

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOLOĢIJAS NODAĻA

lz05011

Liāna Znudova

EOLIE VEIDOJUMI ROPAŽU LĪDZENUMĀ

Bakalaura darbs

Zinātniskais vadītājs

Prof., Dr. ģeol. Vitālijs Zelčs

Rīga 2009

Anotācija

Znudova L. 2009. Eolie veidojumi Ropažu līdzenumā. Bakalaura darbs. Latvijas Universitāte, Rīga. 67 lpp.

Bakalaura darbā apkopots pētījums par Ropažu līdzenuma Daugavas un Gaujas starpupē sastopamo seno kāpu izplatību, telpisko sakārtojumu, morfoloģiju un veidošanās īpatnībām. Kāpu telpiskais sakārtojums, morfoloģija un hipsometriskais novietojums ļauj rekonstruēt vēju paleovirzienus un to izmaiņas, līdzenuma dabiskās drenāžas un hipsometrijas ietekmi uz kāpu izplatību un veidošanos. Bakalaura darbā veiktie pētījumi liecina par to, ka pētāmās teritorijas hipsometriski augstāk novietotās kāpas varēja sākt veidoties Silciema ledus sprostezera regresijas laikā, bet zemākos līmeņos izvietotās kāpas – sākot ar Baltijas ledus ezera II stadijas regresijas laiku.

Darbs ietver 67 lappuses, 3 nodaļas, 35 attēlus, 9 tabulas un 3 pielikumus. Tas satur atsauksmes uz 33 izziņas avotiem.

Atslēgvārdi: senās kāpas, vēja paleovirzieni, Baltijas ledus ezers, Silciema ledus sprostezers.

Annotation

Znudova L. 2009. Aeolian formations in Ropaži Plain, Central Latvian Lowland. Bachelor thesis. University of Latvia, Riga. 67 p.

The bachelor thesis deals with problems of distribution, spatial arrangement, morphology and peculiarities of the formation of ancient aeolian dunes in the territory located between the Daugava and Gauja rivers. The spatial arrangement, morphology and hypsometric position of aeolian formations were served as a main source of information for reconstruction of the paleogeographic environment, particularly changes in directions of palaeowinds and drainage conditions in the territory of the tilted plain. It could be suggested that formation of dune ridges at higher levels might be occurred during regression of the Silciems local ice-dammed lake, but lower level dunes were from regression of the Baltic Ice lake stage BII.

Bachelor's thesis contains 67 pages, 3 chapters, 35 figures, 9 tables and 3 attachments. It contains 33 references.

Key words: ancient dunes, palaeowind directions, Baltic Ice Lake, Silciems ice-dammed lake.

SATURS

IEVADS	5
1. ROPAŽU LĪDZENUMA RAKSTUROJUMS UN EOLIE VEIDOJUMI	7
1.1. PĒTĀMĀS TERITORIJAS FIZIOGEOGRĀFISKAIS APRAKSTS	7
1.2. PĒTĀMĀS TERITORIJAS ĢEOLOĢISKĀ UZBŪVE UN RELJEFS	9
1.2.1. Subkvartārā virsma un tās uzbūve	9
1.2.2. Kvartāra veidojumi	10
1.3. VĒJA ĢEOLOĢISKĀ DARBĪBA UN EOLĀS RELJEFA FORMAS	13
1.3.1. Vēja darbības radītās reljeфа formas	15
1.3.1.1. Embrionālās kāpas	17
1.3.1.2. Garenkāpas	17
1.3.1.3. Paralēlās kāpas (vaļņveida kāpas)	18
1.3.1.4. Šķērskāpas	20
1.3.1.5. Paraboliskās kāpas	21
1.3.1.6. Zvaigžņkāpas	23
1.3.1.7. Kāpu grēdas	23
1.3.1.8. Kāpu masīvi	24
1.3.1.9. Pārpūstās kāpas	24
1.4. LĪDZŠINĒJIE PĒTĪJUMI PAR EOLAJIEM VEIDOJUMIEM ROPAŽU LĪDZENUMĀ	24
1.4.1. Vangažu apkārtnes eolās ģenēzes nogulumu slāņu sagulumu elementu mērījumu rezultāti un to interpretācija	25
2. MATERIĀLI UN METODEDES	28
2.1. MATERIĀLI	28
2.2. LAUKA PĒTĪJUMU METODEDES	28
2.2.1. Mērījumu vietu izvēle	30
2.2.2. Lauka darbu veikšana un dokumentēšana	31
2.3. KAMERĀLĀS PĒTĪJUMU METODEDES	31
2.3.1. Slāņa saguluma elementu analīze	32
2.3.2. Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes izstrādāšana	33
2.3.3. Faktiskā materiāla karšu izveide un noformēšana	37
3. REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA	38
3.1. KĀPU IZPLATĪBA UN MORFOLOĢIJA ROPAŽU LĪDZENUMĀ	38
3.2. KĀPU IZPLATĪBAS SAISTĪBA AR SILCIEMA BASEINA MAKSIMĀLĀS IZPLATĪBAS UN BALTIJAS LEDUS EZERU STADIJU KRASTA LĪNIJĀM	43
3.3. SLĀŅU SAGULUMA ELEMENTU MĒRĪJUMU REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA	46
3.3.1. Karjera pie Skuķīšiem eolās ģenēzes nogulumu slāņu saguluma elementu mērījumu rezultāti	46
3.3.2. Kangarišu karjera eolās ģenēzes nogulumu slāņu sagulumu elementu mērījumu rezultāti	56
SECINĀJUMI	61
PATEICĪBAS	62
LITERATŪRAS SARAKSTS	63
PIELIKUMI	65
1. PIELIKUMS. TREŠĀ NOVĒROJUMA VIETA SKUĶĪŠU APKAIMĒ	65
2. PIELIKUMS. NOVĒROJUMA VIETU KOORDINĀTAS	66
3. PIELIKUMS. ROPAŽU LĪDZENUMA KĀPU IZPLATĪBAS KARTE	67

IEVADS

Pētījums par eolajiem veidojumiem Ropažu līdzenumā Daugavas un Gaujas starpupē tika izvēlēts tādēļ, ka eolie veidojumi šajā dabas apvidū ir maz pētīti, nav zināma šo eolo veidojumu precīza izplatība un telpiskās attiecības ar seno baseinu krasta līnijām.

Bakalaura darba mērķis izpētīt Ropažu līdzenuma eolo veidojumu morfoloģiju, izplatību un telpiskās attiecības ar seno baseinu krasta līnijām.

Lai sasniegtu mērķi, tika izvirzīti šādi darba uzdevumi:

- apzināt pieejamo publicēto un npublicēto literatūru par vēja ģeoloģisko darbību un tā radīto reljefa formu daudzveidību;
- apzināt pieejamo publicēto un npublicēto literatūru par eolajiem veidojumiem Ropažu līdzenumā;
- apzināt pētāmās teritorijas ģeoloģisko uzbūvi;
- apgūt prasmes un kompetenci *ArcView* vidē veidot datu bāzes, sastādīt un noformēt kartes;
- apgūt slāņu sagulumu elementu statiskās apstrādes datorprogrammu *StereoNet*;
- veikt eolās ģenēzes nogulumu slāņojuma elementu mērījumus - krituma leņķu un azimutu mērījumus un veikt to statisko apstrādi;
- veikt mērījumu datu un diagrammu interpretāciju;
- izveidot Ropažu līdzenuma kāpu izplatības karti;
- veikt jaunizveidotās kartes interpretāciju;
- izmantojot jaunizveidoto karti, apzināt Ropažu līdzenuma kāpu morfoloģiju, kāpu saistību ar seno baseinu krasta līnijām un vēju paleovirzienus šo kāpu veidošanās laikā.

Bakalaura darba izstrādes gaitā veiktie pētījumi un iegūtie rezultāti sniedz informāciju par eolajiem veidojumiem, kurus pārsvarā veido kāpas, Ropažu līdzenumā.

Darba izstrādes laikā autore apzināja pieejamo literatūru par eolajiem veidojumiem un to veidošanās īpatnībām atkarībā no paleovides apstākļiem, iepazinās ar pieejamajiem kartogrāfiskajiem materiāliem un interneta resursiem, apguva lauka pētījumu metodes, veica slāņojuma elementu mērījumus, kā arī apguva laboratorijas darbu un lielmēroga kartogrāfisko materiālu datu iegūšanas un apstrādes metodes *ArcMap* vidē, ar kuru veidotas autores sastādītās kartes.

Darba autore kamerālos pētījumus veica Latvijas Universitātes Ģeoloģijas un Zemes zinātņu fakultātes Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā. Bakalaura darba pētījumi tika veikti,

izmantojot kompānijas *ArcGIS* programmu saimes *ArcGIS Desktop (Arc View 9.2)* programmatūras aplikācijas *ArcCatalog version 9.2* un *ArMap version 9.2*, datorprogrammu *Notepad* un datu statistiskās apstrādes datorprogrammu *SteroNet*, versija 3.1. Darba izstrādē tika izmantota Ģeomorfoloģijas un ģeomātikas katedras izveidotās topogrāfisko un ģeoloģisko karšu datu bāzes, kā arī, minētās katedras darbinieka J. Jātņieka papildinātā, datubāze *GIS Latvija 9.2*.

Bakalaura darbā lietotie saīsinājumi:

BI, BII, BIII_{a,b,c} – Baltijas ledus ezera stadiju un BIII stadiju fāzu krasta līnijas pēc I. Veinberga (1964), kas atbilst E. Grīnberga (1957) dotajiem krasta līniju attiecīgajiem apzīmējumiem Bgl I, Bgl II, Bgl III_{a,b,c}.

ESRI - Environment Systems Research Institute

ĢGM – Ģeomorfoloģijas un ģeomātikas katedra

GIS - Ģeogrāfiskās Informācijas sistēmas (Geographical Information Systems)

GPS - globālās pozicionēšanas sistēma

GUGK – Galvenā ģeodēzijas un kartogrāfijas pārvalde (Главное управление геодезии и картографии)

ĢZZF – Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

LĢIA – Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra

LR VZD – Latvijas Republikas Valsts Zemes dienests

LU – Latvijas Universitāte

A – austrumi;

R – rietumi;

ZR – ziemeļrietumi;

ADA – austrumdienvidastrumi;

RZR – rietumziemeļrietumi.

1. ROPAŽU LĪDZENUMA RAKSTUROJUMS UN EOLIE VEIDOJUMI

Lai veiktu pētījumus par eolajiem veidojumiem Ropažu līdzenumā, bija svarīgi apzināt arī pētāmās teritorijas fizioģeogrāfisko raksturojumu, ģeoloģisko uzbūvi un eolo reljefa formu daudzveidību. Šī nodaļa ir izstrādāta galvenokārt balstoties uz dažādu literatūras avotu sniegto informāciju, veicot šīs informācijas analīzi atbilstoši pētījuma mērķim, kā arī papildinot nodaļas saturu ar autores iegūtajiem statistiskajiem datiem par pētāmās teritorijas platību.

1.1. PĒTĀMĀS TERITORIJAS FIZIOĢEOGRAFISKAIS APRAKSTS

Ropažu līdzenums ir dabas apvidus Viduslatvijas zemiens ziemeļrietumu daļā.

Bakalaura darbā autore pēta Ropažu līdzenuma teritoriju, kura atrodas Daugavas un Gaujas starppupē (1.1. att.). Pētāmās teritorijas kopējā platība ir 1 110,99 km², tās perimetrs – 169,63 km.

Pētāmā teritorija austrumos robežojas ar Viduslatvijas zemiens Madlienes (Viduslatvijas) nolaidenumu, rietumos un dienvidrietumos – ar Piejūras zemiens Rīgavas līdzenumu, dienvidos – ar Viduslatvijas zemiens Tīreļu līdzenumu un Upmales paugurlīdzenumu un ziemeļos - ar Viduslatvijas zemiens Metsepoles līdzenumu un Idumejas augstienes Limbažu viļņoto līdzenumu.

Ropažu līdzenuma virsas slīpuma dēļ izveidojies biezs A – R virzienā tekošu upju tīkls (Šķiņķis, 1998).

Pētāmās teritorijas lielākā



1.1. att. Dabas apvidu karte (Juškevičs, 2000).

daļa ietilpst Daugavas baseinā, bet tās ziemeļu daļa pieder Gaujas baseinam. Lielākās upes ir Tumšupe, Lielā Jugla, Mazā Jugla, Ogre un Krievupe.

Kopumā labvēlīgo noteces apstākļu un reljefa īpatnību dēļ Ropažu līdzenumā ir tikai daži nelieli ezeri (Šķiņķis, 1998). Pētāmās teritorijās dienvidu daļā atrodas ūdenstilpnes – Upesciema dīķi, Ūdensrožu dīķi, Silezers, Sunīšu ezers, Mašēnu ezers, Langstiņu ezers, Sidrabezers un Sekšu ezers.

Pētāmajā teritorijā ir plaši sastopami purvi. Lielākie no tiem ir Maltuves purvs, Laugas purvs, Lielo Kangaru purvs, Lobes purvs un Purgaiļu purvs. Visplašāk ir izplatīti purvi, kuri pieder pie augstā jeb sūnu purva tipa, un salīdzinoši maz ir izplatīti zemie jeb zāļu purvi. Literatūras avoti (Šķiņķis, 1998) liecina, ka plašo purvu attīstību, ir veicinājis lielais nokrišņu daudzums un augstais gruntsūdens līmenis.

Pētāmās teritorijas administratīvā atrašanās vieta ir Rīgas un Ogres rajoni, lielākās apdzīvotās vietas ir Ogre, Vangaži, Salaspils, Ropaži, Ikšķile, Saurieši, Inčukalns, Ulbroka, Saulkalne, Tīnūži un Garkalne.

Ropažu līdzenums pārsvarā ir līdzens, nedaudz viļņots, bet teritorijas dienvidu un dienvidaustrumu daļā – vidēji viļņots. Augstums pakāpeniski pazeminās rietumu un ziemeļrietumu virzienā (Šķiņķis, 1998).

Ropažu līdzenums atrodas smilšainās Piejūras zemienes augšņu rajonā (Šķiņķis, 1998). Teritorijā reljefa pacēlumos visplašāk ir izplatītas tipiskā podzola augšņu grupa ar smilts cilmiezi, bet ieplakās visplašāk izplatīta ir kūdrainā podzolētā glejaugsne ar smilts cilmiezi. Un tikai teritorijas dienvidu daļā, salīdzinoši nelielās platībās, ir sastopama velēnu podzolaugsne un pseidoglejotā augsne. Savukārt upju tuvumā ir izplatītas tādas augšņu grupas kā velēnu glejaugsne un velēnpodzolētā glejaugsne, palienēs – aluviālā augsne un teritorijas austrumu daļā – purvu augsnes.

Ropažu līdzenums ir viens no mežainākiem apvidiem. Meži aizņem >70% teritorijas (Šķiņķis, 1998). Visplašāk ir sastopami priežu (sils) un priežu – egļu meži, bet salīdzinoši nelielās platībās teritorijas austrumu daļā ir sastopami arī egļu – sīklapju un priežu – sīklapju meži.

Klimats mēreni silts un mitrs, ar jūtamu jūras ietekmi, ko nosaka valdošie rietumu virziena vēji. Austrumu virzienā jūras ietekme nedaudz mazinās (Šķiņķis, 1998).

Gada vidējais nokrišņu daudzums palielinās virzienā no rietumiem uz austrumiem. Teritorijas rietumu daļā gada vidējais nokrišņu daudzums ir 650-700 mm (Turlajs, 2002), bet austrumu daļā – 700-750 mm (Turlajs, 2002). Janvāra mēneša vidējā gaisa temperatūra ir -5,5°C (Turlajs, 2002), bet jūlija mēneša vidējā gaisa temperatūra ir +17°C (Turlajs, 2002). Bez sala periods gaisā ilgst 140-150 dienas (Turlajs, 2002).

1.2. PĒTĀMĀS TERITORIJAS ĢEOLOĢISKĀ UZBŪVE UN RELJEFS

Kāpu un citu eolo reljefa formu veidošanos teritorijā nosaka ne tikai vēja darbība, bet arī teritorijas ģeoloģiskā uzbūve, mūsdienu virsmas saposmējums un tā uzbūve, kā arī veģetācija un dabiskās drenāžas apstākļi. Šajā apakšnodaļā uzmanība tiek pievērsta ģeoloģiski ģeomorfoloģiskiem apstākļiem, kuriem ir nozīmīga loma eolo procesu norisē.

1.2.1. Subkvartārā virsma un tās uzbūve

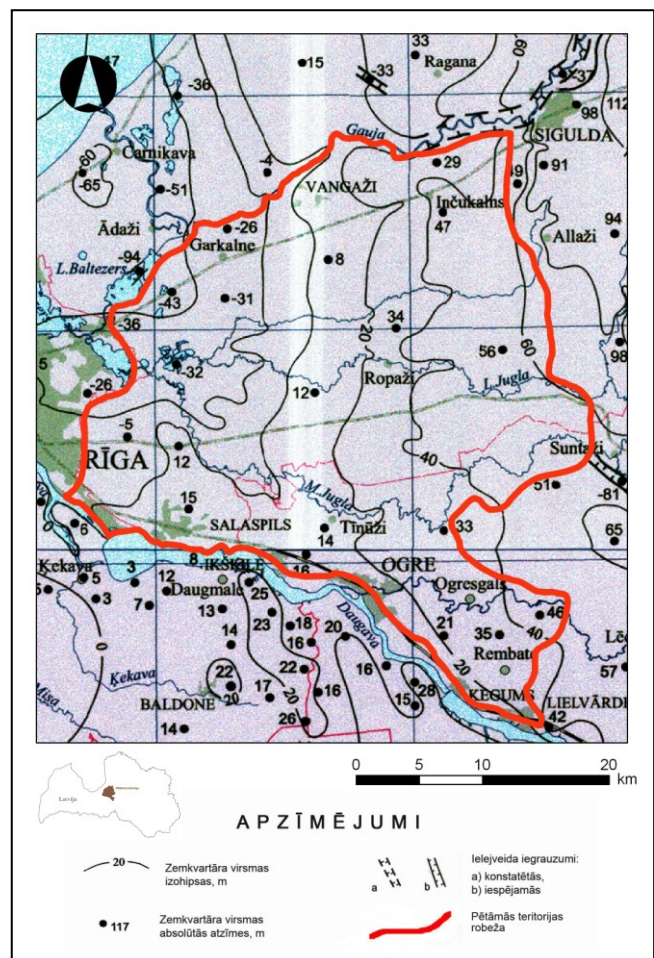
Devona ieži visā teritorijā veido zemkvartāra virsu un daudzās vietās, galvenokārt Daugavas, Gaujas, Lielās un Mazās Juglas un citu mazāko upju krastos, ir vērojami atsegumi. Izplatīti tikai devona nogulumi – smilšakmens, aleirolīts, māls, aleirītisks māls, domerīts, mālaini dolomīti un ģipsis (Brangulis, 2000).

Devona slāņkopas virsma ir noārdīta (Brangulis, 2000).

Subkvartārās virsmas reljefs ir līdzens ar retiem 10 – 15 m dziļiem pazeminājumiem rietumos no Inčukalna un Zaķumuižas. Viszemāk tā atrodas līdzenuma ziemeļrietumu daļā (no 40 līdz 50 m vjl.) šaurā joslā gar Rīgavas līdzenumu, ziemeļos no Ulbrokas. Vangažu, Zaķumuižas, Salaspils un Ulbrokas apkārtnē devona iežu virsa jau atrodas ap 5 – 8 m vjl., pakāpeniski paaugstinoties līdz 45 – 55 m vjl. līdzenuma austrumdaļā (1.2. att.) (Juškevičs, 2000).

Vides noturību līdzenuma dienviddaļā Sauriešu, Saulkalnes un Salaspils apkārtnē ievērojami pazemina

karsta procesi. Tie ir saistīti ar devona ģipšaino un karbonātisko iežu izskalošanu, kā rezultātā ir izveidojušās līdz 5 m dziļas kritenes. Šo procesu intensitāte pašlaik nav īpaši aktīva (1 kritene uz 1 km² 20 – 100 gadu laikā), bet to raksturu var strauji mainīt tehnoloģiskās slodzes



1.2. att. Zemkvartāra virsmas reljefa karte (Juškevičs, 2000, ar autoras papildinājumiem).

palielināšanās. Šajā rajonā novērojama arī paaugstināta pazemes ūdeņu agresivitāte (Juškevičs, 2000).

Zemkvartāra virsmas devona iežu svītas secīgi nomaina viena otru virzienā no ziemeļrietumiem uz dienvidaustrumiem – Gaujas svīta, Amatas svīta, Pļaviņu svīta, Salaspils svīta, Daugavpils svīta, Katlešu svīta un Ogres svīta.

1.2.2. Kvartāra veidojumi

Ropažu līdzenuma ledāja reljefa formas radušās Zemgales ledus loba darbības rezultātā (Zelčs, Markots, 2004). Tomēr vēlākā Silciema ledus sprostezera un Baltijas ledus ezera stadiju laikā tās ir stipri pārveidotas. Tāpēc mūsdienu virsmā dominē bijušo Baltijas ledus ezera, ledājakrasta zonas sprostezeru un eolie veidojumi.

