē-Ķerkliņu, Zebrus-Īles paugurgrēdas;
- Lielaucē pauguraine;
- Lutriņu un Irlavas paugurgrēdas;
- radiālo un rievoto morēnu līdzenumi.

Izteiktās atziņas un lauka pētījumos gūtā pieredze liek domāt, ka Austrumkursas augstienes mezoreljeфа uzbūvē galvenā loma ir glaciotektoniskajām struktūrām. Pēc analoģijas tām vajadzētu būt dominējošām arī citu radiālo cokoltipa augstieņu uzbūvē. Tādējādi iezīmējas iespējamais pētījuma virziena turpinājums. Detālāki pētījumi blakusteritorijās (arī augstienēs) ļautu izdarīt precizējumus ledāja reljeфа veidošanās secības un ledāja mēļu izzušanas korelācijā.

## LITERATŪRA

- Aario R., 1977.** Associations of flutings, drumlins, hummocks and transverse ridges.-  
GeoJournal, 1977. 1.6.- pp. 65-72.
- Aartolahti T., Koivisto M., Nenonen K., 1995.** DeGeer moraines in Finland //  
Geological Survey of Finland, Special Paper 20.- pp. 67-74.
- Aber J., 1988.** Glaciotectonic structures and landforms // Encyclopedia of Earth  
System Sciences. Vol. 2.- Academic Press.- pp. 361-378.
- Aber J., Croot D., Fenton M., 1989.** Dynamism of glaciotectonic deformation //  
Glaciotectonic Landforms and Structures.- Dordrecht / Boston / London: Kluwer  
Academic Publishers.- p. 155-167.
- Āboltiņš O., Zelčs V., 1995.** Ģeomorfoloģiskā rajonēšana // Latvijas daba.  
Enciklopēdija.- Rīga: Latvijas enciklopēdija.- 2.sēj.- 140.-141.lpp.
- Āboltiņš O., Dreimanis A., 1995.** Glacigenic deposits in Latvia. // Glacial deposits in  
North-East Europe.- Rotterdam: A.A.Balkema Publishers.- pp. 115-124.
- Banham P.H., 1977.** Glaciotectonics in till stratigraphy.- Boreas 6.- pp. 69-94.
- Boulton G.S., 1972.** Modern arctic glaciers as depositional models for former ice  
sheets.- Quarterly Jour.Geol.Soc. London, 128.- pp. 361-393.
- Boulton G.S., 1981.** Deformation of subglacial sediments and its implications // Ann.  
Glaciol.Proc.Symp. Process. Glacier Eros. and Sediment., Geilo, 1980.-  
Cambridge.- Vol. 2.- p. 114.
- Boulton G.S., 1985.** Subglacial processes and the production of drumlins // 1st  
Int.Conf. Geomorphol., Manchester, 15-21 Sept., 1985. Abstr.Pap.- Manchester.-  
p. 49.
- Clayton L., Moran S.R., 1974.** A glacial process-form model // Glacial  
geomorphology.- Binghamton, New York, SUNY-Binghamton Publ. in  
Geomorphology.- pp.89-119.
- Croot D.G., 1988.** Morphological, structural and mechanical analysis of neoglacial ice-  
pushed ridges in Iceland // Glaciotectonics: Forms and Processes.- Rotterdam:  
Balkema.- pp. 33-47.
- Danilāns I., 1995.** Kwartāra nogulumu biežums // Latvijas daba. Enciklopēdija, 3.sēj.-  
Rīga: Latvijas enciklopēdija. 56. lpp.