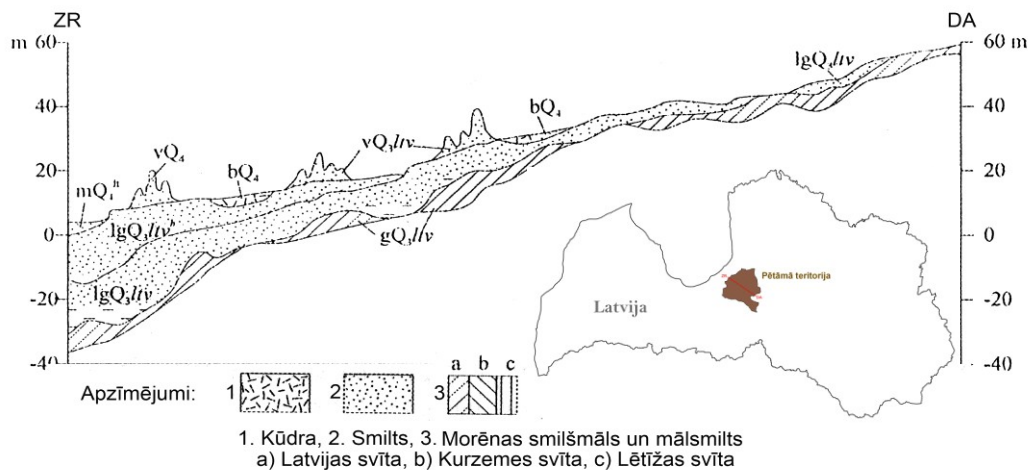
Pētāmajā teritorijā vispirms leduslaikmeta beigu posmā izveidojās Silciema lokālais baseins. Pirms 11,8 tūkst. gadiem, saplūstot kopā atsevišķiem ledāja malas sprostezeriem, izveidojās Baltijas ledus ezers. Tā dziļākajās vietās, kas tagad atrodas Rīgas jūras līča akvatorijā, uzkrājies līdz 10 – 15 m bieza māla un aleirīta slāņkopa, bet seklūdēns zonā līča piekrastē – dažādgraudaina, pārsvarā smalkgraudaina smilts, vietām ar grants un oļu piemaisījumu. Šī baseina maksimālajam līmenim (B II stadija) atbilstošie krasta veidojumi, zemes garozas glaciozostatiskās pacelšanās rezultātā pēcloduslaikmetā, tagad atrodas no 16-17m vjl. pie Gaujas (Āboltiņš, 1971) un 15 m vjl. pie Salaspils (Juškevičs, 2000).

Šo baseinu nogulumu veido lēzeni viļņoto līdzenuma virsu, kas lēzeni paaugstinās austrumu virzienā no 7 – 10 m pie Baltezera līdz 60 m Viduslatvijas nolaidenuma tuvumā. Ropažu līdzenumam ir raksturīgi līdz 15 – 20 m augsti un plaši kāpu masīvi, kuri turpinājuši veidoties arī vēl nesenā pagātnē ne tikai Litorīnas jūras krasta tuvumā, bet arī Ropažu un Inčukalna apkārtnē (Juškevičs, 2000).

Kvartāra nogulumu biezums līdzenuma lielākajā daļā reti pārsniedz 10 m. Tikai rietumos no Vangažiem un Zaķumuižas tas palielinās līdz 20 – 30 m, bet Baltezera tuvumā pat līdz 45 – 50 m. Ģeoloģiskā griezuma galvenā daļa sastāv no dažādgraudainas, pārsvarā smalkgraudainas smilts ar aleirīta starpkārtām slāņa pamatnē un grants, oļu piemaisījumu Gaujas tuvumā (1.3. att.). Šie nogulumi ir uzkrājušies lokālajos sprostezeros un Baltijas ledus ezerā, kā arī šajos baseinos ietekošo ledāja kušanas ūdeņu izveidotajās deltās, īpaši Gaujas tuvumā. No dziļāk guļošajiem devona iežiem tos atdala tikai dažus metrus bieza Latvijas leduslaikmeta morēna. Latvijas leduslaikmeta morēnas sastāvs ir mainīgs. Pārsvarā sastopama sarkanbrūna vai brūna morēnas mālsmilts. Bieži tā ir stipri izskalota vai pat pilnīgi noskalota.

Smilšaino nogulumu biežums parasti nepārsniedz 4 – 6 m. Tikai zemkvartāra virsmas pazeminājumā rietumos no Vangažiem un Zaķumuižas apkārtnē tas palielinās līdz 15 – 20 m, sasniedzot ap 30 m Garkalnes apkārtnē (Juškevičs, 2000).

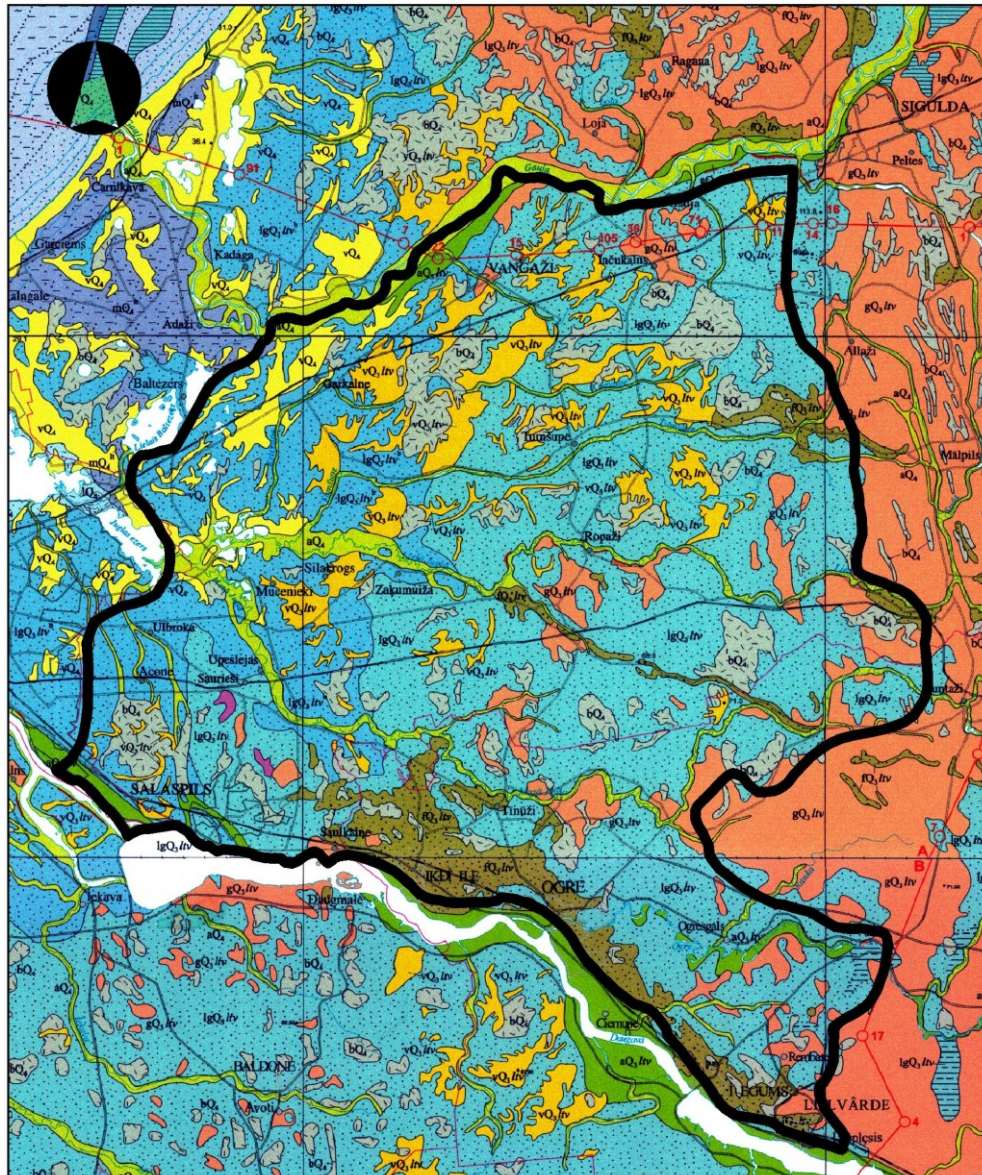
Neskatoties uz biežo upju un strautu tīklu, augstais gruntsūdens līmenis, kas atrodas



1.3. att. Ropažu līdzenuma kvartāra nogulumu uzbūves shēma (Juškevičs, 2000, ar autoru papildinājumiem).

pārsvārā ne dziļāk par 2 m, ir veicinājis zemes virsas pazeminājumu pārpurvošanos, īpaši ieplakās starp kāpu masīviem. Artēziskie ūdens horizonti ir nepietiekami izolēti no gruntsūdeņiem un līdz ar to slikti aizsargāti no piesārņojuma, neskatoties pat uz nelielo ūdens statiskā līmeņa starpību šajos horizontos. Pašreiz piesārņojums novērojams Getliņu izgāztuves un Inčukalna sērskābā gudrona izgāztuvju apkaimē, kā arī Ulbrokas cūku nobarošanas kompleksa teritorijā (Juškevičs, 2000).

Kvartāra nogulumu kartē var redzēt (1.4. att.), ka pētāmajā teritorijā kvartāra nogulumu segu galvenokārt veido Baltijas ledus ezera smilts nogulumu ($lgQ_3 \text{ } lv^b$) un glaciolimniskie smilts nogulumu ($lgQ_3 \text{ } lv$), bet teritorijas austrumu daļā starp šiem nogulumiem atrodas morēnas smilšmāla un mālsmilts nogulumu ($gQ_3 \text{ } lv^b$) „saliņas”. Gandrīz visā teritorijā, izņemot pētāmās teritorijas dienvidaustrumu daļu, ir izplatīti eolie nogulumu. Šīs ģenēzes nogulumu, pēc V. Juškeviča (Juškevičs, 2000) uzskatiem, ir divi atšķirīgi vecumi – visplašāk ir izplatīti auģspleistocēna vecuma eolie nogulumu ($vQ_3 \text{ } lv$), bet pētāmās teritorijas rietumu un ziemeļrietumu daļās ir sastopami arī jaunāki – holocēna vecuma eolie nogulumu (vQ_4). Teritorijā salīdzinoši plaši ir izplatīti arī holocēna vecuma purva nogulumu (bQ_4). Gar pētāmās teritorijas dienvidu robežu, nelielās platībās teritorijas centrālā daļā un austrumu daļā kvartāra nogulumu segu veido glaciofluviālie smilts un grants nogulumu ($fQ_3 \text{ } lv$). Bet dažāda vecuma aluviālo nogulumu ($aQ_3 \text{ } lv$ un vQ_4) izplatība ir cieši saistīta ar tagadējo upju atrašanās vietu.



0 5 10 20 km

APZĪMĒJUMI

HOLOCĒNS

	Purvu nogulumi. Kūdra
	Aluviālie nogulumi. Smiltis, grants, oļājs, aļeirīts
	Aluviālie deltas nogulumi. Smiltis
	Eolie nogulumi. Smiltis
	Pēclitorīnas jūras nogulumi. Smiltis, grants, aļeirīts
	Litorīnas jūras nogulumi. Smiltis, grants, aļeirīts

AUGŠPLEISTOCĒNS

Latvijas svīta

	Aluviālie nogulumi. Smiltis, grants, oļājs
	Eolie nogulumi. Smiltis
	Baltijas ledus ezera nogulumi. Smiltis, grants, oļājs, aļeirīts, māls
	Limnogiāciālie nogulumi. Smiltis, aļeirīts, māls
	Fluviogiāciālie nogulumi. Smiltis, grants, oļājs
	Glaciēnīgie nogulumi. Morēnas mālsmiltis un smilsmāls

	Smiltis
	Smiltis ar granti
	Smiltis dūņaina
	Aļeirīts
	Smiltis aļeirītiska aļeirīts smilšains
	Aļeirīts mālsains māls aļeirītisks
	Māls
	Kūdra
	Dūņas

Stratigrāfisko un ģenētisko vienību robežas: a) konstatētās, b) iespējamās

Litoloģisko vienību robežas

Urbumi un to numuri

Ģeoloģiskā griezumā līnija

Pētāmās teritorijas robeža

1.4. att. Kvartāra nogulumu karte (Juškevičs, 2000, ar autores papildinājumiem).

1.3. VĒJA ĢEOLOĢISKĀ DARBĪBA UN EOLĀS RELJEFA FORMAS

Vējš ir viens no nozīmīgākajiem eksogēnajiem faktoriem, kas rada vai pārveido reljefa formas. Šīs norises sauc par eolajiem procesiem. Tie aktivizējas, ja zemes virskārtu veido nesaistītu iežu masas, kuras nepārklāj veģetācijas sega, un ja ir neliels nokrišņu daudzums, jo tad iežos parasti ir maz mitruma (Maldavs u.c., 1981).

Aktīva vēja darbība norisinās ne tikai smilšu tuksnešos. Eolais reljefs sastopams upju ielejās, jūru un ezeru piekrastēs. Vējš pārveido arī seno ledāju veidoto reljefu, visbiežāk sandru līdzenumus, glaciofluviālās deltas un seno pieledāja baseinu nogulas.

Vēja izraisītie jeb eolie ģeoloģiskie procesi izpaužas kā zemes virskārtas smalkgraudaino nogulumu noārdīšanās, noārdīto produktu pārvietošanās gaisa plūsmu iedarbībā un kā jaunu, no vēja pārvietotā materiāla sastāvošu, eolo nogulumu veidošanās. Var izdalīt trīs vēja ģeoloģiskās darbības virzienus:

- vēja ārdošā darbība – iežu deflācija un korāzija;
- vēja transportējošā darbība;
- vēja akumulatīvā darbība.

Deflācija ir ārdošs process, kas visbiežāk novērojams plašās, ar irdeniem iežiem pārklātās teritorijās, kur vējš līdzenajā virsmā izpūš bedres un ieplakas. To platība reizēm var sasniegt pat vairākus hektārus, bet dziļums – vairākus desmitus metru. Arī Latvijas piekrastē un iekšzemē starp kāpām ir deflācijas ieplakas, kuru izmēri nepārsniedz dažus desmitus metru (Maldavs u.c., 1981).

Deflācija visintensīvāk notiek tuksnešos un apvidos ar retu augāju. Kā reljefa formas izšķir deflācijas vagas, ielejas, iegultnes un ieplakas (Ancāne, 2000).

Deflācijas gaitā vāji saistīto un irdeno iežu daļiņas tiek izpūstas – atrautas no to virsmas vēja aerodinamiskā spiediena rezultātā. Visaktīvāk deflācija notiek tādās teritorijās, kurās aktīvi noris fiziskās dēdēšanas procesi, zemes virsmu veido smiltieži un tā nav aizsargāta no vēju iedarbības ar augu sega. Ļoti aktīvi šajos procesos piedalās vēji, kas periodiski un ilgstoši pūš kādos noteiktos virzienos (Indāns u.c., 1986).

Vēja reljefu veidojošā darbība ir lielā mērā atkarīga no vēja ātruma. Eksperimentu rezultātā ir konstatēta tieša sakarība starp vēja ātrumu un pārnesto daļiņu izmēriem (1.1. tabula).

Transportējošās darbības rezultātā deflācijas un korāzijas procesos radies drupu materiāls pārvietojas vējam līdzī vai nu pa zemes virsmu, vai arī pa gaisu. Atkarībā no vēja ātruma var tikt pārvietots dažāda rupjuma materiāls. Ja vēja ātrums sasniedz 4 m/s, tas var pārnest pa gaisu, paceļot 10 cm augstumā, daļiņas ar izmēriem līdz 0,1 mm, vēja ātrumam 7

m/s atbilst pārpūstās daļiņas ar izmēriem līdz 0,25 mm, 8 m/s – 0,5 mm, 10 m/s – 1 mm, 13 m/s – 1,5 mm. Vējš, pūšot ar ātrumu 20 m/s, var pārnest granti, kuras graudu izmēri sasniedz 4 – 5 mm. Lielākā daļa vēja transportētā smilšu materiāla pārvietojas 1 – 2 m augstumā, bet putekļu daļiņu pacelšanās augstums spēcīgu vētru laikā var sasniegt vairākus kilometrus (Indāns u.c., 1986).

Gaisa ietekmē (eolos apstākļos) ir četri materiāla pārneses mehānismi: koloidālo šķīdumu (aerosolu) veidā, suspendētā veidā, saltācijas kustībā, velkot un ripinot pa grunti (1.5. att). Svarīgi ir tas, ka gaiss spēj pārvietot tikai smilts, aleirīta un māla izmēra daļiņas. Granti un rupjākus graudus var transportēt tikai vētras vai virpuļviesuļi. Eolo nogulumu smalkie graudu izmēri un ļoti labā šķirotība ir vērtīgas pazīmes, kas ļauj tos atšķirt no ūdenī nogulsnēta materiāla (Stinkulis, 2007).

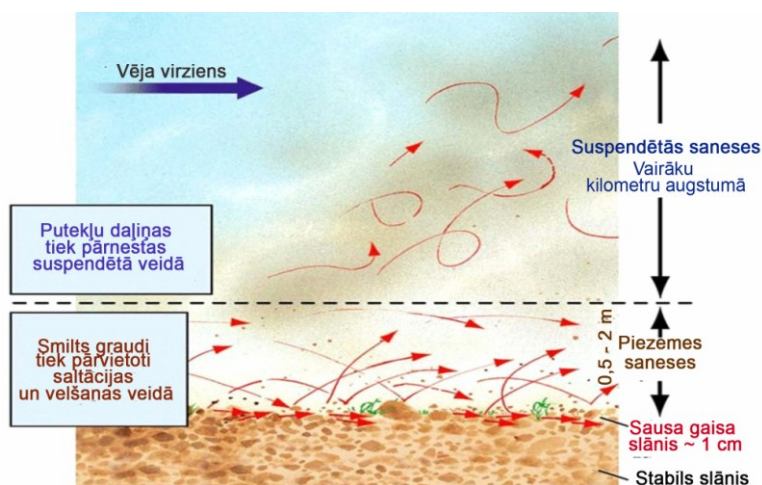
1.1. tabula

Pārvietoto nogulumu graudiņu izmērs atkarībā no vēja ātruma

(Maldavs u.c., 1981, Stinkulis 2006, <http://www.meteo...>, ar autores papildinājumiem)

Vēja ātrums (m/s)	Vēja nosaukums	Pārvietoto graudiņu izmēri (mm)	Frakcijas nosaukums un diapazons
4,0	lēns vējš	līdz 0,1	aleirīti (0,01-0,1 mm)
4,5 – 6,7	lēns – mērens vējš	0,25	smalkgraudaina smilts (0,1-0,25 mm)
6,7 – 8,4	mērens – mēreni stiprs vējš	0,5	vidējgraudaina smilts (0,25-0,5 mm)
9,8 – 11,4	mēreni stiprs – stiprs vējš	1,0	rupjgraudaina smilts (0,5-1,0 mm)
11,4 – 13,0	stiprs vējš	1,5	ļoti rupjgraudaina smilts (1,0-2,0 mm)
20,00	vētrains	4,0-5,0	vidēja grants (2,0-5,0 mm)

Viens no izplatītākajiem eolo nogulumu tiem ir smilts. Pastāvīgas vēja plūsmas, kuras spēj pārvietot lielus drupu materiāla daudzumus, reti pārsniedz ātrumu 30 m/s, un tās var pārvietot tikai daļiņas ar diametru līdz aptuveni 0,5 mm. Tomēr ir sastopamas arī rupjgraudainas eolās smiltis un pat eolā grants. Eolajos procesos ilgstoši transportētās daļiņas ir ļoti labi noapaļotas un ļoti labi šķirotas. Bez tam gaisa vidē daļiņas spēcīgi abradē viena



1.5. att. Materiāla pārneses mehānismi
(Chernicoff, Venkatakrishnan, 1995 un Zelčs, 2009).

otru, un saglabājas tikai mehāniski izturīgākie (cietākie minerāli) – kvarcs, krama fragmenti u.c (Stinkulis, 2007).

Vēja akumulatīvā darbība izpaužas kā vēja pārvietotā materiāla uzkrāšanās un specifisku reljefa formu veidošanās. Vēja transportētiem smilts graudiem

ir raksturīga matēta virsma, ko var labi redzēt skenējošā elektronu mikroskopā. Smilšu veidotās eolās gultnes formas iedala 3 grupās: ripsnas, kāpas un milzu kāpas (Stinkulis, 2007).

1.3.1. Vēja darbības radītās eolās reljefa formas

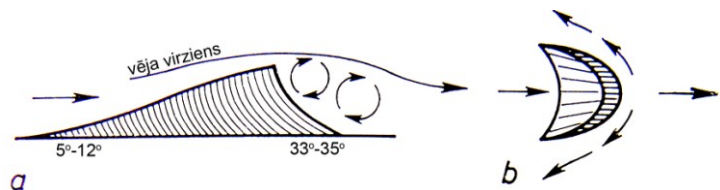
Eolās akumulācijas vidējformu grupas apzīmējumam lieto kopēju jēdzienu eolās kāpas (Zelčs, 2009).

Vēja darbība visenerģiskāk ietekmē reljefa veidošanos tuksnešos, jūru, upju un ezeru smilšainajās piekrastēs un augstu paceltajos plato, kuru virskārtu veido irdeni ieži (Maldavs u.c., 1981).