- Danilāns I., 1997.** Pamatiežu virsa // Latvijas daba. Enciklopēdija, 4.sēj.- Rīga: Preses Nams.- 73.-74.lpp.
- DeGeer G., 1889.** Andmoraner I trakten mellan Spanga och Sundbyberg.- Geologiska Foreningens I Stockholm Forhandlingar 11.- pp. 385-397.
- Dreimanis A., 1982.** Synchronism versus diachronism in ice-marginal fluctuations during Late Wisconsin in North America // Project 73-1-24 "Quaternary glaciations in the Northern hemisphere".- Prague.- pp. 73-81.
- Dreimanis A., Zelčs V., 1995.** Pleistocene stratigraphy of Latvia. // Glacial Deposits in North-East Europe.- Rotterdam / Brookfield: A.A.Balkema.- pp.105-113.
- Dreimanis A., Zelčs V., 1996.** Ģeomorfoloģiskā karte // Pasaules ģeogrāfijas atlants.- Rīga: Jāņa sēta. - 10.lpp.
- Dreimanis A., Zelčs V., 1998.** Stop 17. Sedaskalns drumlin morphology and internal structure. // Field Symposium on glacial processes and Quaternary environment in Latvia. Excursion guide.- University of Latvia Rīga, 25-31 May.1998.- pp. 94-101.
- Drewry D., 1986.** Glacial geologic processes.- London: Edward Arnold.- 276 p.
- Eberhards G., 1977.** Glaciālā ģeomorfoloģija.- Rīga: P.Stučkas Latvijas Valsts universitāte.- 123 lpp.
- Ehlers J., 1996.** Quaternary and glacial geology.- Chichester / New York / Brisbane / Toronto / Singapore: John Wiley & Sons.- 578 p.
- Ellwanger D., 1994.** Observations on drumlinized till in the Rhine glacier area (South German Alpine foreland) // Formation and Deformation of Glacial Deposits.- Rotterdam / Brookfield: A.A.Balkema.- pp.115-125.
- Evans D.J.A., 1994.** The stratigraphy and sedimentary structures associated with complex subglacial thermal regimes at the southwestern margin of the Laurentide Ice Sheet, southern Alberta, Canada // Formation and Deformation of Glacial Deposits.- A.a.Balkema / Rotterdam / Brookfield.- pp.203-220.
- Evans I.S., 1985.** The morphometry of specific landforms.- 1st Int.Conf. Geomorphol. Manchester, 15-21 Sept., 1985. Abstr.Pap.- Manchester.- 169 p.
- Fenton M.M., 1987.** Deformation terrain on the northern Great Plain // Geomorphic Systems of North America.- The Geological Society of America, Centennial Special Volume 2.- pp. 176-182.



- Grewingk C., 1879.** Erläuterungen zur zweiten Ausgabe der geonostischer Karte Liv-, Est- und Kurlands.- Dorpater Arch.f.Naturk. Ser.I, Bd.8.- S. 343-465.
- Hart J.K., Boulton G.S., 1991.** The interrelation of glaciotectonic and glaciodepositional processes within the glacial environment // Quaternary Science Reviews 10.- pp. 335-380.
- Hausen H., 1913.** Materialien zur Kenntnis der pleistozanen Bildung in der russischen Ostseelandern.- Fennia.- 34, 2.
- Hausen H., 1913.** Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseelandern.- Fennia.- 34, 2.
- Hill A.R., 1973.** The distribution of drumlins in County Down, Ireland.- Ann.Assoc. Amer.Geogr., 63, N 2.- pp. 226-240.
- Hoppe G., 1957.** Problems of glacial morphology and the Ice Age.- Geogr.Ann. 39.- pp. 1-18.
- Jaunputniņš A., 1961.** Reljefs // Latvijas PSR ģeoloģija.- Rīga: Latv.PSR ZA izd.ba.- 194.-214.lpp.
- Jessen A., 1931.** Lonstrup Klint.- Danmarks Geologisk Undersogelse, IV raekke 2(8).- 26 p.
- Johansson P., 1994.** The subglacially engorged eskers in the Lutto river basin, northeastern Finnish Lapland // Formation and Deformation of Glacial Deposits.- Rotterdam / Brookfield: A.A.Balkema.- pp.89-94.
- Karukapp R., 1993.** Sakala Upland // Pleistocene stratigraphy, ice marginal formations and deglaciation of the Baltic States. Excursion Guide. June 14-19, 1993. IGCP 253 Termination of the Pleistocene, Peribaltic Group.- Tallinn: Association of the Baltic States Geologists, Institute of Geology, Estonian Academy of Sciences.- pp. 56-59.
- Kuršs V., Stinkule A., 1997.** Latvijas derīgie izrakteņi.- Rīga: Latvijas Universitāte, Ģeoloģijas institūts.- 200 lpp.
- Lookene E., 1961.** Sakala korgustiku pohja- ja keskosas levinud moreenide geolookustlinien I Sverige.- Sver.Geol.Undersokn, ser.B., No. 18.
- Lundqvist J., 1989.** Glacigenic processes, deposits and landforms // Genetic classification of glacigenic deposits.- Rotterdam/Brookfield: A.A.Balkema.- pp.3-16.

- Lundqvist J., 1989.** Late glacial ice lobes and glacial landforms in Scandinavia // Genetic classification of glacial deposits.- Rotterdam/ Brookfield: A.A.Balkema.- pp.217-226.
- Mawdsley J.B., 1936.** The wash-board moraines of the Opawica-Chibougamau area, Quebec. - Transactions of the Royal Society of Canada 30, Ser. 3.- pp. 9-12.
- Prest V.K., 1975.** Nomenclature of moraines and ice flow features as applied to the glacial map of Canada // Geol.Survey Canada.- Ottawa.- N.57-67.- p. 27.
- Punkari M., 1979.** The ice lobes of the Scandinavian ice sheet during the deglaciation in Finland. Boreas, Vol. 9.- pp. 307-310. Oslo. ISSN 0300-9483.
- Ramans K., 1994.** Aina vājonēšana // Latvijas daba. Enciklopēdija, 1.sēj.- Rīga: Latvijas Enciklopēdijas. 22-24. lpp.
- Ramans K., Zelčs V., 1995.** Fiziogēogrāfiskā rajonēšana // Latvijas daba. Enciklopēdija, 2.sēj.- Rīga: Latvijas Enciklopēdijas. 74-76. lpp.
- Raukas A., 1992.** Ice marginal formations of the Palivere zone in the eastern Baltic.- Sveriges Geologiska Undersökning Ca 81.- pp. 277-284.
- Raukas A., 1993.** Pleistocene stratigraphy, ice marginal formations and deglaciation of the Baltic States // Excursion Guide June 14-19, 1993. IGCP 253 Termination of the Pleistocene, Peribaltic Group.- Tallinn: Association of the Baltic States Geologists, Institute of Geology, Estonian Academy of Sciences.- 60 pp.
- Raukas A., Haldorsen S., Mickelson D.M., 1989.** On the comparison and standardization of investigation methods for the identification of genetic varieties of glacial deposits // Genetic classification of glacial deposits.- Rotterdam / Brookfield: A.A.Balkema.- p.211-217.
- Raukas A., Karukapp R., 1979.** Eesti linstikutekkeliste okumulatiivsete saarkorgustike ehitis ja kujunemine // Eesti NSV saarkorgustike ja järvenogude kujunemine.- Tallinn: Valgus.- Lk. 9-28.
- Rose J., Letzer J.M., 1975.** Drumlin measurements: a test of the reliability of data derived from 1:25 000 scale topographic maps.- Geol.Mag., 112, N. 4.- pp. 361-371.
- Shaw J., Kvill D., Rains B., 1989.** Drumlins and catastrophic subglacial floods.- Sedimentary Geology, 62.- pp. 177-202.

- Soettem J., 1994.** Glaciotectonic structures along the southern Barents shelf margin // Formation and Deformation of Glacial Deposits.- Rotterdam / Brookfield: A.A.Balkema.- pp.95-114.
- Stea R.R., 1994.** Relict and palimpsest glacial landforms in Nova Scotia, Canada // Formation and deformation of glacial deposits.- Rotterdam / Brookfield: A.A.Balkema.- pp. 141-158.
- Strautnieks I., 1994.** Austrumkursas augstiene.- Enciklopēdija LATVIJAS DABA, 1.sēj.- Rīga: Latvijas enciklopēdija. 95-96. lpp.
- Strautnieks I., 1994.** Cieceres-Ķerkliņu subglaciālā iegultne.- Enciklopēdija LATVIJAS DABA, 1.sēj.- Rīga: Latvijas enciklopēdija. 187. lpp.
- Strautnieks I., 1995.** Lielauces pauguraine.- Enciklopēdija LATVIJAS DABA, 3.sēj.- Rīga: Latvijas enciklopēdija. 130-131. lpp.
- Strautnieks I., 1995.** Lielauces pauguraines glaciostruktūras // LU 54.zinātniskā konference. Tēzes un programmas.- Rīga: Latvijas Universitāte. - 53-54.lpp.
- Strautnieks I., 1996.** Zebrus-Īles paugurgrēda // Latvijas devona un kvartāra nogulumu pētījumu materiāli.- Rīga.- 58.-78.lpp.
- Strautnieks I., 1997.** Rietumkursas augstienes.- Enciklopēdija LATVIJAS DABA, 4.sēj.- Rīga: Preses nams. 245-248. lpp.
- Strautnieks I., 1997.** Vānes konverģento drumlinu lauks. // LU 56.zinātniskā konference. Cilvēks. Vide. Resursi. Tēzes.- Rīga: Latvijas Universitāte. - 96-97.lpp.
- Strautnieks I., 1998.** Saldus pauguraine.- Enciklopēdija LATVIJAS DABA, 5.sēj.- Rīga: Preses nams. 39-40. lpp.
- Strautnieks I., 1998.** Spārnenes viļņotais līdzenums.- Enciklopēdija LATVIJAS DABA, 5.sēj.- Rīga: Preses nams. 140-141. lpp.
- Trenhaile A.S., 1975.** The morphology of a drumlin field.- Ann.Assoc.Amer.Geogr., 65, N 2.- pp. 297-312.
- Zāns V., 1935.** Snorāju osi Dobeles apkārtnē un Zemgales līdzenuma malas joslā // Raksti par Kurzemi.- Rīga.- 83.-95.lpp.
- Zāns V., 1936.** Leduslaikmets un pēcleoduslaikmets Latvijā // Latvijas zeme, daba, tauta.- I sēj.- 49.-124.lpp.