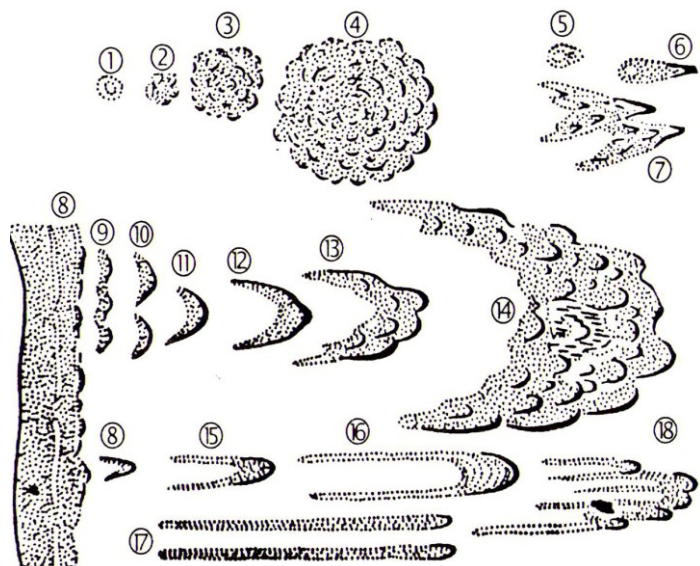
Vēja transportējošā darbība ir cieši saistīta ar vēja nesto smilšu nogulsnešanos – akumulāciju. Parasti vēja ārdošā, transportējošā un akumulējošā darbība noris vienlaikus. Akumulatīvās reljefa formas dabā ir bieži sastopamas (Maldavs u.c., 1981). Akumulācijas procesos eolās smiltis veido raksturīgus Zemes virsmas reljefa elementus, starp kuriem izplatītākie ir kāpas (Indāns u.c., 1986).

Kāpas veidojas jūru un lielu ezeru un upju krastos no vēja pārpūstām smiltīm. Tie ir iegarenas formas smilšu vaļņi, kas orientēti galvenokārt perpendikulāri valdošo vēju virzienam. Kāpām raksturīga asimetriska šķērsriezuma forma, aizvēja nogāzes slīpums (parasti 33-35°) ir daudz lielāks nekā lēzenās, pret vēju vērstās nogāzes slīpums (5-12°) (1.6. att.). Augstums visbiežāk ir 5 – 30 m, dažreiz tas sasniedz 100 m un vairāk (Indāns u.c., 1986).

Kāpu formas tuksnešos ietekmē kserofilās veģetācijas ieviešanās, sākotnējais reljefs, vēju režīms un daudzi citi faktori, kuri veido atšķirīgas reljefa formu



1.6. att. Kāpas veidošanās shēma (Indāns u.c., 1986).
a – profils, b – plāns. (Ar bultiņām norādīts vēja virziens.)

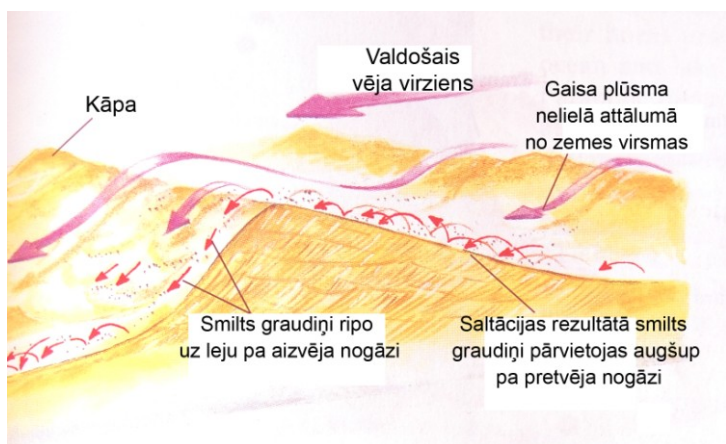


1.7. att. Kāpu forma atkarībā no valdošajiem vējiem (Ancāne, 2000).

- 1 – 4 formas kāpas veidojas, vienmērīgi pūšot dažādu virzienu vējam.
- 5 – 7 formas kāpas veidojas, dominējot tuvu virzienu vējiem.
- 8 – 14 formas kāpas veidojas, dominējot viena virziena vējam.
- 15 – 18 formas kāpas veidojas, pūšot viena virziena vējam.

kombinācijas (Maldavs u.c., 1981). Teritorijās, kas vienmērīgi klātas ar veģetāciju un ir pietiekami nodrošinātas ar mitrumu augsnes virskārtā, vēja nestās smiltis un putekļi nogulsņējas vienmērīgi, ja vēja ātrums nepārsniedz 1,5 m sekundē. Vēja ātrumam pieaugot, smiltis un putekļi izveido paugurainu reljefu. Tā rodas vaļņveida pauguri vai pauguru grēdas, ko sauc par kāpām (Maldavs u.c., 1981).

Kāpu forma ir atkarīga no valdošo vēju virzieniem un kāpas veidojošā materiāla pieplūdes daudzuma (1.7. att.). 1.7. attēlā var redzēt, ka koncentriskas formas kāpas veidojas gadījumos, kad valda dažādu virzienu vēji, bet, ja dominē viena virziena vēji, tad veidojas specifiskākas formas kāpas. Kāpām ir viļņu garums 3-600 m, un augstums 10 cm – 100 m. Kāpas migrē, smiltij pārvietojoties saltācijas procesā un augšu pa pretvēja nogāzi un krītot



1.8. att. Smiltis graudu pārvietošanās mehānisma shēma (Chernicoff, Venkatakrishnan, 1995).

lejā pa aizvēja nogāzi. Vienlaicīgi veidojas eolais slīpslāņojums (1.8. att.). Visbiežāk kāpas augšdaļa tiek noārdīta, un izveidojās slīpslāņotās sērijas ar ļoti lielu biezumu – aptuveni no 1 m līdz 10-20 m. Tā ir laba eolo nogulumu identifikācijas pazīme, jo slīpslāņotās sērijas, kas izveidojas, grēdām pārvietojoties zemūdens apstākļos, ir no dažiem

decimetriem līdz metriem biezas. Eolie nogulumi ir arī labāk šķiroti nekā ūdens vidē izgulsnēta smiltis, un smilšainajos eolajos nogulumos parasti nav kvarca grants graudu un oļu, kā arī māla slānīšu, lēcu un citu ieslēgumu (Stinkulis, 2007).

Milzu kāpas ir labi redzamas aerofotouzņēmumos un satelītuzņēmumos. Tās ir vēl vienu pakāpi lielākas par kāpām – viļņu garums no simtiem metru līdz kilometriem, bet augstums no desmitiem metru līdz pat simtiem metru. Parasti milzu kāpu aizvēja un pretvēja nogāzē ir izveidojušās mazāka mēroga reljefa formas – kāpas, retāk aizvēja nogāze ir vienlaidu, un to nesarežģīt mazākas formas (Stinkulis, 2007).

Latvijas teritorijā var izdalīt divu ģenētisko tipu kāpu paveidus: iekšzemes (kontinentālās) un piekrastes kāpas. Lielākie iekšzemes kāpu masīvi sastopami Strenču apkārtnē, uz ziemeļiem no Daugavpils, kā arī starp Baldoni un Ķegumu. Dominējošās ir paraboliskās kāpas, kuru pretvēja nogāzes slīpums ir 5 – 10°, bet aizvēja – 25 – 30° (Indāns u.c., 1986).

Eolo kāpu nosaukumi parasti ir aizgūti no arābu valodas (barchan, seif, akle, rhourd), jo tieši šajā valodā pirmo reizi tika apzīmēti eolie veidojumi. Balstoties uz eolo kāpu morfoloģiju, valdošo vēju virzienu attiecībā pret kāpām, analizējot kāpu veģetāciju, kāpu pārvietošanās spējas un citas pazīmes, tās 1979. gadā klasificēja McKee, 1990. gadā – Pye un Tsoar un 1995. gadā – Lancasters (Bridge, Demicco, 2008).

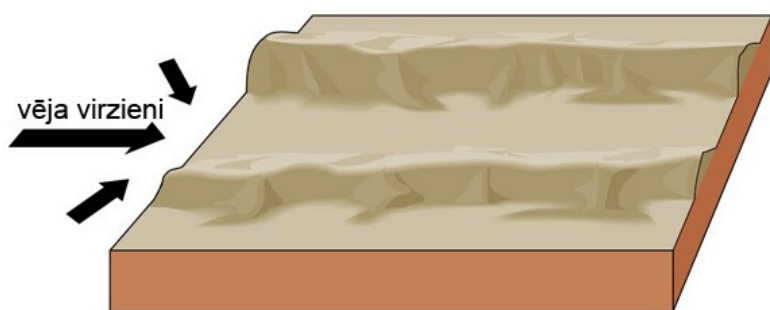
1.3.1.1. Embrionālās kāpas

Vēja akumulatīvās darbības rezultātā rodas ļoti daudzveidīgas reljefa formas. Visvienkāršākās no tām ir nelieli pauguriņi, kuri rodas, vēja plūsmai ceļā sastopot kādu šķēršli – lielāku iežu bluķi, augu vai to kopu. Akumulācijas veidojumi vispirms rodas šī šķēršļa aizvēja pusē, bet, vēja ātrumam pieaugot, jau pats smilšu paugurs kļūst par šķēršli, pie kura vējš zaudē enerģiju un nogulsnē attransportēto materiālu. Virs sākotnējā šķēršļa izveidojas simetriska, nekustīga kāpa (Maldavs u.c., 1981).

Ja vēja ātrums vēl tālāk pieaug, kāpas vēja pusē sākas deflācijas process. Parasti kāpas pretvēja pusē veidojas lēzena, 5 – 10° slīpa nogāze, bet aizvēja pusē tā ir stāvāka – 25 – 30°. Šo kāpu augstums parasti nepārsniedz 1m, tās orientētas valdošo vēju virzienā. Šādas kāpas dēvē par embrionālajām kāpām (Maldavs u.c., 1981).

1.3.1.2. Garenkāpas

Veidojas pie ievērojama vēja ieskrējiena atklātā ainavā. Garenkāpas ir sastopamas tādās vietās, kur sezonāli mainās vēja virziens. Vējam pūšot pārmaiņus te no ziemeļiem, te no



austrumiem, smiltis tiek sanestas tā, ka veidojas kāpas, kuru muguras vērstas paralēli vēja rezultējošajam virzienam (1.9. att.) (Zelčs, 2009).

1.9. att. Garenkāpas (<http://www.india...>).

1.3.1.3. Paralēlās kāpas (vaļņveida kāpas)

Pēc formas dažādo piekrastes kāpu vidū sevišķu ievērību pelna Latvijā plaši izplatītās, vidēji 1-4 m (retāk līdz 5-6 m) augstās, krasta līnijai un savstarpēji paralēlās kāpu sērijas. Šo kāpu aizņemtās, atsevišķos krasta posmos vairākus desmitus kilometrus garās joslas platums svārstās no 0.5 līdz 1-3 km, bet Kolkasraga akumulatīvā krasta izvirzījumā pat 7-9 km. Paralēlās kāpas ir diezgan regulāri vairākus 100 metrus gari vaļņi, kas gan saplūst kopā, gan atkal sazarojas. Visraksturīgākās tās ir Irbes šauruma krasta joslā, sākot no Ovīšiem līdz Kolkai un tālāk gar Rīgas līča piekrasti nepārtraukti līdz Rojai. Pēc vairāku kilometru pārtraukuma Kaltenes apkārtnē tās atkal tagadējo jūras krastu pavada no Upesgrīvas līdz Jūrmalai ieskaitot. Paralēlo kāpu josla daļēji „pārtrūkst” atsevišķu zvejniekciemu teritorijās, kur tās ir sekundāri pārpūstas (Eberhards, 2003).

Paralēlo kāpu vaļņu reljefs (izņemot nelielus lokālus iecirkņus) nav saglabājies vairāk nekā 25 km garajā krasta joslā no Daugavas līdz Gaujai un tālāk līdz Pabažiem, kur dominē jauno, pēdējos gadsimtos iekšzemes virzienā pārpūsto kāpu ainavas (Eberhards, 2003).

Zemie un diezgan regulārie vaļņi, kuri stiepjas kilometriem tālu un kurus bieži izmanto kā meža ceļu vietas, citu no cita norobežo 10-50 m (Kolkasragā līdz 60-100 m) platas, mitras ieplakas ar zāļu vai sūnu purviņiem. Kurzemes piekrastē vietām arī ar atsevišķiem gariem un šauriem, vēl nepilnīgi aizaugušiem ezeriņiem. Kurzemes ziemeļos šos kāpu vaļņus jau no seniem laikiem sauc par kangariem, bet šauros un garos pazeminājumus starp tiem – par vigām (Eberhards, 2003).

Būtībā viss plašais akumulatīvais Kurzemes pussalas krasta izcilnis ar Kolkasragu ir ziemeļaustrumu, austrumu virzienā atvērtu vīgu un kangaru vēdekļveidīgs virknējums. Pēc nivelēšanas datiem kopējais kāpu vaļņu skaits sasniedz 180. Tālāk no tagadējā jūras krasta, kur sliktāki virszemes noteces apstākļi, izveidojies Bažu purvs. Te kūdra pilnīgi „aprakusi” kāpu vaļņus. Tikai purva perifērijas daļā kā saliņu virknes paceļas šaurās atsevišķu kangaru kores ar priedītēm. Slīteres nacionālā parka teritorijā relatīvi augstākajiem (4-5 m) kangariem ir savi vietējie nosaukumi. Piemēram, Sklandkangars, Bažkangars, Augstkangars, Vecbažkangars u.c. (Eberhards, 2003).

Šis paralēlo kāpu reljefs izveidojies Litorīnas jūras krastā, jūras līmenim pakāpeniski (vai lēcienveidīgi) pazeminoties un sauszemei paplašinoties jūras virzienā, pludmalē bagātīgi pieskalojot smilšaino materiālu (Eberhards, 2003).

Esošā ģeoloģiskā (bet nepietiekamā) informācija liecina, ka paralēlo kāpu josla izveidojusies pēdējo 5000-6000 gadu laikā. Tas nozīmē, ka, lai izveidotos viena kāpu grēda (kangars) un vīga, vidēji bija nepieciešami 30-40 gadi. Protams, tas ir visai nosacīti. Līdzīgi

veidojumi Baltijas jūras piekrastē sastopami arī citur: Vācijā, Polijā, nedaudz arī Igaunijā Narvas-Joesmu apkārtnē (Eberhards, 2003).

Daļa Latvijas piekrastes pētnieku uzskata, ka minēto kāpu stingri paralēlais novietojums, smilšu viendabīgais mehāniskais sastāvs u.c. pazīmes liecina, ka šie veidojumi ir bijušās priekškāpas (Eberhards, 2003).

Vietām Kurzemes krasta joslā (Vaidē) cilvēku maz ietekmētos apstākļos, kā to 1960. gadā novērojis Bušs, šādu kangaru veidošanās novērota arī 20. gadsimta (Eberhards, 2003).

Tas, ka paralēlās ar mežu apaugušās kāpas (kangari) ir senās priekškāpas, liecina gan to lielā līdzība ar tagadējām vēl augošajām un daļēji augt pārstājušām priekškāpām, gan vecāko vietējo iedzīvotāju liecības. Tā Mazirbē, kur aiz tagadējās augošās 2-3 m augstās priekškāpas seko ar 40-50 gadu vecu priežu mežu apaugušu paralēlo kāpu sērija, pēc vietējo iedzīvotāju informācijas pirms 50 gadiem ar 30-40 gadu vecām priedēm apaugusi kāpa bijusi kā pirmā, augošā priekškāpa, kur vasarā cilvēki sauļojušies. Savukārt, vietās gar Rīgas līča Kurzemes krastu (Klapkalnciems-Ragaciems, Jūrmala) u.c., kur gar stāvkrasta augšmalu stiepjas augstāka krasta kāpu grēda ar izvirzījumiem iekšzemes virzienā, labi redzams, ka šī kāpa ir uzpūsta uz relatīvi zemākajām un lēzenākajām paralēlajām kāpām. Vairākās vietās kāpu grēdā izdarītajos ģeoloģiskajos urbumos tika fiksēti aprakts augšnes horizonts (t.i. apraktās paralēlās kāpas virsa) (Eberhards, 2003).

Par paralēlo kāpu eolo izcelsmi liecina arī vairākās vietās (Melnšils-Ģipka, Mērsrags-Valgalciems u.c.) urbumos līdz 2-4 m dziļumā konstatētie apraktie augšnes horizonti (Eberhards, 2003).

Daži ģeologi sauc šos eolos veidojumus par vaļņveida krasta kāpām, tā pasvītro vēja līdzdalību to veidošanā, bet ne kā vienīgo, noteicošo faktoru. Zemos lēzenos (0.5-1 m augstos) smilšu vaļņus (Eberhards, 2003).

V. Ulsts (1957) atzīst, ka vaļņveida krasta kāpas ir krasta vaļņi, kas vairāk vai mazāk klāti ar vēja uznestām smiltīm. Šo skaidrojumu V. Ulsts pamato ar smilšu kārtojumu, t.i., kāpu veidojošo smilšu slāņu un kārtiņu saguluma rakstura īpatnībām. Priekškāpai un primārajai kāpai raksturīgs virsmai apmēram paralēls lokveida kārtainums. Kāpām, kas no savas sākotnējās izcelšanās vietas pārvietojušās citur (paraboliskās kāpas), sastopamas galvenokārt ķīļveidīgas un paralēlas slāņu sērijas (Eberhards, 2003).

Pēdējo gadu desmitu laikā pasaules okeāna un jūru akumulatīvajās piekrastēs veikti gan plaši, daudzpusīgi jau pieminēto paralēlo kāpu vaļņu pētījumi, kas ietvēra morfoloģisko, iekšējās uzbūves, minerālā un petrogrāfiskā (litiskā) sastāva noteikšanu un izvērtējumu, gan bagātīgu ¹⁴C datējumu sērijas, kas kopā ar palinoloģiskās analīzes materiāliem ļāva noteikt arī šo reljefa formu veidošanās laiku un galvenos ciklus (Eberhards, 2003).

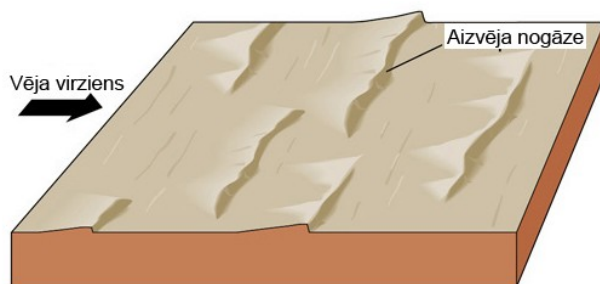
Neskatoties uz daudzpusīgajiem pētījumiem, arī šodien tāpat iezīmējas vairāki viedokļi par šo savdabīgo akumulatīvo reljefa veidojumu ģenēzi. Viedokļu dažādība acīmredzot ir izskaidrojama ar to, ka būtībā te ir runa par pēc morfoloģijas un parametriem līdzīgām, bet pēc tās veidojošā materiāla (smilts, oļi) veidošanās apstākļiem atšķirīgām formām (Eberhards, 2003).

Literatūrā šos akumulatīvos krasta joslas lineāros veidojumus apzīmē dažādi: pludmales vaļņi (*beach bars*), pludmales grēdas (*beach ridges*), eolās grēdas (*aeolian ridges*), paralēlās kāpas (*parallel dunes*), pludmales krasta vaļņi (*chenier*), tātad norādot, ka šīs akumulatīvās formas veidojušās pludmalē (Eberhards, 2003).

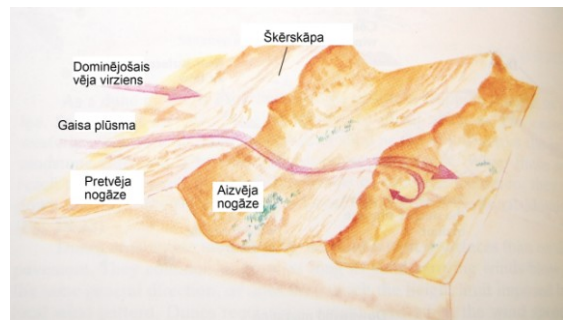
Paralēlās kāpas (pēc E. Bērda klasifikācijas), kas veidojušās eolo procesu rezultātā sastopamas arī Igaunijā. 1991. gadā E. Martina un M. Švarcs apraksta paralēlas, taisnas smilšu grēdas Narvas – Joesmu apkārtnē Igaunijas ziemeļaustrumu krasta joslā. Paralēlās kāpas jeb senās (bijušās) priekškāpas, kas veido savstarpēji paralēlu joslu, saistās ar pieauguma krasta zonu ar bagātīgu smilšu materiāla pienesi. Eolo izcelsmi apstiprina formu morfoloģija un sanešu minerālais sastāvs, galvenokārt smago minerālu koncentrācijas izmaiņas. Tas uzskatāmi parādās Latvijā. Granulometriskā sastāva un smago minerālu koncentrācijas izmaiņas tika noteiktas vienas paralēlās kāpas (senās priekškāpas) griezumā Lielupes labajā krastā lejpus Priedaines, Babītes lagūnu norobežojošās akumulatīvās pāržmaugas vidusdaļā, vietā, kur Lielupe sistemātiski erodē paralēlo kāpu joslu (Eberhards, 2003).

1.3.1.4. Šķērkāpas

Šķērkāpas ir savstarpēji paralēlu kāpu grēdu sērijas (1.10. att.), kuras veidojas galvenokārt arīdā un semiarīdā klimata reģionos, kuros ir plaši izplatīti smilts nogulumi, valdošo vēju virziens ir konstants un nabadzīga augu valsts. Šīs kāpas ir orientētas



1.10. att. Šķērkāpas (<http://www.india...>)



1.11. att. Šķērkāpas uzbūve (Chernicoff, Venkatakrishnan, 1995)

perpendikulāri valdošajam vēja virzienam. Šķērskāpām ir raksturīgs asimetrisks profils, kuru veido lēzena pretvēja nogāze un stāvāka aizvēja nogāze (1.11. att.). Šīs kāpas parasti ir 50 – 1000 m garas un 2 – 60 m augstas (Chernicoff, Venkatakrišnan, 1995).

1.3.1.5. Paraboliskās kāpas

Interesantākās un reizē arī iespaidīgākās pēc saviem izmēriem un formas ir paraboliskās kāpas jeb parabolas (Eberhards, 2003).

Mērena klimata apstākļos bieži veidojas paraboliskās kāpas. To forma līdzīga barhāniem, tikai „ragi” pavērsti pret vēju (1.12. att.). Šādu reljefa formu izveidošanos sekmē blīvā veģetācijas sega, kas pārklāj kāpu lēzenos galus (labāku mitruma apstākļu dēļ). Kāpas



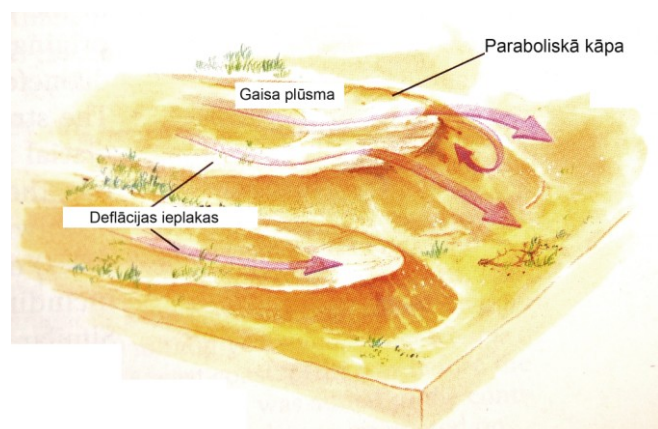
1.12. att. Paraboliskās kāpas uzbūve
(<http://www.india...>)

centrā brīvās smilšu masas pakļautas aktīvai vēja darbībai (Indāns u.c., 1986).

Paraboliskās kāpas ir lokveida kāpu grēdas, kuru lokveida ieliekums ir vērsts valdošo vēju virzienā (1.13. att.). Parabolisko kāpu kores ir nelīdzenas. Šīs kores sastāv no virknes slīpu pauguriņu, kurus vienu no otra atdala sedlīnes.

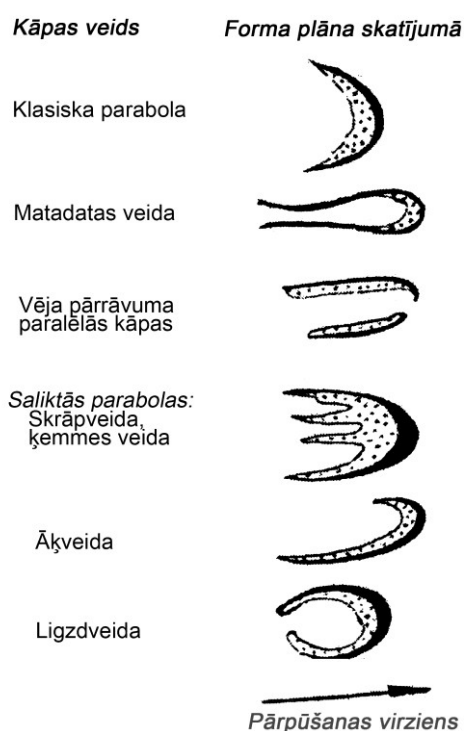
Paraboliskās kāpas pretvēja nogāzes centrālās daļas slīpums ir tāds pats kā kāpu grēdām, bet „spārnu” daļā nogāžu slīpums ir ievērojami lielāks. Paraboliskajām kāpām ir raksturīga likumsakarība, ka, jo šaurāki ir kāpas „spārni” jo stāvāka ir šīs paraboliskās kāpas pretvēja nogāze. Parabolisko kāpu „spārnu” paši gali nereti ir šauri vaļņi ar paugurotu virsmu, un šo vaļņu nogāzes, neatkarīgi no atrašanās vietas attiecībā pret valdošajiem vējiem, ir ar vienādu slīpumu, kurš visbiežāk ir 20 – 30°. Dažreiz vienas paraboliskās kāpas lokveida ieliekumā atrodas vēl viena paraboliskā kāpa, bet salīdzinoši reti ir sastopama tāda situācija, ka divas nelielas paraboliskās kāpas veido lielāka paraboliska eolā veidojuma „spārnu” (Danilāns, 1973).

Paraboliskās kāpas ir raksturīgas jūras krasta joslas eolās akumulācijas formas, kas veidojas pārpūšamo smilšu deficīta apstākļos.



1.13. att. Paraboliskā kāpa (Chernicoff, Venkatakrišnan, 1995).

Pasaulē tās veidojās arī šodien. Šo kāpu veidošanās parasti sākas ar esošo krasta kāpu pret vēju (jūru) vērstās nogāzes izpūšanu, kad esošās kāpas virsotnes daļā veidojas izpūšanas ieplaka. Izpūstās smiltis krājas aizvēja pusē, tām nobirstot pa stāvo nogāzi. Turpinoties izpūšanas procesam, sākotnējās krasta vaļņveida kāpas vidusdaļas smiltis pakāpeniski tiek dzītas iekšzemes virzienā. Izpūtumu ieplakas malās, kur smiltis satur veģetāciju, smilšu masu pārvietošanās notiek lēnāk. Tā rezultātā jaunā kāpa arvien vairāk ieliecas un izstiepjas iekšzemes virzienā. Ar laiku izveidojas pakavveida jeb paraboliskā kāpa ar garāku un lēzenāku pretvēja un īsāku un stāvāku aizvēja nogāzi. Kad apsīkst no jūras puses pārpūsto smilšu apjoms, var notikt kāpas nesamērīga izstiepšanās vēja virzienā un izveidojas tā sauktā cemmes veida kāpa. Var veidoties arī kāpas, kas atgādina sievietes matu saspraudi, ķemmi vai



1.14. att. Parabolisko kāpu veidi
(Eberhards, 2003)

pat makšķeres āķi. Ja paraboliskā kāpa neapzeļ ar veģetāciju, vējam turpinot smiltis pūst tālāk, tā var tikt pilnīgi pārrauta. Tad vienas kāpas vietā izveidojas divas paralēlas vaļņveida kāpas, kuru garās assis ir orientētas perpendikulāri jūras krasta līnijai (1.14. att.) (Eberhards, 2003).

Veģetācijas sega (mežs, krūmāji, zālaugi), pārpūšamo sauso smilšu slāņa biezums un gruntsūdens dziļums un, protams, jūras vējš, ir tie galvenie faktori, kas arī nosaka (ierobežo) parabolisko kāpu veidošanos samērā šaurās (daži simti metru, reti vairāk) joslās (Eberhards, 2003).

Parabolisko kāpu veidošanās visbiežāk ir bijusi saistīta ar cilvēku darbību tagadējā jūras krastā. Vēl pirms 60-200 gadiem no pludmalei pieguļošās priekškāpu, krasta kāpu grēdu vai paralēlo kāpu vaļņu zonas pēc dabiskās veģetācijas

iznīcināšanas un klaju puteņsmilšu laukumu izveidošanās notika smilšu masu pārceļošana iekšzemes virzienā, apberot mežus, laukus, pļavas, ceļus, apdzīvotas vietas un pat upes. Latvijā paraboliskās kāpas sastopamas vietām atklātās Baltijas jūras, Irbes šauruma un Rīgas līča krasta joslā 0.5-2.5 km attālumā no tagadējās ūdenslīnijas. Iespaidīgākās paraboliskās kāpas raksturīgas starp Daugavu un Gauju (pazīstamā Kalngales-Vecāķu paraboliskā kāpa) un Irbes upes ietekas rajonā tās labajā krastā „Baltais kalns” (Eberhards, 2003).

veidojusies Litorīnas jūras laikā un norobežo lagūnu joslas līdzenumu. Te ar spārniem kopā saslēgtu deformētu parabolisko vai pat pilnīgi pārrautu kāpu nepārtraukta grēda stiepjas ap 7-8 km garumā no Papes līdz Jūrmalcīmam, kur to pārrauj līdz 1.5 km garš, apmēram pirms 300 gadiem pēc ugunsgrēka izveidojies, pārpūsto smiltāju iecirknis. Šī mežiem klātā kāpu grēda kā stāva siena paceļas virs plakano Papes un Liepājas ezeriem pieguļošo zemo līdzenumu fona. Te atrodas arī augstākā piekrastes kāpa – Pūsēnu kalns (37 m) (Eberhards, 2003).

1.3.1.6. Zvaigžņkāpas

Zvaigžņkāpas ir vairāku kāpu veidu kopums, kuras galvenokārt veidojas gadījumos, kad vējš



1.15.att. Zvaigžņveida kāpa
(Chernicoff, Venkatakrišnan, 1995).

pūš no trim dažādām pusēm (1.15. att.). Zvaigžņkāpām ir viena centrālā visaugstākā virsotne, no kuras dažādos virzienos atzarojas trīs vai četri stari. Šis kāpu veids saglabā savu sākotnējo formu tikai tādā gadījumā, ja vēju virziens paliek nemainīgs – turpina pūst no trīs vai četrām dažādām pusēm (Chernicoff, Venkatakrišnan, 1995).

1.3.1.7. Kāpu grēdas

Kāpu grēdas sastāv no vairākiem mazākiem kāpu vaļņiem (Danilāns, 1973).

Kāpu grēdu viena no raksturīgākajām pazīmēm ir pretvēja un aizvēja nogāžu dažāds slīpums. Aizvēja nogāzes slīpums visbiežāk ir 28 – 32°, bet pretvēja nogāzes – 4 – 12° (Danilāns, 1973).

Kāpu grēdas daudzviet ir morfoloģiski vienādas, un tām ir raksturīgas līdzenas virsotnes, vienāds nogāžu slīpums un vienādi grēdu platumi. Bet citviet kāpu grēdas ir kā ķēdveidīgi kopā saplūstoši atsevišķi pauguri, starp kuru virsotnēm ir izveidojušās sedlienes. Šādu kāpu grēdu kores ir salīdzinoši nelīdzenas, bet kāpu grēdu veidojošo kāpu pauguru virsotnes var būt gan noapaļotas, gan iegarenas formas un tās var būt orientētas gan vienā

virzienā ar kāpu grēdas orientāciju, gan perpendikulāri kāpu grēdas orientācijai. Kāpu grēdu aizvēja nogāzes galvenokārt ir līdzenas un tikai retos gadījumos tajās ir izveidojušies dažādi izciļņi (Danilāns, 1973).

Kāpu grēdu relatīvais augstums ir no 4 – 5 līdz dažiem desmitiem metru (Danilāns, 1973).

1.3.1.8. Kāpu masīvi

Gadījumos, kad atsevišķas kāpu daļas tiek pārrautas, veidojas salīdzinoši lieli kāpu masīvi. Kāpu masīvu uzbūvē ir raksturīgas lielu ķīļveidīgu slīpu sēriju krustošanās šaurā leņķī (Danilāns, 1973).

1.3.1.9. Pārpūstās kāpas

Pārpūstās kāpas galvenokārt raksturo dažādas formas un izmēru kāpu pauguri un to grupējumi, kas orientēti paralēli vai šķērsām pret krasta līniju (Eberhards, 2003).

To forma plāna skatījumā var būt visdažādākā (Eberhards, 2003).

Pārpūsto kāpu reljefā, kur dominē kāpu sīkpauguri, retāk vidēji augstu pauguru ainavas vai viļņoti līdzenumi (Vecmīlgrāvis-Vecāķi, Bernāti-Liepāja), neatņemama sastāvdaļa ir dažādas formas, izmēru un dziļuma negatīvās formas: eliptiski vai lokveida izpūtumi, kur zemes virspusei tuvu ir gruntsūdeņi, vēja izpūstas muldas un deflācijas „katli” (Eberhards, 2003).

Ja kāpas nesedz augu sega, tās var pārvietoties vēja virzienā ar ātrumu 1 – 20 m gadā, savā ceļā aprokot smiltis apdzīvotas vietas, ceļus, mežus un tīrumus. Kāpu pārvietošanās notiek, vējam pārpūšot smiltis no pretvēja uz aizvēja nogāzi (Indāns u.c., 1986).

Ar veģetācijas segu nenostiprinātas kāpu smiltis var pārvietoties ar ātrumu līdz 20 m gadā (Maldavs u.c., 1981).

1.4. LĪDZŠINĒJIE PĒTĪJUMI PAR EOLAJIEM VEIDOJUMIEM ROPAŽU LĪDZENUMĀ

Baltijas ledus ezera smilšainajiem līdzenumiem sevišķi raksturīgas paraboliskās kāpas un to dažādi morfoloģiskie grupējumi (Eberhards, 2003).

Baltijas ledus ezera smilšainajos līdzenumos, Litorīnas jūras un jaunākajā laikā (pēdējie 2000-2500 gadi) tagadējā jūras krasta akumulatīvajos, smilšainajos līdzenumos sastopami

dažādi kāpu veidojumi. Tie atšķiras pēc savas izplatības, formas, augstuma un komplicētības, gan arī pēc to atrašanās attiecībā pret savu sākotnējo izveidošanās vietu (Eberhards, 2003).

Ropažu līdzenumam ir raksturīgi līdz 15 – 20 m augsti un plaši kāpu masīvi, kuri turpinājuši veidoties arī vēl nesenā pagātnē ne tikai Litorīnas jūras krasta tuvumā, bet arī iekšzemē, kur kā piemērs tiek minēta Ropažu un Inčukalna apkārtnē (Juškevičs, 2000).

Var izdalīt šādus kāpu morfoloģiskos grupējumus (tipus):

- viļņots, pārpūsts līdzenums, atsevišķi kāpu pauguri, pauguru grupas, kāpu pauguru virkne (rinda), kāpu pauguru josla, kāpu lauks, kāpu pauguraine, kāpu masīvs,
- kāpu valnis, vaļņveida kāpa, kāpu grēda, komplicēta (salikta) kāpu grēda, komplicēta kāpu josla (Eberhards, 2003).

Baltijas ledus ezera līdzenumā raksturīgi viļņoti eolie līdzenumi ar atsevišķu kāpu pauguru grupām, pauguru joslām, kāpu lauki un masīvi, kāpu grēdas un kāpu joslas. Kā elementāras eolās reljefa formas visraksturīgākās ir paraboliskās kāpas, kāpu vaļņi un dažādas konfigurācijas kāpu pauguri, dažādu konfigurāciju deflācijas ieplakas (Eberhards, 2003).

Starp Daugavas un Gaujas ietekām krasta kāpas veido vairākas paraboliskas grēdas, bet uz rietumiem līdz Kauguriem tās saplūst vienā paralēli jūras krastam ejošā grēdā (Ulsts, 1961).

Dažos piekrastes rajonos un pieguļošās cietzemes joslā sastop lielus kontinentālo kāpu masīvus. Visvairāk kāpu masīvu sastop abrāzijas un akumulācijas līdzenumā starp Daugavu un Gauju Ropažu apkārtnē, kur eolās smiltis guļ uz glaciofluviālas smilts, kurai piejaukta grants un oļi. Acīmredzot kāpu veidošanās perioda „apakšējo” robežu nosaka zemāk guļošo Baltijas ledus ezera smilts nogulumu vecums. Kontinentālo kāpu veidošanās perioda „augšējo” robežu nosaka erozijas procesu sākums, kura rezultātā radās abrāzijas un akumulācijas līdzenuma palikšņi. Tātad kontinentālo kāpu masīvu rašanās ir notikusi aptuveni Joldijas un daļēji acīmredzot arī Ancilus stadiju laikā (Ulsts, 1961).

Baltijas ledus ezera līdzenumu kāpas veidojušās dominējošo ZR un R vēju ietekmē. Lokālas izmaiņas kāpu orientācijā saistās ar sekundāru kāpu pārpūšanu antropogēnās darbības rezultātā (mežu izciršana, meža ugunsgrēki) pēdējo 200-300 gadu laikā (Eberhards, 2003).

1.4.1. Vangažu apkārtnes eolās ģenēzes nogulumu slāņu sagulumu elementu mērījumu rezultāti un to interpretācija

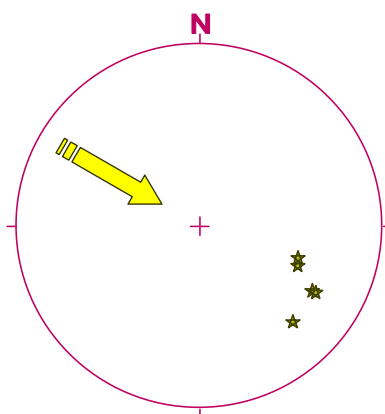
Eolie nogulumu ir sastopami tikai iekškontinentālās kāpās, kuras ir izplatītas teritorijas dienvidrietumu daļā. Eolie nogulumu ir pārstāvēti ar labi šķirotu smalku līdz vidēji rupju

smilti. Labas materiāla šķirošanas rezultātā to slāņošanas var nebūt spilgti izteikta. Nogulumu biezums sasniedz 5,00 m (Mihailovs, 2005).

Domājams eolie nogulumi ir sākuši uzkrāties Baltijas ledusezera II fāzes regresijas laikā. Smilts slāņojums un tā kontakti uzrāda vēja paleovirzienu no RZR uz ADA (Mihailovs, 2005).



1.16. att. Eolo nogulumu atsegums kāpā netālu no Garkalnes grants karjera, novietojumu skat. 2.1. att. (Mihailovs, 2005).



1.17. att. Noslāņojuma krituma virzieni eolajos nogulumos kāpu joslā starp Baltijas ledusezera BII un BIIIb krasta līnijām. Ar zvaigznīti atzīmēti noslāņojuma krituma līniju mērījumi. Bultiņa parāda vēja paleovirzienu (300-120°) kāpu veidošanās un eolo nogulumu uzkrāšanās laikā (Mihailovs, 2005).

Aplūkojot eolo nogulumu slīpslāņojuma mērījumu vizualizāciju (1.17. att.) var redzēt, ka šīs kāpas (1.16. att.) slīpslāņotās sērijas krīt leņķī, kurš noteikti ir lielāks par 30°. Tas ļauj secināt, ka mērījumi ir veikti kāpas pretvēja nogāzē. Tātad valdošais vēja virziens, šīs kāpas veidošanās laikā ir bijis no rietumziemeļrietumiem uz austrumdienvidaustriem.

2. MATERIĀLI UN METODES

Lai sasniegtu darbā izvirzīto mērķi, veicot pētījumus, ir svarīgi izvēlēties piemērotākos materiālus un darba metodes. Šajā nodaļā ir iekļauta informācija par pētījumā izmantotajiem materiāliem un sniegts plašs apraksts par pielietotajām darba metodēm.

2.1. MATERIĀLI

Uzsākot bakalaura darba izstrādāšanu, tika novērtēts un apzināts kāda informācija nepieciešama, lai sasniegtu izvirzīto mērķi un izpildītu uzdevumus.

Vispirms tika apkopota un analizēta un pieejamā literatūra, kartogrāfiskais materiāls un interneta resursi par pētāmās teritorijas ģeoloģisko uzbūvi, vēja ģeoloģisko darbību un tā radīto reljefa formu daudzveidību, un par Ropažu līdzenuma eolajiem veidojumiem.

Visa bakalaura darba izstrādei nepieciešamā publicētā literatūra tika iegūta Latvijas Universitātes Bibliotēkas centrālās ēkas abonementā un Latvijas Universitātes Zemes un vides zinātņu bibliotēkā.

Lai apzinātu pētāmās teritorijas ģeoloģisko uzbūvi un eolās ģenēzes veidojumus šajā teritorijā, autore apzināja Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras Fondu nodaļas Valsts ģeoloģijas fonda daļu. Valsts ģeoloģijas fonda daļā tika aplūkotas un izzinātas ģeoloģisko kartēšanu atskaites un kartes.