- Zelčš V., 1990.** Kontinentālais segledājs un mūsdienu reljefa veidošanās // Latvijas ģeoloģiskā uzbūve un reljefs.- Mācību uzskates līdzekļu laboratorija. 7-8. lpp.
- Zelčš V., 1992.** The interlobate hilly area of Augstroze // Glaciotectonic processes, sediments, landforms and their influence on the present geocological situation. Guide Book of Baltic Regional Summer Field Meeting of Geologists and Geomorphologists. North and Central Vidzeme, Latvia. 27.07. - 01.08. 1992. - Rīga: University of Latvia.- pp. 5-13.
- Zelčš V., 1993.** The Augstroze Interlobate High // IGCP 253.Termination of the Pleistocene. Perebaltic Group. Scientific Excursion in the Baltic States. 14-19 June, 1993.- Tallinn: Institute of Geology.- pp.5-12.
- Zelčš V., 1993.** The Limbaži Uval Moraine Field. // IGCP 253.Termination of the Pleistocene. Perebaltic Group. Scientific Excursion in the Baltic States. 14-19 June, 1993.- Tallinn: Institute of Geology.- pp.12-14.
- Zelčš V., 1993.** Diverģentā tipa glaciodepresiju zemieņu glaciotehtoniskās reljefa formas. Disertācijas kopsavilkums- Rīga: LU - 107 lpp.
- Zelčš V., 1994.** Glaciotectonic Structures and Landforms of Divergent Type glaciodepressional lowlands in Latvia // Abstracts of papers to be presented at the meeting of the North-Central Section of the Geological Society of America and Associated Societies. Kalamazoo, Michigan, April 28-29, 1994., V.26, N. 5, A 69.
- Zelčš V., 1997.** Pampāļu paugurvalnis // Latvijas Dabas Enciklopēdija, 4. sēj.- Rīga: Preses nams.- 75.lpp.
- Zelčš V., 1995.** Burtnieks Drumlin Field. In: Schirmer (ed.), INQUA 1995. Quaternary field trips in Central Europe. C-3 Baltic Traverse. - Munchen: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Germany.- p.167.
- Zelčš V., 1997.** Reljefa attīstība // Latvijas daba. Enciklopēdija. 4.sēj.- Rīga: Preses nams. 228-231. lpp.
- Zelčš V., 1997.** Glaciotectonic structures and landforms of glaciated lowlands and uplands in Latvia. Central European Glaciotectonic Project Leaders and GAGE Officers Meeting, August 31-September 5, 1997, Kamieniec Żąbkowicki, Poland, p.2.
- Zelčš V., Šteins V., 1989.** Latvijas daba un fizioģeogrāfiskie rajoni.- Zinātne un Tehnika, Nr. 7.

- Zelčš V., Strautnieks I., Dreimanis A., 1995.** Jauni dati par Kaltenes apkārtnes vaļņu iekšējo uzbūvi un to morfoģenētiskā interpretācija. // LU 54.zinātniskā konference. Tēzes un programmas.- Rīga, Latvijas Universitāte. - 54-55.lpp.
- Zelčš V., Dreimanis A., 1997.** Morphology, internal structure and genesis of the Burtnieks drumlin field, Northern Vidzeme, Latvia // *Sedimentary geology* 111. - Elsevier.- pp. 73-90.
- Zilliacus H., 1989.** Genesis of DeGeer moraines in Finland // *Sedimentary Geology* 62.- pp. 309-317.
- Аболтыньш О.П., 1972.** К вопросу о формировании острововидных возвышенностей // *Ледниковый морфоģенез.* Рига: Зинатне.- с.51-61.
- Аболтыньш О.П., 1975.** Гляциодинамические особенности формирования возвышенностей Латвии // *Вопр. четвертичной геологии.* - Рига: Зинатне. - Вып. 8. - с. 5-23.
- Аболтыньш О.П., 1978.** Строение и текстурные особенности морен переходной зоны между низменностями и возвышенностями в Центральной Латвии // *Основные морены материковых оледенений (Материалы междунар. симпозиума).*- М.: ГИН АН СССР.- с. 90-104.
- Аболтыньш О.П., 1978.** Некоторые разновидности текстур и особенности гляциодинамических контактовых зон морены как показатели условий генезиса мезоформ рельефа // *Проблемы морфоģенеза рельефа и палеогеографии Латвии.*- Рига: Латв.гос.ун-т им. П.Стучки.- с. 19-32.
- Аболтыньш О.П., 1986.** Анализ трехосных линейных структурных элементов морен и интерпретация его результатов // *Морфоģенез рельефа и палеогеография Латвии.* Сб. научн.трудов.- Рига: Латв.гос.ун-т им. П.Стучки.- с. 19-35.
- Аболтыньш О.П., 1986.** Гляциоструктура ледниковых отложений и ее проявление в рельефе Центральной прибалтики // *Морфоģенез рельефа и палеогеография Латвии.* Сб. научн.трудов.- Рига: Латв.гос.ун-т им. П.Стучки.- с. 58-68.
- Аболтыньш О.П., 1989.** Универсальные комплексы мезоформ рельефа // *Гляциоструктура и ледниковый морфоģенез.*- Рига: Зинатне.- с.232-247.
- Аболтыньш О.П., 1989.** Гляциоструктура и ледниковый морфоģенез.- Рига: Зинатне.- 284 с.

- Аболтынь О.П., Вейнбергс И.Г., Стелле В.Я., Эберхард Г.Я., 1972.** Основные комплексы маргинальных образований и отступление ледника на территории Латвийской ССР // Краевые образование материковых оледенений.- М.: Наука.- с. 30-37.
- Аболтыньш О., Вейнбергс И., Эберхард Г., 1974.** О формировании предфронтальных позднеледниковых бассейнов и долинно-речной сети во время деградации ледника последнего оледенения на территории Латвийской ССР // Предфронтальные краевые ледниковые образования.- Вильнюс: Минтис.- с. 60-85.
- Аболтыньш О.П., Вайтекунас П.П., Даниланс И.Я., Карукяпп Р.Я., Кливе Г., Раукас А.В., Рошко Л., Чеботарева Н.С., Янке В., 1977.** Балтийский ледниковый поток // Структура и динамика последнего ледникового покрова Европы. К X конгрессу INQUA (Великобритания).- М.: Наука.- с. 17-44.
- Аболтыньш О.П., Асеев А.А., Вонсавичюс В.П., Исаченков В.А., Можаяев Б.Н., Раукас А.В., 1988.** Островные возвышенности как особым образом организованные геологические объекты.- Академия наук Эстонской ССР. Отделение химических, геологических и биологических наук.- Таллин.- 56 с.
- Аболтыньш О., Зелчс В., 1988.** Литоморфогенез внутренней зоны древнеледниковой области (на примере исследований в Латвии) // Развитие географической мысли в Советской Латвии. - Рига: Латв. гос. ун-т им. П.Стучки. - с.103-126.
- Асеев А.А., 1966.** О синхронизации фаз развития последнего оледенения и колебаний климата верхнего плейстоцена // Верхний плейстоцен. Стратиграфия и абсолютная геохронология.- М.: Наука.- с. 5-12.
- Асеев А.А., 1967.** Генетическая классификация ледниковых озер Северо-Запада.- Л.: Геогр.об-во СССР.- с. 249-257.
- Асеев А., 1974.** Древние материковые оледенения Европы.- М.: Наука.- 319 с.
- Белоусов В.В., 1985.** Основы структурной геологии.- М.: Недра.- 206 с.
- Бендруп Л.П., Биргер Л.В., Биргер А.Я., Архарова Т.В., 1981.** Геологическая карта Латвийской ССР. М 1:500 000.
- Биргер, 1979.** Фаменский ярус // Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии.- Рига: Зинатне.- с. 141-162.
- Биргер, Куршс, Лярская, 1979.** Франский ярус // Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии.- Рига: Зинатне.- с. 100-141.