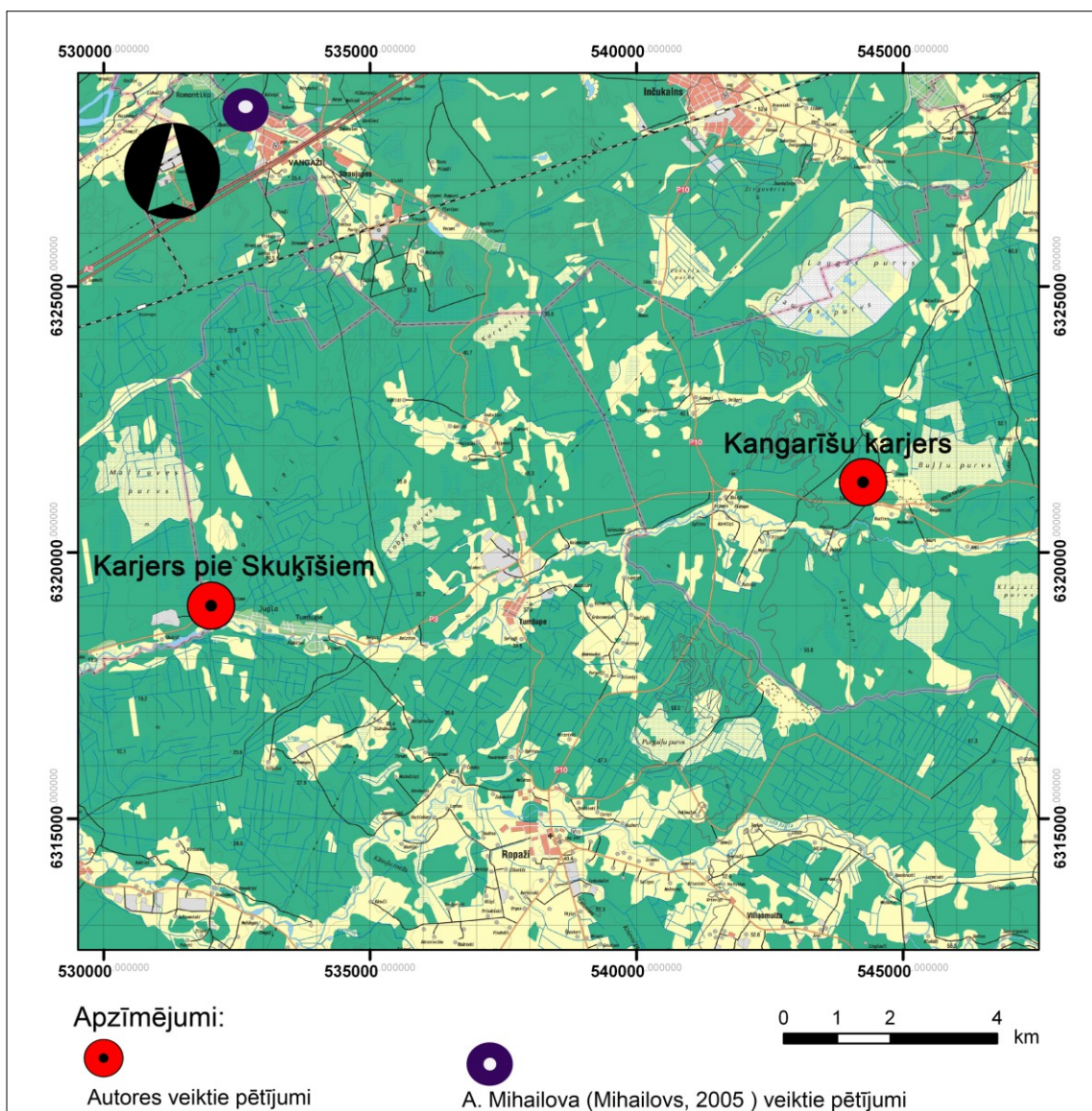
Karšu izstrādāšana, kāpu izplatības kartēšanas un morfoloģijas pētījumu veikšana tika balstīta uz ĢZZF Ģeomorfoloģijas un ģeomātikas katedras izstrādātajām datu bāzēm. Informāciju par kāpu iekšējo uzbūvi tika iegūta lauka darbos.

2.2. LAUKA PĒTĪJUMU METODES

Lai apzinātu Ropažu līdzenumā esošo kāpu galveno veidošanās priekšnosacījumu – paleovēju virzienu, 2009. gada pavasarī autore veica kāpu iekšējās uzbūves pētījumus - slāņu saguluma elementu mērījumus eolo nogulumu slāņkopu atsegumos karjerā pie Skuķīšiem un Kangarīšu karjerā.

Lauka darbi tika veikti divās vietās – karjerā pie Skuķīšiem un Kangarīšu karjerā (2.1. att.). Abi karjeri atrodas Rīgas rajona teritorijā. Karjers pie Skuķīšiem atrodas aptuveni 7,6 km uz ziemeļrietumiem no Ropažiem un aptuveni 1,0 km uz austrumiem no tuvākās apdzīvotās vietas – Skuķīšiem, autoceļa P3 Garkalne – Alaukstis 8,6 kilometra kreisajā pusē. Savukārt

Kangarišu karjers atrodas aptuveni 8,8 km uz ziemeļaustrumiem no Ropažiem un aptuveni 2,2 km uz austrumiem no apdzīvotās vietas Plānupes, autoceļa P3 Garkalne – Alauksts 21,5 kilometra kreisajā pusē.



2.1. att. Lauka darbu – kāpu iekšējās uzbūves detālo pētījumu vietas. Topogrāfiskais pamats - Latvijas Republikas Satelītkartes mērogā 1:50 000 karšu lapas Nr. 4314 (Vangaži) un Nr. 4312 (Ropaži) (LR VZD, 1994 - 1997).

Kopā tika veikti 28 slīpslāņojuma krituma leņķa un krituma azimuta mērījumi 9 mērījumu vietās.

Lauka darbu izpildes laikā, tika veikta eolo reljefa formu un eolo nogulumu slāņkopu fotografēšana. Ar GPS iekārtu *Magellan Platinum* tika veikta koordinātu noteikšana visām mērījumu un novērojuma vietām.

Katrā mērījumu vietā jeb katrā slāņkopā tika veikti 3 līdz 4 slīpslāņojuma krituma leņķa un krituma azimuta mērījumi. Karjerā pie Skuķīšiem tika veikti – 25 mērījumi 8 mērījumu vietās, bet Kangarišu karjerā – 3 mērījumi 1 mērījumu vietā.

Darba autorei mērījumu veikšanā palīdzēja Artūrs Putniņš.

2.2.1. Mērījumu vietu izvēle

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, realizējot bakalaura darba uzdevumus, lauka darbos veiktajiem pētījumiem un iegūtai informācijai ir būtiska nozīme. Tādēļ pirms lauku darbiem bija sagatavošanās etaps – mērījumu vietu izvēle.

Mūsdienās Ropažu līdzenuma teritorijā kāpas sedz veģetācijas sega, bet, lai varētu veikt šo eolo nogulumu slīpslāņojuma mērījumus, bija nepieciešams atsegums kādā no kāpām.

Viens no veidiem kā, mūsdienu saimnieciskās darbības rezultātā, rodas atsegums kādā no reljefa formām ir derīgā izrakteņa ieguve. Pēdējos gados kāpu smiltis tiek izmantotas ceļu kaisīšanas maisījumu pagatavošanā ziemas periodam. Tāpēc Ropažu līdzenumā ir izveidoti vairāki eolo smilšu ieguves karjeri. Mērījuma vietu izvēles laikā bija nepieciešamas apzināt šīs eolo smilšu ieguves vietas, kurās tad arī tika veikti kāpu iekšējās uzbūves pētījumi.

Tā kā pētāmās teritorijas – Ropažu līdzenuma kāpas veidojošās smiltis izmanto kā derīgo izrakteni, tad viens no uzdevumiem, mērījumu vietas izvēles stadijā, bija apzināt šīs eolo smilšu ieguves vietas.

Eolo smilšu atradnēm ir sarežģīta forma, ko nosaka kāpām raksturīgais, stipri artikulētais virsmas reljefs. Iegulu pamatne, turpretim, ir samērā līdzena. Pēc sastāva eolajām smiltīm ir raksturīga augsta šķirojuma pakāpe, tajās nav rupjo (grants) graudu ieslēgumu, 70-90% smilšu parasti ietilpst šaurā, 0,25 – 0,10 mm izmēru intervālā. Minerālais sastāvs ir samērā viendabīgs – dominē (90%) kvarcs, 50-70% tā graudu ir noapaļoti. Eolo smilšu krājumi ir ļoti lieli, taču tās sastopamas tikai atsevišķos Latvijas rajonos. Bieži eolos veidojumus klāj krāšņi priežu meži – pilsētu un ciematu atpūtas vietas un aizsargājamās dabas zonas, tapēc šo smilšu praktiskas izmantošanas iespējas ir ierobežotas (Kuršs un Stinkule, 1997).

Eolās ģenēzes smilšu ieguves vietas tika apzinātas, izmantojot Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras elektronisko Latvijas derīgo izrakteņu atradņu reģistru - http://www.meteo.lv/public/Latvijas_DerIzrRegistrs.html.

Šis Latvijas derīgo izrakteņu atradņu reģistrs satur nozīmīgu informāciju par Latvijas teritorijā dažādos gados apzinātām derīgo izrakteņu iegulām – atradnēm un prognozēto krājumu laukumiem (<http://www.meteo...>).

Elektroniskajā Latvijas derīgo izrakteņu atradņu reģistrā, nepieciešamā informācija tika iegūta, atlasot nepieciešamo derīgā izrakteņa veidu un tā teritoriālo piederību. No visām

atlasītajām atradnēm, kuras atbilda nepieciešamā derīgā izrakteņa veidam un teritoriālajai piederībai, tika izvēlētas tās atradnes, kuras šobrīd ir darbojošies karjeri. Jo, ja atradne netiek izmantota, tad šajā atradnē nav iekšējās uzbūves pētījumiem nepieciešamā eolo nogulumu atsegumu (atradne ir aizaugusi).

No tām atradnēm, kuras atbilda visiem nepieciešamajiem kritērijiem, tika pierakstītas to koordinātas (LKS-92) un pirms došanās lauku darbos nepieciešamās atradnes, izmantojot šīs koordinātas, tika atzīmētas Latvijas Republikas satelītkartē mērogā 1:50 000.

2.2.2. Lauka darbu veikšana un dokumentēšana

Eolās ģenēzes slāņkopās tika mērīti slīpslāņojuma krituma leņķi un krituma azimuti. Mērījumi tika veikti, izmantojot ģeoloģisko kompasu *SUUNTO* un plastmasas plāksnīti. Lai varētu redzēt slīpslāņojuma telpisko izvietojumu, atseguma sienā tika izveidots padziļinājums. Tam sekoja plāksnītes ievietošana atsegumā, izveidotajā padziļinājumā, slāņu krituma virzienā. Novietojot ģeoloģisko kompasu uz plāksnītes, tika mērīts krituma leņķis. Pēc krituma leņķa mērījuma tika veikts arī krituma azimuta mērījums.

Katrai mērījuma vietai, izmantojot GPS iekārtu *Magellan Platinum*, tika noteiktas koordinātas Latvijas ģeodēzisko koordinātu sistēmā (LKS – 92).

Izmantojot lupu ar iedaļas vērtību 0,1 mm, lauka apstākļos tika noteikts eolo nogulumu smilts frakciju graudiņu maksimālais un minimālais izmērs, kā arī tika novērtēta dominējošā smilts frakcija.

Visi lauka darbu mērījumi tika dokumentēti autores lauka grāmatiņā.

Karjeros esošie eolās ģenēzes slāņkopu atsegumi tika fotografēti ar digitālo fotokameru *Fuji Fine Fix 5600*.

2.3. KAMERĀLĀS PĒTĪJUMU METODES

Kamerālo pētījumu veikšanas laikā, tika apstrādāta lauka darbu laikā iegūtā informācija par kāpu iekšējo uzbūvi un veikta karšu sastādīšana un zīmēšana *ArcView* vidē. Šajā nodaļā ir sniegts plašs kamerālo pētījumu metožu apraksts.

2.3.1. Slāņa saguluma elementu analīze

Lauku darbos veiktos eolās ģenēzes nogulumu slīpslāņojuma mērījumus darba autore apstrādāja LU ĢZZF Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā, izmantojot datorprogrammu *Notepad* un datu statistiskās apstrādes datorprogrammu *SteroNet*, versija 3.1.

Darba autore slīpslāņojuma mērījumus vizualizēja divdimensiju plaknē, konstruējot sektordiagrammas un punktveida diagrammas.

Sektordiagrammas parāda slīpslāņojuma orientācijas atkārtotās biežumu pēc krituma azimutiem. Sektordiagrammās rezultējošais krituma azimutu atkārtotās biežums parasti tiek atlikts kā 10° sektori. Jāņem vērā, ka sektordiagrammas vizualizē tikai slīpslāņojuma krituma azimuta virzienu un tā atkārtotības biežumu, bet nesatur informāciju par slāņu krituma leņķi (Zelčs, 2008).

Punktveida diagrammās katrs mērījums diagrammas riņķī tiek atlikts kā atsevišķs punkts pēc krituma azimuta (pulksteņa rādītāja virzienā no 0 līdz 360° , nolasījuma precizitāte 1°) un krituma leņķa (no riņķa malas uz centru no 0 līdz 90° , nolasījuma precizitāte 1°). Punktveida diagrammas sniedz vispārēju ainu par slīpslāņojuma telpisko orientāciju pēc abiem minētajiem rādītājiem (Zelčs, 2008).

Lai slīpslāņojuma mērījumu rezultāti būtu pārskatāmāki, autore veidoja divu diagrammu apvienojumu. Mērījumu rezultāti tika vizualizēti ar sektorveida un punktveida paņēmieni. Šādas apvienotās diagrammas tika konstruētas katrai mērījumu vietai atsevišķi. Rezultātā tika iegūtas 9 diagrammas.

Visām, bakalaura darba izstrādes laikā konstruētajām, sektordiagrammām ir šādi parametri:

- diagrammas riņķis ir iedalīts 72 sektoros (*No. of sectors*), katra sektora vērtība 5° , šāda sektora vērtība tika izvēlēta tāpēc, lai labāk parādītu slāņa saguluma elementu izkriedi;
- riņķa skalas vērtība (*scale fo ring*) – 70.0;
- izmantots logaritimiskais mērogs (*Log scale*).

Visām jaunizveidotajām sektordiagrammām tika veikta rezultātu nolasīšana *StereoNet* programmā. Tika nolasīti divi rezultāti – rezultējošais krituma azimuts (\max_{rez}) un dominējošais krituma azimuts (\max').

Rezultējošais krituma azimuts tika nolasīts bultas, kura parāda krituma azimuta rezultējošo virzienu, vidū, bet galvenais krituma azimuts – visgarākā sektora stara galā. Rezultējošo krituma azimutu bija iespējams nolasīt visām izveidotajām sektordiagrammām, bet dominējošo kritumu azimutu – tikai piecām diagrammām. Pārējās četrās

sektordiagrammās, relatīvi nelielā mērījumu skaita un ievērojamās izkliedes dēļ, nebija iespējams nolasīt rezultējošo krituma azimutu, jo nebija izveidojies viens dominējošais sektora stars.

Lai bakalaura darba pētījumu rezultāti būtu pārskatāmāki, autore izveidoja attēlus, kuros ir apvienotas mērījumu vietu slāņkopas un jaunizveidotās diagrammas.

2.3.2. Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes izstrādāšana

Darba gaitā tika izstrādāta Ropažu līdzenuma eolo veidojumu – kāpu formu un izvietojumu karte, kuras nosaukums ir *Ropažu līdzenuma kāpu izplatības karte*. Karte tika veidota Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Ģeomorfoloģijas un ģeomātikas katedras Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā, izmantojot kompānijas *ESRI ArcGIS* programmu saimes *ArcGIS Desktop (Arc View 9.2)* programmatūras aplikācijas *ArcCatalog version 9.2* un *ArMap version 9.2*.

ArcCatalog sniedz iespēju apskatīt, strukturizēt, izveidot un organizēt ģeogrāfiskos un tabulāros datus, kā arī rediģēt un apskatīt esošos datus. *ArcCatalog* nodrošina datu meklēšanu, ļauj apskatīt un labot meta datus, uzskatāmi redzēt saglabāto datu atrašanās vietu, strādāt ar tabulām, kā arī definēt ģeogrāfisko datu informācijas slāņu struktūru (www.enviro...).

ArcMap ir *desktop GIS* aplikācija visu ar karti saistīto uzdevumu risināšanai, ieskaitot karšu veidošanu labošanu un analīzi (www.enviro...).

ArcMap nodrošina:

- ģeogrāfisko datu vizualizēšanu – ir iespējams aplūkot dažāda rakstura informāciju kompleksi, piemēram, dažādu datu pārklājumus;
- ģeogrāfisko datu veidošanu – *ArcMap* nodrošina visas nepieciešamās funkcijas, kas vajadzīgas datu izvietošanai kartē un to efektīvai attēlošanai;
- ģeogrāfisko uzdevumu risināšanu – ir iespēja rast atbildes uz pamatjautājumiem (kur?; cik daudz?; kas? u.tml.), ar kuru palīdzību iespējams sasniegt labāko risinājumu, redzot visu šo jautājumu kopsakarības;
- ģeogrāfisko datu prezentēšanu – iegūto rezultātu attēlošana, veidojot augstas kvalitātes kartes, interaktīvus attēlus, kuros kopā saistītas diagrammas, tabulas, zīmējumi, kā arī citi elementi, kas ievērojami papildinātu datus;
- ĢIS aplikācijas attīstību – *ArcMap* pielāgošanas vide ļauj piemērot *ArcMap* interfeisu personīgajām vai organizācijas vajadzībām. Ir iespējams veidot jaunus datu apstrādes līdzekļus darba automatizācijai, kā arī izveidot patstāvīgu aplikāciju, bāzētu uz *ArcMap* kartēšanas komponentiem (www.enviro...).

Karte tika veidota, izmantojot LU ĢZZF Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā rastra datu bāzē esošos rastra datus – skenētās un koordinātu tīklā LKS – 92 ievilktais kartes:

- Latvijas topogrāfisko karti mērogā 1:10 000 (GUGK, 1974 - 1977);
- Latvijas topogrāfisko karti mērogā 1:25 000 (GUGK, 1969 - 1970);
- Latvijas ģeoloģiskās kartes - kvartāra nogulumu karti mērogā 1:200 000 (Juškevičs, 2000);
- Kvartāra nogulumu karti mērogā 1:200 000 (Birgers *et al.*, 1964);
- Dabas apvidu karti mērogā 1:500 000 (Juškevičs, 2000);
- Ortofotokarti mērogā 1:10 000 (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra, 2007).

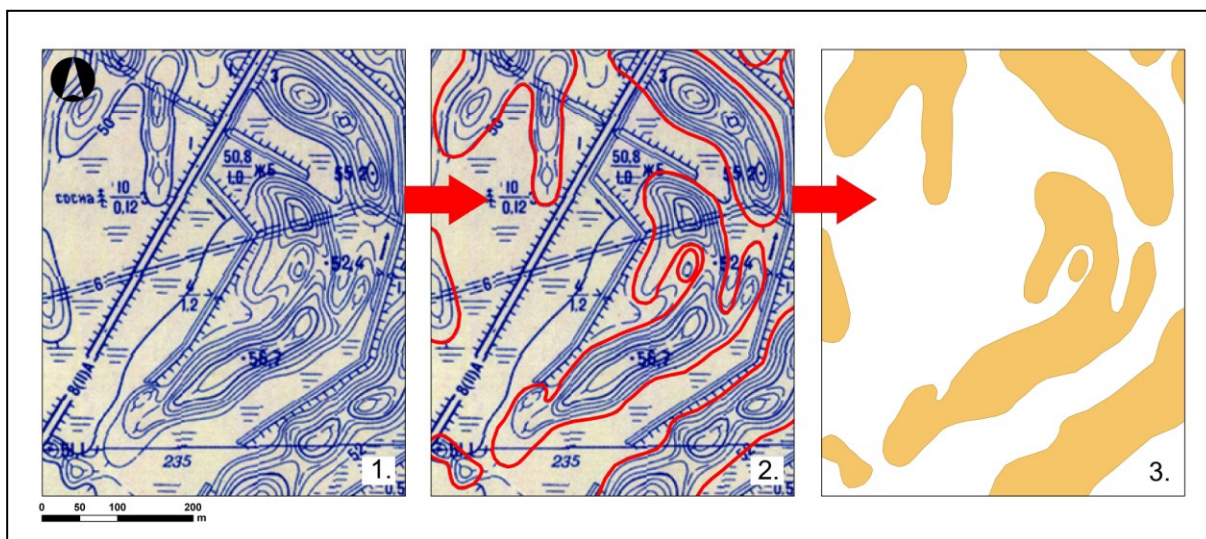
Rastra datiem ģeogrāfiskā telpa tiek sadalīta šūnās, kas parasti ir kvadrātiskas, bet dažreiz taisnstūrainas. Visas ģeogrāfiskās variācijas tiek piesietas šīm šūnām (atribūtu informācija, koordinātu sistēma utt.). Visvairāk rastra dati tiek izmantoti tajās GIS sistēmās, kas ir tieši saistīti ar tālzipētes tehnoloģijām (satelītuizpētumi, aerofoto u.c.) (<http://www.gis...>).

No iepriekš minētajiem rastra datiem, kartes izstrādes laikā, tika veidoti vektora dati.

Vektora dati ir ļoti plaši izmantoti ĢIS sistēmās. Tas saistīts ar to reprezentācijas precizitāti, glabāšanas efektīgumu, kartogrāfiskā iznākuma kvalitāti un, pats galvenais, ar to funkcionālajām iespējām - karšu projekcijas maiņu, pārklāšanos un analīzi. Vektoru datu modelis nosaka, ka katrs reprezentējams reālās dabas objekts ir jāklasificē vienam no vektoru datu tipiem: punktam, līnijai vai poligonam (<http://www.gis...>).