- Ботвинкина Л.Н., 1962.** Слоистость осадочных пород.- Труды Геол.ин-та АН СССР.- М.- 59.- 542 с.
- Вайтекунас П.П., Мийдел А.П., 1972.** Поверхность субстрата антропогена Прибалтики и ее влияние на ледниковый морфогенез // Региональные исследования ледниковых образований.- Рига: ЛГУ им. П.Стучки.- с. 278-291.
- Вейнбергс И.Г., 1968.** Морфогенез рельефа Западной Латвии во время последнего оледенения и особенности развития основных рельефообразующих процессов. Автореф.дис. канд.геогр.наук.- Вильюс.- 27 с.
- Вейнбергс И.Г., 1968.** Морфогенез рельефа Западной Латвии во время последнего оледенения и особенности развития основных рельефообразующих процессов. Диссертация канд.геогр.наук.- Рига.- 366 с.
- Вейнбергс И.Г., 1972.** Маргинальные формы рельефа (на примере Западной Латвии) // Краевые образования маргинальных оледенений.- М.: Наука.- с. 37-45.
- Вейнбергс И.Г., 1975.** Формирование Абавско-Слоценской системы долин стока талых ледниковых вод // Вопр. четвертичной геологии.- Рига: Зинатне.- с. 82-101.
- Вейнбергс И.Г., 1976.** О строении и генезисе Латвийских камов // Вопр. четвертичной геологии.- Рига: Зинатне.- Вып. 9.- с. 5-49.
- Гаврилова А.В., 1979.** Пермская система // Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии.- Рига: Зинатне.- с. 167-171.
- Гзовский М.В., 1954.** Тектонические поля напряжений // Изв. АН СССР Сер.геофиз.- N 5. с. 390-410.
- Гзовский М.В., 1975.** Основы тектонофизики.- М.: Наука.- 536 с.
- Даниланс И.Я., 1972.** Влияние подледниковой поверхности на процессы дегляциации и ледникового морфогенеза // Краевые образования материковых оледенений. - М.: Наука.- с. 19-22.
- Даниланс И.Я., 1973.** Четвертичные отложения Латвии.- Рига: Зинатне.- 312 с.
- Зелчс В.С., 1986.** Особенности морфологии строения и генезиса Кангарских озовых гряд. // Морфогенез рельефа и палеогеография Латвии.- Рига: ЛГУ.- с. 69-87.
- Зелчс В.С., 1987.** Разновидности гляциодислокаций и их рельефообразующая роль в пределах гляциодепресссионных низменностей Латвии.- Рига: ЛГУ им. П.Стучки.- 35 с.

- Зелчс В.С., 1992.** Аугстрозское всхолмление. В: Гляциотектонические процессы, ледниковые отложения, формы рельефа и их влияние на современные геоэкологические условия. Путеводитель летнего полевого семинара. Северная и Центральная Видземе, Латвия, 27.07.-01.08.1992.- Рига: Латв.ун-т.- с. 6-16.
- Зелчс В.С., Зелча Л.Э., Маркотс А.Я., 1990.** О происхождении микрорельефа верховых болот Латвии // Экзодинамические процессы и методы их исследования. Научн.труды.- Рига: ЛУ.- Т. 547.- с. 63-79.
- Зелчс В., Маркотс А., Страутниекс И., 1990.** Процесс формирования друмлинов Среднелатвийской низменности // Экзодинамические процессы и методы их исследования. Научн.труды.- Рига: ЛУ.- Т. 547.- с. 111-130.
- Зелчс В., Страутниекс И., 1991.** Особенности внутреннего строения и условия образования валунных гряд в окрестностях нас.п. Калтене, западное побережье Рижского залива // Ледниковый литоморфогенез, палеогеография четвертичного периода, современные экзогенные процессы и их геоэкологические аспекты.- Рига: ЛУ.- 72 с.
- Зелчс В., Страутниекс И., 1992.** Морен-увалы как разновидность гляциоморфоскульптур радиального типа // Геология четвертичных отложений и новейшая тектоника ледниковых областей Восточной Европы.- Апатиты: Российская АН, Кольский научн.центр.- 58 с.
- Исаченков В.А., 1988.** Проблемы морфоструктуры и древнеледниковой морфоскульптуры.- Л.: Наука.- 176 с.
- Казаков А., 1976.** Деформация и наложенная складчатость в метаморфических комплексах.- Ленинград: Наука.- с. 129-216.
- Карукяпп Р.Я., 1975.** Особенности формирования ледникового рельефа Карулаской возвышенности Эстонии // Изд. АН ЭССР Сер.Хим.Геол.- Таллин: АН ЭССР.- Т. 24, N 2.- с. 145-151.
- Карукяпп Р.Я., 1978.** Морфологические особенности камовых полей ледниковых возвышенностей Эстонии // Строение и формирование камов.- Таллин: АН ЭССР.- с. 84-91.
- Каяк К.Ф., 1965.** Особенности геологического строения краевых ледниковых образований в Эстонии // Краевые образования материкового оледенения.- Вильнюс: Минтис.- с. 59-64.
- Крупницкас Р.А., 1981.** Оси мезоформ холмисто-моренного рельефа // Исслед. развития Сканд. ледников. покрова на территории СССР.- Апатиты.- с. 67-77.

- Куршс В., Мукане Л., Стелле В., Стинкуле А., 1966.** Состав и закономерности размещения ледниково-озерных глин в Латв.ССР с оценкой перспектив использования для производства легких заполнителей бетона и строительной керамике.- ВНИИМОРГЕО
- Кутырев Э.И., 1968.** Условия образования и интерпретация косо́й слоистости.- Л.- 128 с.
- Лаврушин Ю.А., 1976.** Строение и формирование основных морен материковых оледенений.- М.: Наука.- 237 с.
- Лаврушин Ю.А., Гертнер А.Р., Голубев Ю.К., 1986.** Ледовый тип седименто-и литогенеза.- М.: Наука.- 156 с.
- Ласточкин А.Н., 1987.** Морфодинамический анализ.- Л.: Недра.- 256 с.
- Левков Э.А., 1980.** Дислокации активного льда // Гляциотектоника.- Минск: Наука и техника.- с. 47-149.
- Лукашов А.Д., 1982.** Структурная геология моренного покрова Карелии // Тез.докл. XI конгресса ИНКВА.- М.- Т. 2.- с. 202-203.
- Лукашов А.Д., 1986.** Структурная карта моренных покровов и механизм образования гляциодислокации (на примере Карелии) // Палеогеогр. и полез. ископаемые плейстоцена севера Евразии.- Л.- с. 135-138.
- Лукашов А.Д., Рукосуев С.И., 1981.** Строение Пяозерско-Куйтинского поля друмлинов в северо-западной части Карелии // Исследования развития Скандинавских ледниковых покровов на территории СССР.- Апатиты.- с. 51-62.
- Ласточкин А.Н., 1987.** Морфодинамический анализ.- Л.: Недра.- 256 с.
- Мазо В.Л., 1986.** Самоорганизация ледникового рельефа // Докл. АН СССР, 290, N 2.- с. 309-312.
- Мейронс З.В., Страуме Я.А., Юшкевичс В.В., 1976.** Основные разновидности маргинальных образований и отступление последнего ледника на территории Латвии // Вопр. четвертичной геологии.- Рига: Зинатне.- Вып. 9.- с. 50-74.
- Мейронс З.В., Юшкевичс В.В., 1984.** Четвертичные отложения // Геология Латвийской ССР.- Рига: Зинатне.- с. 89-122.
- Милеев В.С., 1970.** Линейность и растяжение в складчатой структуре // Докл. АН СССР.- Т. 192.- N 4.- с. 869-872.
- Милеев В.С., 1973.** К вопросу о развитии будинажа и его использовании для оценки величины деформации // Вест. Моск. гос. ун-та, сер. геол.- М.- N 5.