Darba autore izveidoto Ropažu līdzenuma kāpu izplatības karti veido vairāki vektora datu slāņi. Katrs slānis tika veidots *ArcMap* ģeogrāfisko datu skatā, izmantojot atšķirīgas kartes un informācijas avotus:

- Datu slānis ar nosaukumu *Kāpas* tika veidots balstoties uz Latvijas topogrāfiskās kartes mērogā 1:10 000 (GUGK, 1974 - 1977) informāciju. Šī slāņa veidošanā papildus tika izmantotas arī Latvijas topogrāfiskā karte mērogā 1:25 000 (GUGK, 1969 - 1970) un Latvijas ģeoloģiskās kartes – kvartāra nogulumu karte mērogā 1:200 000 (Juškevičs, 2000). Izmantojot iepriekš minēto kvartāra nogulu karti autore apzināja tās vietas pētāmajā teritorijā, kurās ir izplatīti eolās ģenēzes nogulumi. Tad, šajās eolo nogulumu izplatības vietās, Latvijas topogrāfiskajā kartē mērogā 1:10 000, pētot un analizējot izolīniju savstarpējo izvietojumu un formu, autore izzīmēja kāpu kontūras. Rezultātā tika izveidots jauns datu slānis. (2.2. att.). Bet pētāmās teritorijas rietumu daļā, nelielā teritorijas daļā (apmēram 5% no visas pētāmās teritorijas platības) kāpu kontūras tika izzīmētas, izmantojot Latvijas topogrāfisko karti mērogā 1:25 000. Šī karte tika izmantota, jo Latvijas topogrāfiskajā kartē mērogā 1:10 000 tās teritorijas nebija pieejamas vai bija „zilās sagataves” formātā un objekti bija grūti pārskatāmi. *Kāpas* ir poligona tipa vektoru datu slānis.



2.2. att. Poligona tipa vektoru datu slāņa ar nosaukumu *Kāpas* veidošanas piemērs.

1. solis – Latvijas topogrāfiskās kartes mērogā 1:10 000 analīze;
2. solis – Kāpu kontūru izzīmēšana, izmantojot Latvijas topogrāfisko karti mērogā 1:10 000;
3. solis – Jaunizveidotais poligona tipa vektoru datu slānis ar nosaukumu *Kāpas*.

- Datu slānis ar nosaukumu *Purvi* tika veidots par pamatu, izmantojot Latvijas ģeoloģiskās kartes – kvartāra nogulumu kartes mērogā 1:200 000 (Juškevičs, 2000) sniegto informāciju. Iepriekš minētajā kartē tika apzināti pētāmajā teritorijā esošie kūdras nogulumu, un, līdzīgi kā datu slānī *Kāpas*, autore izzīmēja kūdras nogulumu – purvu kontūras. *Purvi* ir poligona tipa vektoru datu slānis.

- Datu slānis ar nosaukumu *Morēnas līdzenumi* arī tika veidots, izmantojot Latvijas ģeoloģiskās kartes – kvartāra nogulumu karti mērogā 1:200 000 (Juškevičs, 2000). Datu slānis *Morēnas līdzenumi* tika zīmēts līdzīgi kā datu slāņi *Kāpas* un *Purvi*. *Morēnas līdzenumi* ir poligona tipa vektoru datu slānis.

- Datu slāni ar nosaukumu *Pētāmā teritorija - Ropažu līdzenums Daugavas un Gaujas starpupē* darba autore veidoja izmantojot Dabas apvidu karti mērogā 1:500 000 (Juškevičs, 2000). Šis datu slānis arī tika veidots pēc iepriekš minētās metodes. *Pētāmā teritorija - Ropažu līdzenums Daugavas un Gaujas starpupē* ir poligona tipa vektoru datu slānis.

- Datu slānis ar nosaukumu *Upes* tika veidots, izmantojot ĢZZF Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā pieejamās datu bāzes ĢIS Latvija 9.2 datu slāni ar nosaukumu *Ūdensteces*.

ĢIS Latvija 9.2 datu precizitāte atbilst mērogam 1:500 000 (1cm kartē atbilst 5 km dabā) (www.enviro...).

Veidojot no datu slāņa *Ūdensteces* datu slāni *Upes*, darba autore rediģēja datu slānī *Ūdensteces* esošo informāciju. Dažās vietās, izmantojot Latvijas topogrāfisko karti mērogā 1:10 000 (GUGK, 1974 - 1977), nedaudz tika precizēta dažu upju atrašanās vieta, tika izdzēstas pētāmajā teritorijā esošās mazās upes un upju pietekas, atstājot, jaunajā datu slānī

Upes, tikai lielākās un svarīgākās upes. *GIS Latvijā 9.2* esošais slānis tika rediģēts, jo darba autores karte tika veidota ar salīdzinoši augstu precizitāti, bet datu bāzē *GIS Latvija 9.2* esošie dati ir ar zemāku precizitāti. Kā piemēru datu bāzes *GIS Latvija 9.2* salīdzinoši vājo precizitātei, var minēt gadījumu, ka, piemēram, salīdzinot datu bāzē esošo upi ar Ortofotokartes mērogā 1:10 000 un Latvijas topogrāfisko kartes mērogā 1:10 000 informāciju, autore konstatēja, ka datu bāzē upes posma atrašanās vieta ir par aptuveni 400 m nobīdīta no patiesās atrašanās vietas. *Upes* ir līnija tipa vektoru datu slānis.

- Arī datu slānis ar nosaukumu *Ezeri* tika veidots līdzīgi kā datu slānis *Upes*, izmantojot Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā pieejamās datu bāzes *GIS Latvija 9.2* datu slāni ar nosaukumu *Ūdenstilpnes*. Arī šoreiz, veidojot no datu slāņa *Ūdenstilpnes* datu slāni *Ezeri*, datu bāzes pieejamā informācija tika nedaudz koriģēta – dažās vietās precīzāk pārvilkta ezeru robežas, jo arī šajā esošajā slānī *Ūdenstilpnes* bija jau iepriekš minētā datu precizitātes problēma. *Ezeri* ir poligona tipa vektoru datu slānis.

- Datu slānis ar nosaukumu *Silciema ledus spozezera krasta līnija* tika veidots, izmantojot Latvijas ģeoloģiskās kartes – kvartāra nogulumu kartes mērogā 1:200 000 (Juškevičs, 2000) sniegto informāciju. Šis datu slānis sastāv no vienas līnijas, kas ir novilkta no Gaujas līdz Daugavai pa glaciģēno un glaciolimnisko nogulumu robežlīniju. *Silciema ledus spozezera krasta līnija* ir līnija tipa vektoru datu slānis.

- Datu slānis ar nosaukumu *Litorīnas jūras krasta līnija* tika veidots, izmantojot kvartāra nogulumu kartes mērogā 1:200 000 (Birgers *et al.*, 1964) sniegto informāciju. Šis datu slānis sastāv no vienas līnijas, kura ir pārvilkta no iepriekš minētās ģeoloģiskās kartes. *Litorīnas jūras krasta līnija* ir līnija tipa vektoru datu slānis.

- Datu slāni ar nosaukumu *Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līnija* autore veidoja, izmantojot Latvijas ģeoloģiskās karti – kvartāra nogulumu karti mērogā 1:200 000 (Juškevičs, 2000) un kvartāra nogulumu karti mērogā 1:200 000 (Birgers *et al.*, 1964). Šis datu slānis, bakalaura darba izstrādes laikā sastāvēja no divām līnijām. Viena no līnijām, izmantojot Latvijas ģeoloģiskās karti – kvartāra nogulumu karti mērogā 1:200 000 (Juškevičs, 2000), tika novilkta Gaujas un Daugavas starpupē pa glaciolimnisko un Baltijas ledus ezera nogulumu robežlīniju. Savukārt otra līnija tika novilkta, izmantojot kvartāra nogulumu kartē mērogā 1:200 000 (Birgers *et al.*, 1964) jau ievilkto Baltijas ledus ezera krasta līniju. Darba izstrādes laikā abas krasta līnijas tika savstarpēji salīdzinātas, un darba autores jaunizveidotajā kartē atstāta tikai viena no tām. *Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līnija* ir līnija tipa vektoru datu slānis.

- Datu slānis ar nosaukumu *Pilsētas*, tika veidots, izmantojot *GIS Latvija 9.2* datu slāni ar nosaukumu *Pilsētas*. Šis, datu bāzē esošais vektoru datu slānis, tika rediģēts, atstājot

pētāmajā teritorijā tikai dažas pilsētas, lai kartes lasīšanu padarītu pārskatāmāku. *Pilsētas* ir punkta tipa vektoru datu slānis.

Visi jaunizveidotie vektoru datu slāņi tika savstarpēji savietoti, izveidojot jaunu karti.

Jaunizveidotajai Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartei tika pievienota arī palīgkarte, kurā attēlota Latvijas teritorija un pētāmās teritorijas atrašanās vieta tajā. Šī palīgkarte sastāv no diviem datu slāņiem:

- Latvijas teritorijas kontūras datu slānis, kurš ir līnija tipa vektoru datu slānis, tika veidots, izmantojot *GIS Latvija 9.2* datu slāni ar nosaukumu *Robežas*;
- Datu slānis, kurā ir attēlota pētāmā teritorija, ir iepriekš jau minētais vektoru datu slānis ar nosaukumu *Pētāmā teritorija - Ropažu līdzenums Daugavas un Gaujas starpupē*.

Jaunizveidoto karti, *ArcMap* lapas skatā, darba autore noformēja, pievienojot ziemeļu virziena rādītāju, grafiskā mēroga skalu, kartes nosaukumu, leģendu un koordināšu tīklu. Autores veidotā karte satur tikai grafiskā mēroga skalu, lai kartes drukāšanas un publicēšanas laikā, mainot kartes izmēru, saglabātos patiess mērogs.

2.3.3. Faktiskā materiāla karšu izveide un noformēšana

Visas bakalaura darbā esošās faktiskā materiāla kartes, kurās ir attēlotas lauka darbu veikšanas vietas, arī tika veidotas Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā, izmantojot kompānijas *ESRI ArcGIS* programmu saimes *ArcGIS Desktop (Arc View 9.2)* programmatūras aplikāciju *ArMap version 9.2*.

Lauka darbu laikā pierakstītās mērījumu vietu koordinātas Latvijas ģeodēzisko koordinātu sistēmā (LKS – 92), faktiskā materiāla karšu izveides laikā, izmantojot iepriekš minēto programmatūru, tika atliktas kā punkti uz dažādām laboratorijas rastra datu bāzē esošām skanētām kartēm. Faktiskā materiāla karšu izveidē tika izmantotas šādas kartes:

- Latvijas Republikas Satelītkartes mērogā 1:50 000 karšu lapas Nr. 4314 (Vangaži) un Nr. 4312 (Ropaži) (LR VZD, 1994 - 1997);
- Latvijas topogrāfisko karti mērogā 1:10 000 (GUGK, 1974 - 1977);
- Latvijas topogrāfisko karti mērogā 1:25 000 (GUGK, 1969 - 1970);
- Ortofotokarti mērogā 1:10 000 (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra, 2007).

Visas faktiskā materiāla kartes, *ArcMap* lapas skatā, darba autore noformēja, pievienojot ziemeļu virziena rādītāju, grafiskā mēroga skalu, kartes nosaukumu, leģendu un koordināšu tīklu. Arī šīs kartes satur tikai grafiskā mēroga skalu, lai karšu drukāšanas un publicēšanas laikā, mainot karšu izmēru, saglabātos patiess mērogs.

3. REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA

Bakalaura darba izstrādes gaitā veiktie pētījumi un iegūtie rezultāti sniedz informāciju par eolajiem veidojumiem, kurus pārsvarā veido kāpas, Ropažu līdzenumā. Visi darba izstrādes laikā veiktie pētījumu rezultāti un to interpretācija ir atspoguļoti šajā nodaļā. Šī nodaļa sniedz informāciju par kāpu iekšējo uzbūvi, izplatību, morfoloģiju un veidošanās apstākļiem.

3.1. KĀPU IZPLATĪBA UN MORFOLOĢIJA ROPAŽU LĪDZENUMĀ

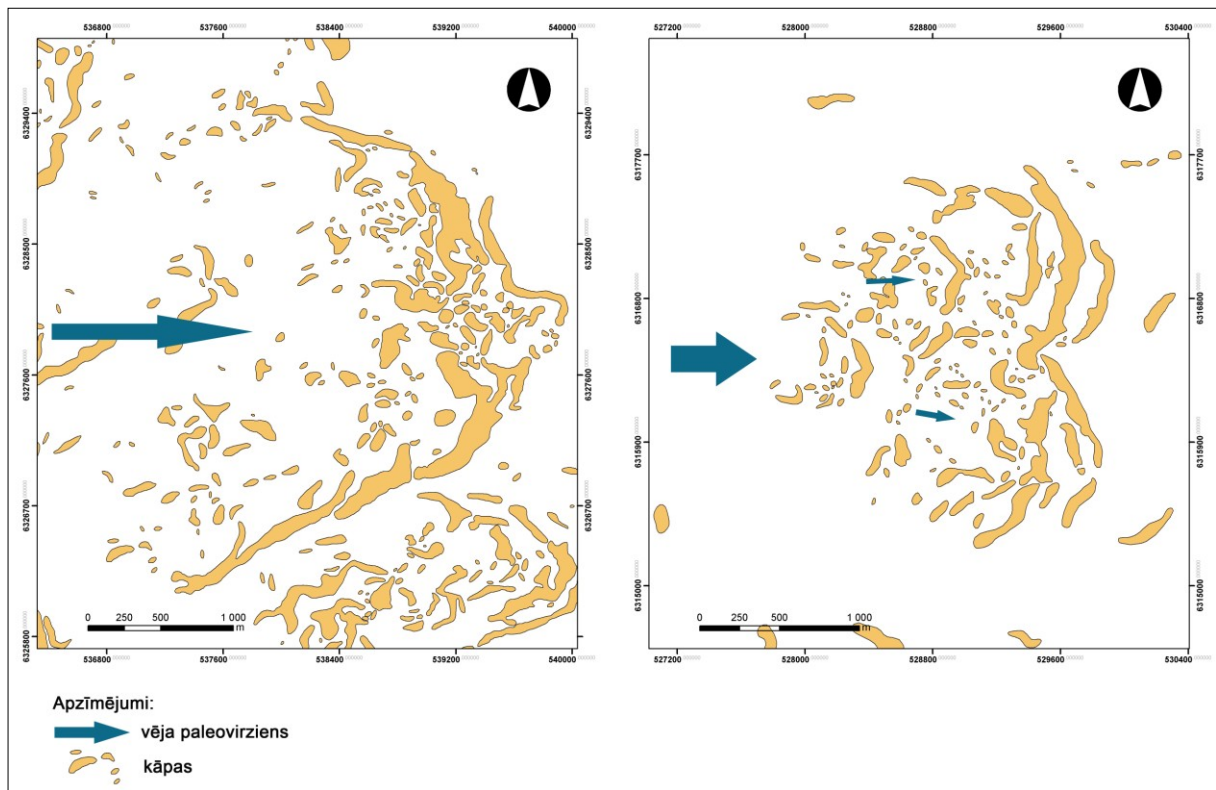
Darba autores jaunizveidotajā Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartē (3.3. att.), var redzēt Ropažu līdzenuma Daugavas un Gaujas starpupē esošās kāpas, purvus, morēnas līdzenumus, lielākās pilsētas, nozīmīgākās ūdenstilpnes un ūdensteces un dažādas seno baseinu krasta līnijas.

Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartē ir attēlotas 3 591 kāpa, kurām piemīt dažāda uzbūve, morfoloģija un dažādi veidošanās apstākļi.

Pētāmās teritorijas kāpām ir dažādi absolūtie augstumi. Kāpu absolūtie augstumi palielinās virzienā no rietumiem uz ziemeļiem. Teritorijas rietumu daļā, Litorīnas jūras krasta līnijas tuvumā kāpu maksimālie absolūtie augstumi galvenokārt svārstās 15 – 24 m vjl. robežās. Bet, virzienā uz austrumiem, kāpu absolūtie augstumi palielinās, un pētāmās teritorijas austrumu daļā kāpu maksimālie absolūtie augstumi ir 68 – 72 m vjl.

Arī kāpu relatīvie augstumi ir ļoti dažādi un mainīgi. Pētāmajā teritorijā visplašāk ir izplatītas kāpas, kuru relatīvais augstums svārstās no 10 m līdz 14 m. Kāpu minimālie relatīvie augstumi ir tikai daži metri, bet maksimālie relatīvie augstumi svārstās galvenokārt 20 – 24 m robežās.

Pētāmās teritorijas centrālajā un ziemeļu daļā ļoti plaši ir izplatītas paraboliskās kāpu grupas. Vairākas, pēc izmēriem mazākas, kāpas veido vienu lielu parabolisko kāpu grupu (3.1. att.). 3.1. attēlā var redzēt Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes fragmentus, kuros uzskatāmi attēlotas šīs paraboliskās kāpu grupas. Var redzēt, ka paraboliskās kāpu grupas, sastāv no dažāda izmēra kāpām un lokveida ieliekumā atrodas vairākas pēc izmēriem mazākas kāpas. 3.1. attēla kartes kreisajā fragmentā ir attēlota viena no lielākajām paraboliskajām kāpu grupām, kura sastāv no vairākām kāpām, kuras sākotnēji veidoja vienu lielu parabolisko kāpu, bet, vēja ģeoloģiskās darbības rezultātā, tika pārrauta un šobrīd sastāv no vairākām mazākām kāpām. Šīs, šobrīd pārrautās, paraboliskās kāpas garums no viena



3.1. att. Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes fragmenti, kurās attēlotas paraboliskās kāpu grupas un vēja paleovirziens

(kreisais kartes fragments atrodas 4 km uz A no Vangažiem, labais – 8 km uz RZR no Ropažiem).

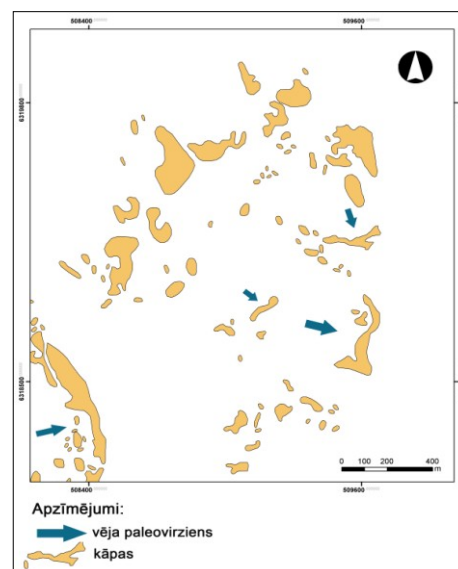
kāpas spārņa gala līdz otram ir aptuveni 6 km. Šādas, pēc ģenēzes un uzbūves vienādas, bet pēc izmēriem atšķirīgas, kāpas pētāmajā teritorijā ir ļoti plaši izplatītas.

Balstoties uz G. Eberharda (Eberhards, 2003) izveidoto parabolisko kāpu veidu klasifikāciju, var apgalvot, ka pētāmās teritorijas gandrīz visas paraboliskās kāpas ir klasiskās parabolas veids. Savukārt aptuveni 6 km uz rietumziemeļrietumiem no Ropažiem atrodas saliktās parabolas veids - aķveida parabola (skat. 3.3. att.). Šī ir ļoti izteikta aķveida parabola. Vēl dažām, Ropažu līdzenumā esošajām parabolām, ir tikai salīdzinoši nelielas aķveida parabolu pazīmes. Teritorijā ir izplatītas arī paraboliskās kāpas ar ķemmes veida parabolu pazīmēm, kurām pretvēja nogāze ir nedaudz izrobota. Pētāmās teritorijas ziemeļu daļā, aptuveni 3 km uz ziemeļaustrumiem no Vangažiem ir vairākas savstarpēji paralēlas vaļņveida kāpas. Literatūras avotos (Eberhards, 2003) iegūtā informācija liecina, ka, ja paraboliskā kāpa neapzeļ ar veģetāciju, tā var tikt pilnīgi pārrauta un tad, vienas kāpas vietā, izveidojas divas paralēlas vaļņveida kāpas, kuru garās assis ir orientētas perpendikulāri jūras krasta līnijai. Iespējams arī šīs, teritorijas ziemeļdaļā esošās kāpas, sākotnēji ir bijušas paraboliskās kāpas, bet vēja ģeoloģiskās darbības rezultātā, ar veģetāciju neapaugušās kāpas, tika pārveidotas par paralēlajām vaļņveida kāpām.

Gandrīz visām Ropažu līdzenuma paraboliskajām kāpām ir līdzīgas relatīvā augstuma likumsakarība. Paraboliskās kāpas relatīvais augstums pieaug virzienā no spārna gala uz kāpas centrālo daļu. Visbiežāk šāds relatīvā augstuma pieaugums vidēji ir 5 – 7 m. Tas nozīmē, ka kāpas centrālā daļa ir par 5 – 7 m augstāka nekā tās spārni. Bet maksimālais šāds relatīvā augstuma pieaugums mēdz sasniegt 10 – 12 m.

Ropažu līdzenumā esošajām paraboliskajām kāpām ir raksturīgs, ka aizvēja nogāze tām ir stāvāka un īsāka par pretvēja nogāzi.

Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes fragmentā, kurā attēlotas pārpūstās kāpas (3.2. att.) var redzēt, ka šīs kāpas gan pēc formas, gan pēc izmēriem un savstarpējā izvietojuma ir ļoti dažādas. Šīm kāpām

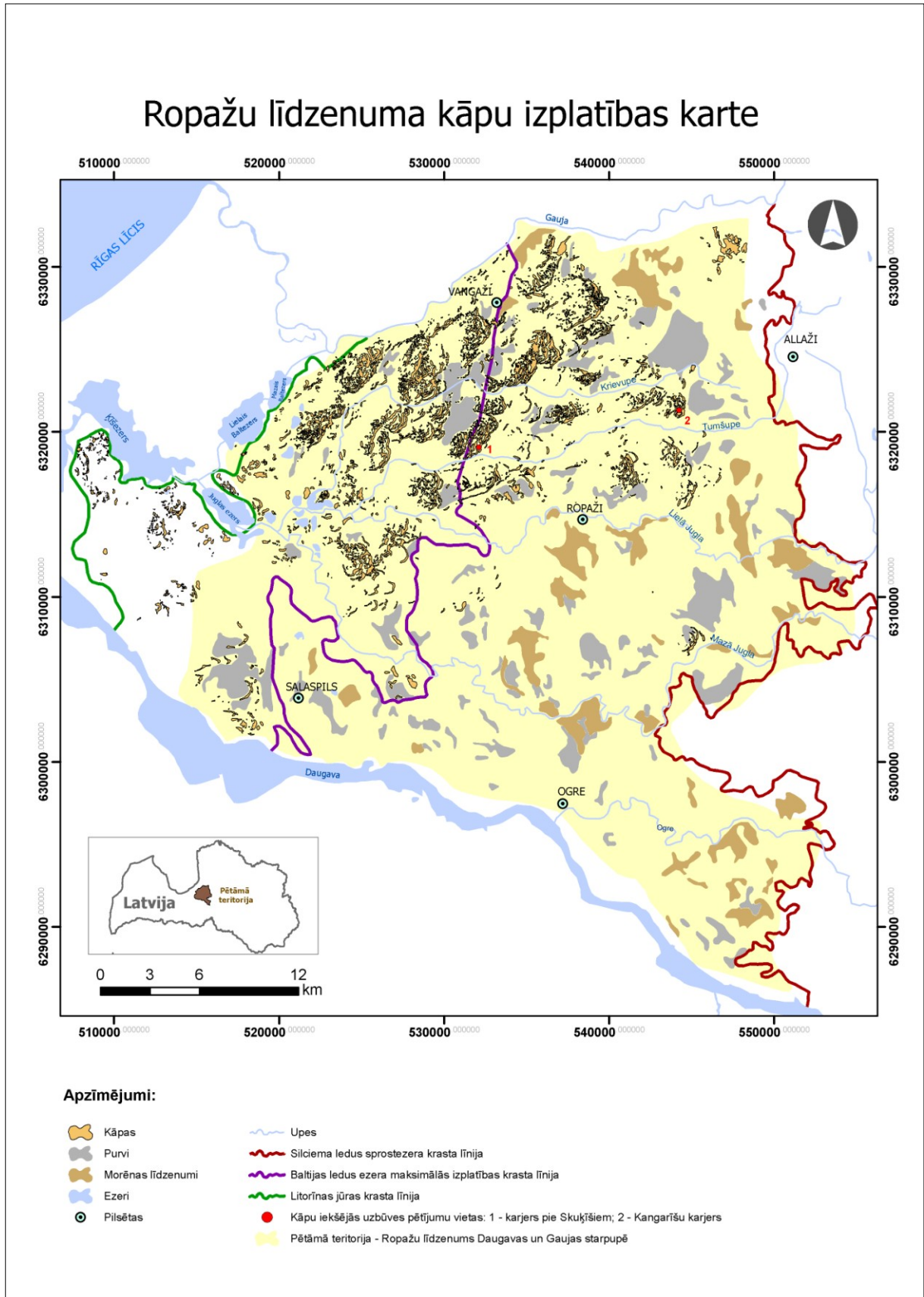


3.2. att. Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes fragments, kurā attēlotas pārpūstās kāpas

ir haotisks izvietojums un savstarpējās likumsakarības ir grūti konstatējamas. Šo kāpu uzbūvē var novērot dažāda veida un izmēra izpūtumus un deflācijas ieplakas. Šādas ģenēzes kāpām ir grūti noteikt, kāpu veidošanās laikā valdošo vēju paleovirzienus. Iespējams, šīs pētāmās teritorijas rietumu daļā esošās, kāpas ir sākušas veidoties 18. gadsimta beigās, kad pēc Krievijas imperatores Katrīnas II rīkojuma Baltijas jūras piekrastē tika uzsākta kuģubūves attīstība un izcirsti meži (Riekstiņš, 1986).

Pārpurvotās teritorijas ir ne tikai Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartē attēlotie purvi, bet arī daudzas starpkāpu ieplakas. Iespējams, ka šīs pārmitrās un pārpurvotās teritorijas, kuras atrodas starp kāpām, ir vēja ģeoloģiskās darbības rezultātā radītās deflācijas ieplakas. Literatūras avotos (Segliņš, 2001) iegūtā informācija liecina, ka teritorijā esošajos purvos kūdra sāka uzkrāties galvenokārt proboreāla (PB1, PB2) un boreāla (BO1, BO2) klimatiskajos laikposmos, retāk – atlantiskajā (AT1, AT2, AT3) klimatiskajā laikposmā. Sporu un putekšņu diagrammās (Segliņš, 2001) var redzēt, ka teritorijā esošo purvu pamatne ieguļ uz smilts nogulumiem. Iespējams, ka šīs ir eolās ģenēzes smiltis. Ja šīs smiltis ir eolās ģenēzes, tad kontaktvirsmā starp šo smilti un kūdras nogulumiem iezīmē eolo procesu beigšanās laiku. Tas nozīmē, ka brīdī, kad uz eolās ģenēzes smiltīm sāka uzkrāties kūdras nogulumi, eolie procesi un kāpu veidošanās procesi beidzās. Tātad iespējams, ka eolie veidojumi Ropažu līdzenumā galvenokārt veidojās līdz preboreāla klimatiskajam laikposmam – laikā no agrā driasas līdz vēlajam driasam.

Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartē ir attēloti arī teritorijā esošie morēnas nogulumu līdzenumi (skat. 3.3. att.). Kartē var redzēt, ka šie morēnas līdzenumi ir izplatīti galvenokārt teritorijas austrumu un dienvidu daļā. Vērojot kāpu un morēnu savstarpējo izvietojumu, iespējams ir saskatīt zināmu likumsakarību. Vietās, kur izplatīti morēnas līdzenumi, kāpas šajās vietās praktiski nav. Bet vietās, kur nav morēnas līdzenumu, kāpas ir plaši izplatītas. Šī likumsakarība ir ļoti spilgti izteikta. Tas iespējams ļauj secināt, ka morēnas līdzenumi bija sava veida šķēršļi eolo kāpu veidošanās procesam.

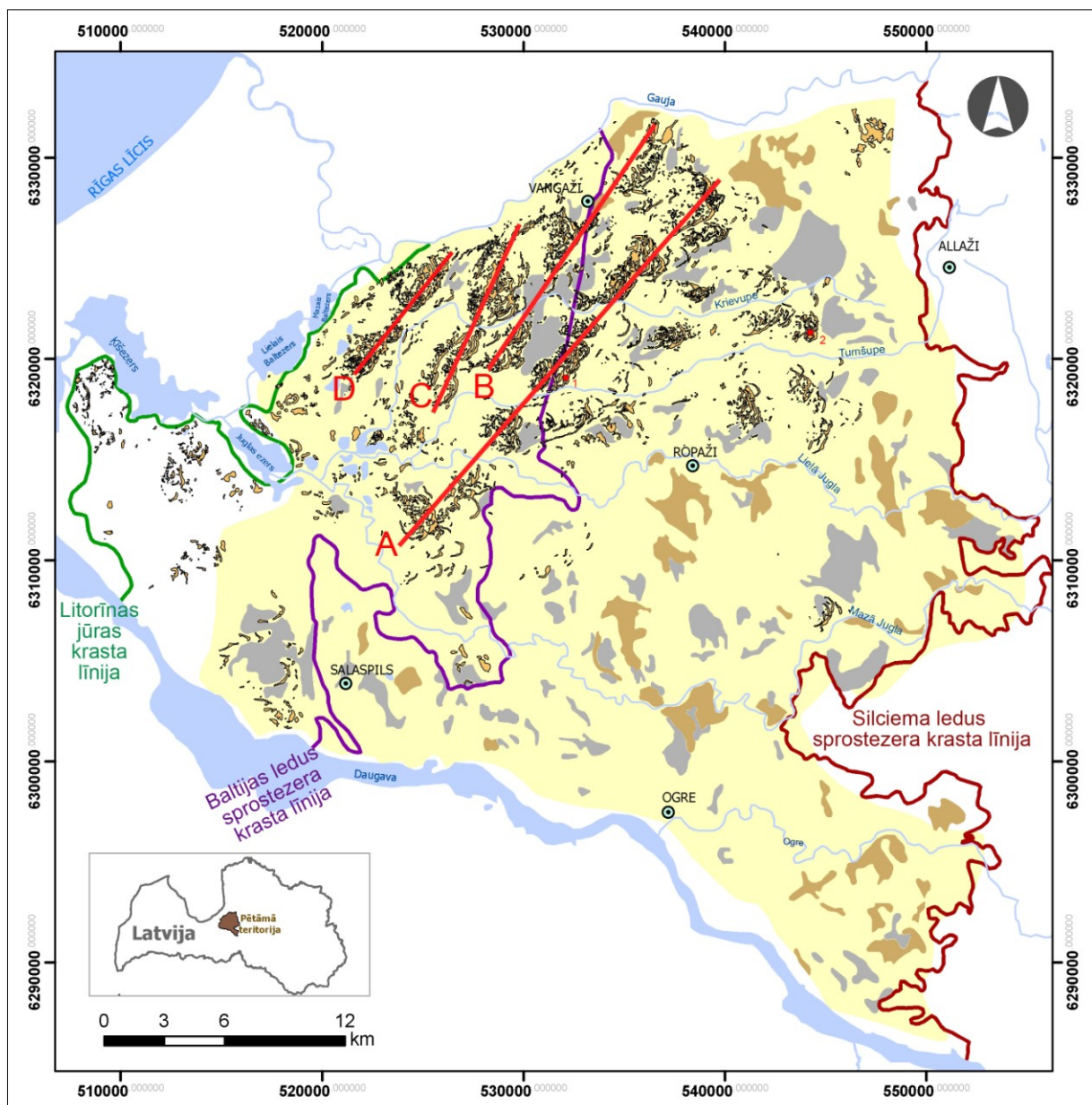


3.3. att. Ropažu līdzenuma kāpu izplatība un izvietojums attiecībā pret seno baseinu krasta līnijām (karti lielākā formātā skat. 3. pielikumā)

3.3. KĀPU IZPLATĪBAS SAISTĪBA AR SILCIEMA BASEINA MAKSIMĀLĀS IZPLATĪBAS UN BALTIJAS LEDUS EZERU STADIJU KRASTA LĪNIJĀM

Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes palīgkartē - Ropažu līdzenuma iespējamās kāpu ģenerācijas pēc vecuma un attiecības ar seno baseinu krasta līnijām (3.4. att.) var redzēt, ka pētāmās teritorijas rietumu daļā atrodas Litorīnas jūras krasta līnija, austrumu daļā – Silciema ledus sprostezera krasta līnija, un teritoriju šķērso Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līnija (BII).

Baltijas ledus ezera krasta līniju maksimālais augstums Viduslatvijas zemiens dienvidu daļā – 9 m. Lokālo baseinu līmeņi bija augstāki un Viduslatvijas zemiēnē tie sasniedza 70 m



3.4. att. Ropažu līdzenuma iespējamās kāpu ģenerācijas pēc vecuma un attiecības ar seno baseinu krasta līnijām (A, B, C, D apzīmē kāpu grēdas, kas iespējams ir dažāda vai nedaudz atšķirīga vecuma, kartes apzīmējumus skat. 3.3. att).

(Grīnbergs, 1957).

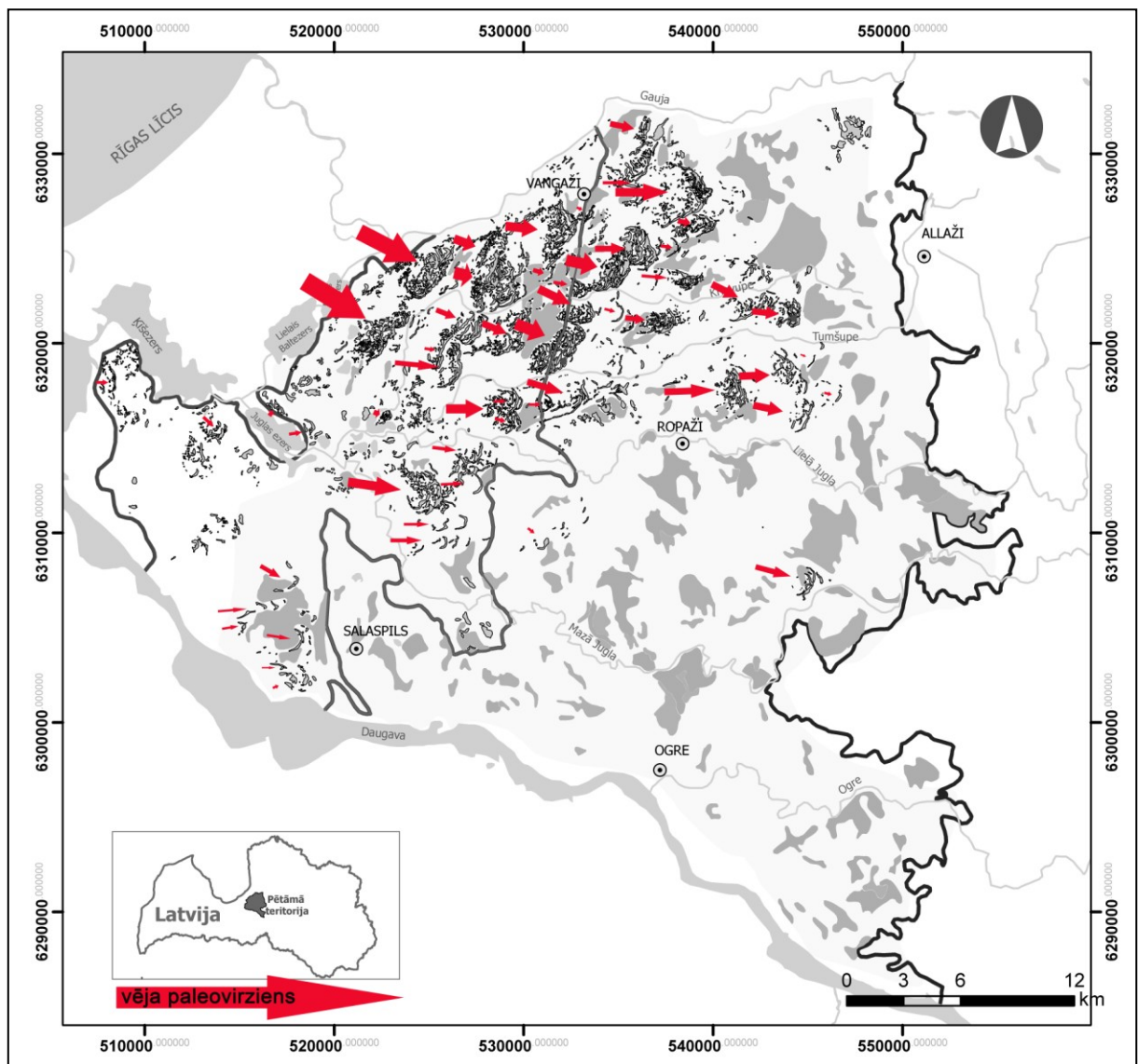
Pētāmās teritorijas kāpu grupas ir izvietotas ar zināmu likumsakarību. 3.4. attēlā var redzēt, ka ir novilkta četras taisnes (taisne A, B, C un D), kuras attēlo kāpu izplatības linaritāti jeb apzīmē kāpu grēdas, kas iespējams ir dažāda vai nedaudz atšķirīga vecuma. Kāpas ir izvietojušās joslveidīgi un, lai labāk redzētu šo izplatību, kartē ir novilkta iepriekš minētās taisnes. Taisne A (skat. 3.4. att.) ir visgarākā un izteiksmīgākā. Savukārt, taisnes A, B un C ir īsākas un savstarpēji gandrīz paralēlas.

Ja kāpas būtu veidojušās seno baseinu pastāvēšanas laikā, tad tām būtu jābūt orientētām paralēli seno baseinu krasta līnijām. Bet 3.4. attēla kartē var redzēt, ka novilktais taisnes, kuras raksturo kāpu izplatību, nav paralēlas nevienai no seno baseinu krasta līnijām. Tas ļauj secināt, ka šīs kāpas nav veidojušās seno baseinu pastāvēšanas laikā. Iespējams, ka tās ir veidojušās šo seno baseinu regresijas laikā. Teritorijā starp Silciema ledus sprostezera krasta līniju un Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līniju esošās kāpas, iespējams ir veidojušās Silciema ledus sprostezera regresijas laikā. Literatūras avoti (Håkanson, 1993) liecina, ka šajā laikā, kad atkāpās ledājs, ledus radītais spiediens kļuva mazāks un augšupejošā glacioizostāzija bija ātrās regresijas cēlonis. Bet teritorijā starp Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līniju un Litorīnas jūras krasta līniju esošās kāpas, iespējams ir veidojušās Baltijas ledus ezera regresijas laikā.

Literatūras avoti liecina, ka ģeomorfoloģiskie un daļēji arī ģeoloģiskie dati liecina, ka Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības (BII) stadijai bijis transgresīvs raksturs un ka Baltijas ledus ezera līmeņa krišanās tā regresijas periodā noritējusi lēcienveidīgi. Baltijas ledus ezera regresijas perioda augšējo robežu E. Grīnbergs (Grīnbergs, 1957) datē ar virsdriasa horizontu. Visumā Baltijas ledus ezera stadijas krastu veidošanās procesiem ir „nomākts” raksturs. Tas izskaidrojams ar Baltijas ledus ezera atsevišķo fāžu īso eksistēšanas laiku un ar smagajiem ledus apstākļiem, jo Baltijas jūras apgabalā tad valdīja bargs arktisks klimats. Baltijas ledus ezera regresija sākumā mijās ar garākiem vai īsākiem līmeņa stabilizācijas periodiem, kuri reljefā iezīmējušies ar senajām krasta līnijām. Zemāk par BIII_c fāzes krasta līniju, kura izsekojama ar lieliem pārtraukumiem, Baltijas ledus ezera krasta veidojumus nesastop. Zemāk BIII_c fāzes krasta līniju un līdz pat Litorīnas jūras krasta līnijai redzams līdzenums ar lielāku vai mazāku slīpumu jūras virzienā, ko klāj Baltijas ledus ezera smilšainie nogulumi. Ģenētiski šis līdzenums ir Baltijas ledus ezera zemūdens nogāze, ko parasti sauc par Baltijas ledus ezera abrāzijas un akumulācijas līdzenumu. Šis līdzenums pēc savas platības ir vislielākais Latvijas jūras piekrastes reljefa elements. Tas, ka šā līdzenuma robežās nav sastopami seno krastu veidojumi, norāda uz Baltijas ledus ezera regresijas katastrofāli straujo raksturu laikā pēc BIII_c fāzes. Šajos nogulumos ieslēgto augu

makroskopisko atlieku sugu sastāvs, kā arī sporu – putekšņu spektri liecina ne tikai par visumā samērā bargiem klimatiskajiem apstākļiem, bet arī norāda, ka šajā laikā pastāvējusi īpatnēja augu sabiedrība, kurā ietilpa kā meža, tā arī tundras un stepes elementi (Grīnbergs, 1957). Tā kā Baltijas ledus sprostezera pastāvēšanas laikā ir bijuši bargi klimatiskie apstākļi, tad iespējams, ka tas ir pierādījums tam, ka eolās kāpas ir veidojušās tikai šī baseina regresijas laikā. Jo aukstos klimatiskos apstākļos smilts nogulumu virskārta ir sasalusi un veidojas sasaluša slāņa garoziņa (*coversand*) (Rogerson, 2004). Savukārt baseina regresijas laikā klimats kļuva siltāks un sausāks, augšējā smilts sasalušā garoziņa izzuda, un varēja aktīvi norisināties eolie procesi.

Tas, ka kāpas nav izvietotas paralēli krasta līnijām, iespējams liecina arī par to, ka šo seno Baltijas jūras attīstības baseinu dažādās daļas, atkarībā no krasta zemūdens nogāzes slīpuma, regresēja ar dažādu un savstarpēji atšķirīgu ātrumu. Šie kāpu veidošanās laiki ir tikai



3.5. att. Ropažu līdzenuma kāpu izplatības kartes palīgkarte – vēja paleovirzienu karte (apzīmējumus skat. 3.3. att.).

pieņēmums. Lai precīzi noskaidrotu kāpu veidošanās laiku, ir nepieciešams veikt jaunus pētījumus.