- Милеев В.С., 1978.** Структурный парагенез - основа корреляции структурных форм, сформированных в единых динамо-кинематических условиях // Принципы и методы изучения структурной эволюции метаморфических комплексов.- Л.: Наука.- с. 44-55.
- Можаев Б.Н. Можаева В.Г., 1978.** Возможности применения аэрофото и радиолокационной съемки для изучения водноледниковых образований // Строение и формирование камов. - Таллин АН ЭССР.- с.33-40.
- Паталаха Е.И., 1970.** Механизм возникновения структур течения в зонах смятия.- Алма-Ата: Наука.- 216 с.
- Патерсон У.С.Б., 1984.** Физика ледников.- М.: Мир.- 472 с.
- Петгиджон Ф.Дж., 1981.** Осадочные породы.- М.: Недра.- 751 с.
- Раукас А.В., 1963.** Литология разновозрастных морен Эстонской ССР // Тр. Ин-та геологии АН ЭССР.- Таллин.- Вып. 12.- с. 3-12.
- Раукас А.В., 1978.** Плейстоценовые отложения Эстонской ССР - Таллин. Валгус.- 310 с.
- Раукас А.В., Ряхни Э.Э., Мийдел А.М., 1971.** Краевые ледниковые образования Северной Эстонии.- Таллин.- 226 с.
- Рейнек Г.Э., Сингх И.Б., 1981.** Обстановка терригенного осадконакопления.- М.: Недра.- 429 с.
- Родыгин А.И., 1980.** Структурные диаграммы.- Томск: Томск. ун-т.- 71 с.
- Рухин Л.Б., 1969.** Основы литологии. Учение об осадочных породах.- Л.: Недра.- 703 с.
- Ряхни Э.Э., 1967.** Озы и краевые образования последнего оледенения на Пандивереской возвышенности (Эстонская ССР). Автореф. дис. канд. геол.-мин.наук.- Таллин: Изд-во АН ЭССР .- 32 с.
- Саксон М.А., Сеглиньш В.Э., 1990.** Разрез долинкувских интерстадиальных отложений Савайни возле г.Добеле // Четвертичный период: методы исследования, стратиграфия и экология.- Таллин: Ин-т геологии АН Эстонии.- с. 88-89.
- Сапфиров Г.Н., 1982.** Структурная геология и геологическое картирование.- М.: Недра.- 246 с.
- Серебрянный Л.Р., 1978.** Динамика покровного оледенения и гляциоизостазия в позднечетвертичного время.- М.- 270 с.
- Симонов Ю.Г., 1972.** Региональный геоморфологический анализ.- М.: МГУ.- 252 с.

- Спиридонов А.И., 1975.** Геоморфологическое картографирование.- М.: Недра.- 184 с.
- Страуме Я.А., 1970.** Строение и текстуры озовых отложений южной окраины Восточной Курземе и Земгальской равнины // *Вопр. четвертичной геологии.*- Рига: Зинатне.- Вып. 5.- с. 109-115.
- Страуме Я.А., 1979.** Геоморфология // *Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии.*- Рига: Зинатне.- с. 297-439.
- Страуме, Юшкевичс, Мейронс, 1976.** Карта подчетвертичной поверхности Латвийской ССР. М 1:1 000 000.
- Страуме Я.А., Мейронс З.В., Юшкевичс В.В., 1981.** Геоморфологическая карта Латвийской ССР. М 1:500 000.
- Страутниекс И., 1992.** Гляциоструктурный рельеф южной части Восточно-Курземской возвышенности // *Геология четвертичных отложений и новейшая тектоника ледниковых областей Восточной Европы.*- Российская АН, Кольский научн.центр, Апатиты.
- Страутниекс И.А., 1998.** Гляциоструктурный рельеф в восточной части Восточно-Курземской возвышенности // *Главнейшие итоги в изучении четвертичного периода и основные направления исследования в XXI веке.*- Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ.- с.177-178.
- Таваст Э.Х., 1978.** О влиянии древнего рельефа на формировании камов // *Строение и формирование камов.* - Таллин АН ЭССР.- с. 41-47.
- Уилсон Дж., 1985.** Геологические структуры малых форм.- Москва: Наука.- с.9-101.
- Ульст В.Г., 1962.** Текстуры курземских камов как показатель некоторых условий их образования // *Вопросы четвертичной геологии.*- Рига.- с. 103-113.
- Фаустова М.А., Чеботарева Н.С., 1977.** Заключение // *Структура и динамика последнего ледникового покрова Европы.*- М.: Наука.- с. 118-130.
- Флинт Р.Ф., 1963.** Ледники и палеогеография плейстоцена.- М.: ИЛ.- 576 с.
- Фокин Е.И., 1986.** О точности определения углов наклона местности, получаемых по топографическим картам // *Тр. Гос. н-и центра изуч.природ.ресурсов, N 27.*- с. 117-121.
- Эберхардс Г.Я., 1975.** О некоторых особенностях древних врезов на территории Латвии и их формировании // *Вопр. четвертичной геологии.*- Рига: Зинатне.- Вып. 8.- с. 24-30.
- Эмулис, 1966.** Карта мощностей четвертичных отложений масштаба 1:200000. Материалы Геологического фонда Латвии.

**Юшкевичс В.В., 1979.** Карта подвалдайской поверхности.

**Юшкевичс В.В., Страуме Я.А., Мейронс З.В., 1975.** Карта мощностей четвертичных отложений Латвийской ССР. М 1:1 000 000.

**Юшкевичс В.В., Мейронс З.В., Страуме Я.А., Биргер А.Я., Архарова Т.В., 1981.** Карта четвертичных отложений Латвийской ССР. М 1:500 000.