E. Grīnbergs Latvijas piekrastes litoloģiski – ģeomorfoloģiskajā kartē (Grīnbergs, 1957) attēlo iekšzemes kāpas, kuras, autores pētāmajā teritorijā, ir izvietotas paralēli Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līnijai. Savukārt autores jaunizveidotajā Ropažu līdzenuma iespējamo kāpu ģenerāciju pēc vecuma un attiecību ar seno baseinu krasta līniju kartē, var redzēt, ka kāpas nav izvietotas paralēli šai krasta līnijai (skat.3.4. att.). Tas ļauj secināt, ka E. Grīnberga (Grīnbergs, 1957) paustais viedoklis par kāpu izplatību, autores pētāmajā teritorijā, ir apšaubāms.

Ropažu līdzenumā Daugavas un Gaujas starpupē esošās kāpas ir veidojušās galvenokārt ziemeļu un ziemeļrietumu vēja paleovirzienu ietekmē (3.5. att.). 3.5. attēla kartē var redzēt, ka teritorijā starp Silciema ledus sprostezera krasta līniju un Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līniju, kāpas ir veidojušās galvenokārt rietumu paleovirzienu vēju ietekmē. Tas nozīmē, ka Silciema ledus sprostezera regresijas laikā – šīs teritorijas kāpu veidošanās laikā, dominēja rietumu paleovirzienu vēji. Bet teritorijā starp Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līniju un Litorīnas jūras krasta līniju, kāpas ir veidojušās galvenokārt rietumziemeļrietumu, ziemeļrietumu un rietumu paleovirzienu vēju ietekmē. Novērojamas šādas teritoriālas atšķirības. Baltijas ledus ezera regresijas laikā – šīs teritorijas ziemeļu daļā esošo kāpu veidošanās laikā, dominēja rietumziemeļrietumu un ziemeļrietumu paleovirzienu vēji, bet Baltijas ledus ezera regresijas laikā, pētāmās teritorijas centrālajā daļā esošās kāpas, ir veidojušās arī rietumu paleovirzienu vēja ietekmē.

3.3. SLĀŅU SAGULUMA ELEMENTU MĒRĪJUMU REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA

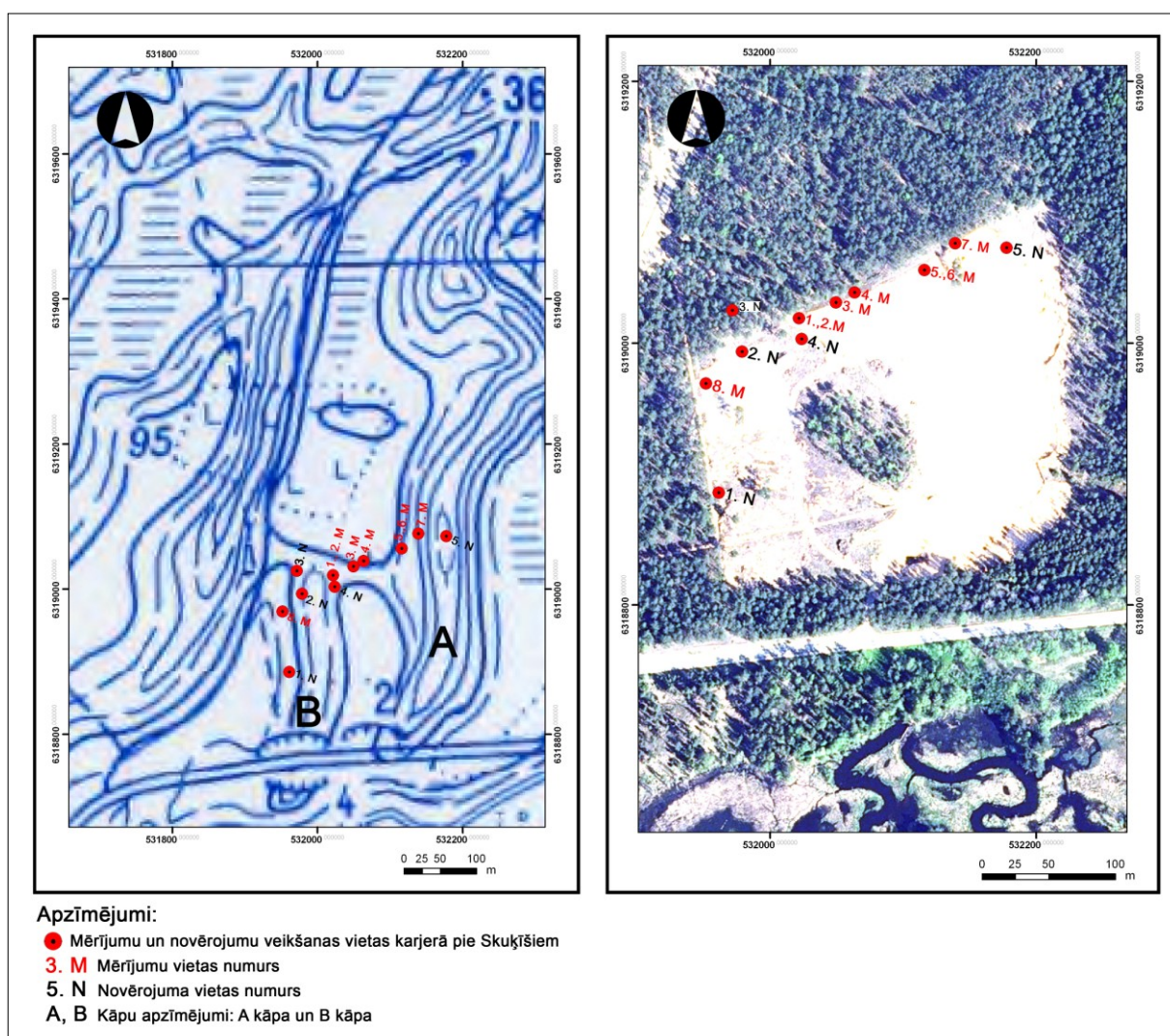
Šī nodaļa ietver informāciju par visiem, darba izstrādes laikā veikto, lauka pētījumu rezultātiem un to interpretāciju. Lai pētījumu rezultāti būtu pārskatāmāki, šajā nodaļā ir ietverts plašs ilustratīvais materiāls, kas sastāv no kartēm, fotogrāfijām un mērījumu datu vizualizācijas diagrammām.

3.3.1. Karjera pie Skuķīšiem eolās ģenēzes nogulumu slāņu saguluma elementu mērījumu rezultāti

Karjerā pie Skuķīšiem eolās ģenēzes nogulumu slāņkopās ir veikti 25 mērījumi 8 dažādās mērījumu vietās. Karjera pie Skuķīšiem faktiskā materiāla kartēs (3.6. att.) var redzēt,

ka mērījumu vietas atrodas galvenokārt karjera ziemeļu daļā. Mērījumu vietas stiepjas gar karjera ziemeļu sienu dienvidrietumu – ziemeļaustrumu virzienā.

Skuķīšu smilts atradnē ir veikti vairāki eolo nogulumu un veidojumu novērojumi. Pirmā novērojuma vieta (1. N) ir 3.13. attēla sākumpunkts (virzienā no kreisās uz labo pusi), bet otrā novērojuma vieta (2. N) – šī attēla galapunkts. Trešā novērojuma vieta (3. N) ir B kāpas virsotne (1. pielikums). Ceturtā (4. N) un piektā (5. N) novērojuma vietas ir 3.12. attēla robežas. Ceturtā novērojuma vieta, kura attēlota Skuķīšu karjera faktiskā materiāla kartēs, ir 3.12. attēla sākumpunkts (virzienā no kreisās puses uz labo pusi), bet piektā novērojuma vieta



3.6. att. Karjera pie Skuķīšiem faktiskā materiāla kartes
 (kartogrāfiskais pamats - Latvijas topogrāfiskā karte mērogā 1:25 000 (GUGK, 1969 - 1970) un Ortofotokarte mērogā 1:10 000 (LĢIA, 2007)).

– galapunkts. Novērojuma vietu atrašanās vietas skat. 3.6. att., bet visu novērojumu vietu koordinātas ir norādītas 2. pielikumā.

Karjerā pie Skuķīšiem mērījumu vietas Nr.1 un 2 atrodas divās dažādās slāņkopās, kuras uzguļ viena virs otras. Aplūkojot šo eolo nogulumu atsegumu (3.7. att.), vizuāli var

pamanīt, ka abas slāņkopas atšķiras ar slāņojuma raksturu. Šajā eolo nogulum atsegumā vizuāli var redzēt divas kāpu paleovirsmas (skat. 3.7. att.). Atseguma sienas plakne diemžēl nesakrīt ar eolo nogulumu uzkrāšanās vides dinamikas virzienu, tāpēc tikai mērījumu rezultāti (3.1. tabula) ļauj spriest, ka abos gadījumos eolā smilts raksturojas ar slīpslāņotu tekstūru, jo pārsvarā dominē slāņu krituma leņķis no 20° līdz 28°, kas raksturīgs kāpas aizvēja nogāzei. Pirmā mērījumu vieta atrodas aptuveni 0,6 m no zemes virsmas, bet otrā mērījumu vieta – 1,30 m no zemes virsas.

3.1. tabula

Slāņu sagulumu elementu mērījumi A kāpas karjera ziemeļu sienā mērījumu vietās Nr.1 un Nr.2 (novietojumu skat. 3.6. att.)

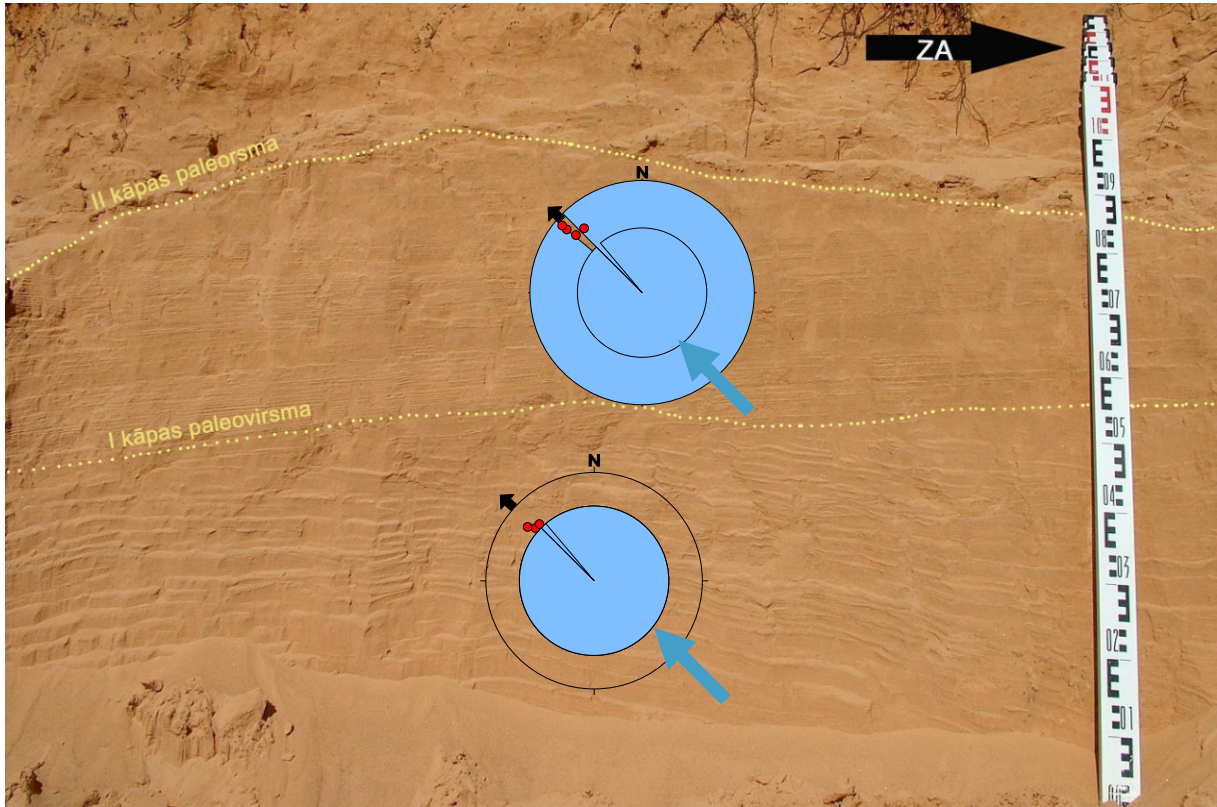
Mērījuma vietas Nr.	Koordinātas		Mērījuma Nr.	Krituma leņķis	Krituma azimuts	Absolūtais augstums (m vjl.)
	X	Y				
1	00532022.0000 E	06319019.000 N	1	10	310	24,70
			2	21	318	
			3	20	311	
			4	4	310	
2	00532022.0000 E	06319019.000 N	5	28	312	24,00
			6	28	316	
			6	22	309	

Ar datu statistiskās apstrādes datorprogrammu *SteroNet* ir veikta krituma leņķa un azimuta vizualizācija un iegūtas punktveida – struktūrdiagrammas (skat. 3.7. att.).

Mērījumu vietā Nr.1 rezultējošais krituma azimuts ir 310°, un dominējošais arī ir 310°. Tas nozīmē, ka, mērījumu vietā Nr. 1, kāpas smilts nogulumu slīpslāņotās sērijas slāņkopā krīt galvenokārt ziemeļrietumu (310°) virzienā no 4° līdz 21° leņķī. Literatūras avoti (Reineck, Singh, 1975) liecina, ka pretvēja nogāzes maksimālais krituma leņķis var sasniegt tikai 15° un, ja eolo nogulumu slīpslāņoto sēriju krituma leņķis ir lielākas par 15°, tad tā ir kāpas aizvēja nogāze. Tātad šīs eolo nogulumu slīpslāņotās sērijas, kuras krīt ziemeļrietumu virzienā ar lielāku krituma leņķi par 15°, ir veidojušās kāpas aizvēja nogāzē. Tas ļauj secināt, ka šīs eolo nogulumu sērijas veidošanās laikā, vēja paleovirziens bija no dienvidaustrumiem uz ziemeļrietumiem.

Datu statistiskās apstrādes datorprogrammā *SteroNet* veiktie krituma azimutu nolasījumi struktūrdiagrammas un punktveida diagrammas mērījumu vietas Nr.2 apvienotajā diagrammā liecina, ka rezultējošais krituma azimuts 310°, bet dominējošais virziens praktiski ir gandrīz tāds pats (315°). Šīs slāņkopas slīpslāņotās sērijas raksturojas ar ievērojami lielāku krituma leņķi, kas sasniedz 28°. Krituma leņķa lielums liecina par to, ka arī šī ir kāpas aizvēja nogāze. Tā kā šīs eolo nogulumu rezultējošais krituma azimuts ir vērsts ziemeļrietumu virzienā un krituma leņķis ir robežās no 22° līdz 28°, tad šīs slāņkopas veidošanās laikā vēja virziens bija no dienvidaustrumiem uz ziemeļrietumiem.

Abu šo vizuāli atšķirīgo slāņkopu veidošanās laikā ir bijis gandrīz vienāds vēja virziens. Savukārt atšķirīgi ir šo eolo nogulumu slīpslāņoto sēriju krituma leņķi. Apakšā iegulošās slāņkopas slīpslāņoto sēriju kritumu leņķi ir skaitliski lielāki par to pārsedzošās slāņkopas krituma leņķiem. Šī fakta izskaidrojums iespējams ir tāds, ka sākotnēji vēja ātrums ir bijis lielāks, un laikā, kad veidojās pārsedzošā slāņkopa, vēja ātrums ir bijis lēnāks. Iespējams tas ir izskaidrojams arī ar to, ka mērījumu vietas Nr. 2. slānī ir izveidojušās deformētās slāņojuma tekstūras. Literatūras avoti (Reineck, Singh, 1975) liecina, ka šāda veida tekstūras veidojas tikai kāpas aizvēja nogāzē, smilts lavīnveida nogrūvuma rezultātā no kāpas virsotnes.



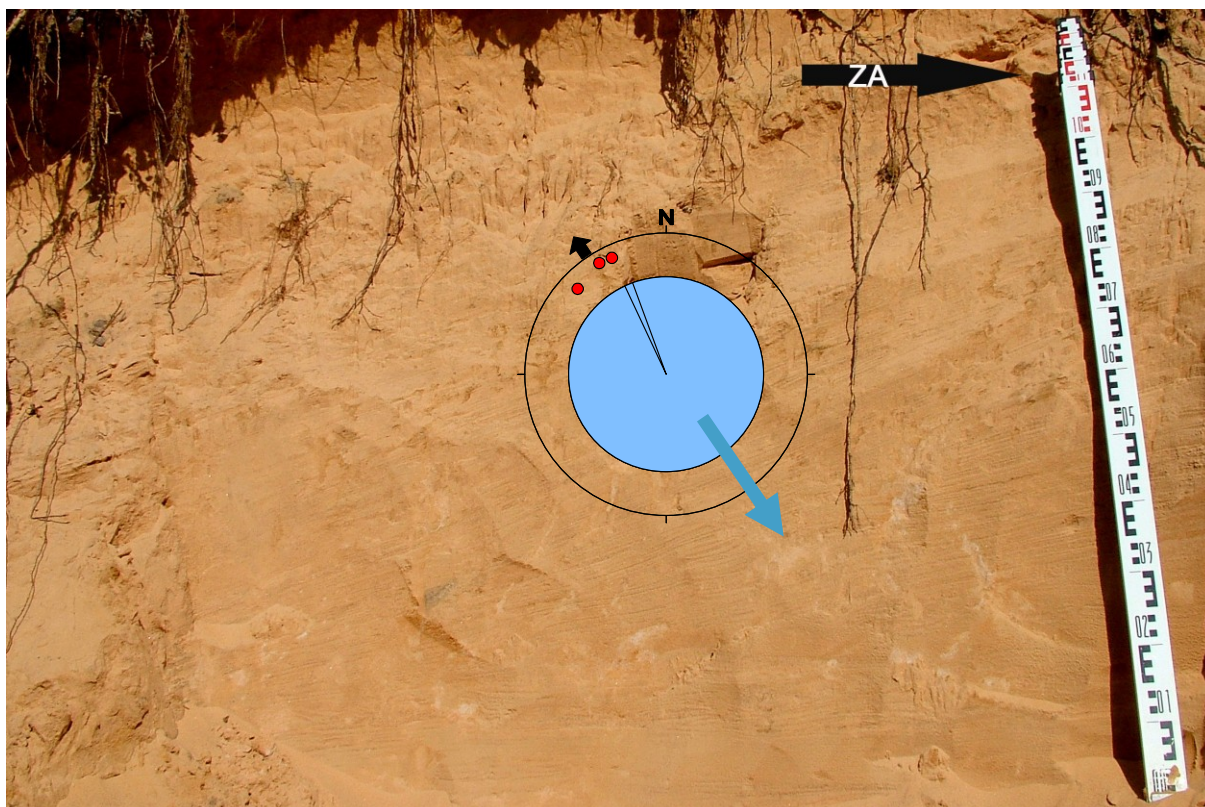
3.7. att. Eolo nogulumu tekstūras A kāpas karjera ziemeļu sienā slāņa sagulumu mērījumu vietās Nr. 1 un Nr. 2 un mērījumu vizualizācijas ar sektordiagrammu un punktveida diagrammu apvienotajām diagrammām (zilās bultas norāda vēja paleorirzienus, mērījumu rezultātus skat. 3.1. tabulā).

Šie abi vēja paleovirzieni, kas iegūti pēc slīpslāņojuma mērījumu datiem, ir pretrunā ar vēja paleovirziena rekonstrukcijām pēc morfoloģijas (skat. 3.5. att.). Vēja paleovirziena rekonstrukcija pēc morfoloģija liecina par to, ka šīs kāpas veidošanās laikā vējš ir pūti virzienā no ziemeļrietumiem. Šī pretruna iespējams ir izskaidrojama ar to, ka tekstūru mērījumu dati varētu atspoguļot lokālās vēja plūsmas no vēja koridoriem vai deflācijas ieplakām.

Slāņu sagulumu elementu mērījumi A kāpas karjera ziemeļu sienā mērījumu vietā Nr. 3 (novietojumu skat. 3.6. att.)

Mērījuma vietas Nr.	Koordinātas		Mērījuma Nr.	Krituma leņķis	Krituma azimuts	Absolūtais augstums (m vjl.)
	X	Y				
3	00532049.7786 E	06319031.052 N	8	14	314	22,00
			9	10	335	
			10	9	329	

Eolo nogulumu slāņkopā, kurā atrodas mērījumu vieta Nr.3, lauka darbu laikā varēja novērot dažāda rupjuma smilts graudu slāņmiju. Slīpslāņojuma sērijās, kurās dominē vizuāli smalkākās smilts frakcijas, dominējošais smilts graudu izmērs ir 0,1 – 0,2 mm, bet lielāko graudu izmērs sasniedz 0,5 mm. Atbilstoši decimālajai klasifikācijai, šo smilti var klasificēt kā smalkgraudainu smilti ar vidējgraudainas smilts piemaisījumu. Bet slīpslāņojuma sērijās, kurās dominē vizuāli rupjākās smilts frakcijas, dominējošais smilts graudu izmērs ir 0,3 – 0,5



3.8. att. Eolo nogulumu tekstūras A kāpas karjera ziemeļu sienā slāņa sagulumu mērījumu vietā Nr. 3 un mērījumu vizualizācija ar sektordiagrammas un punktveida diagrammas apvienoto diagrammu (zilā bulta norāda vēja paleovirzienu, mērījumu rezultātus skat. 3.2. tabulā).

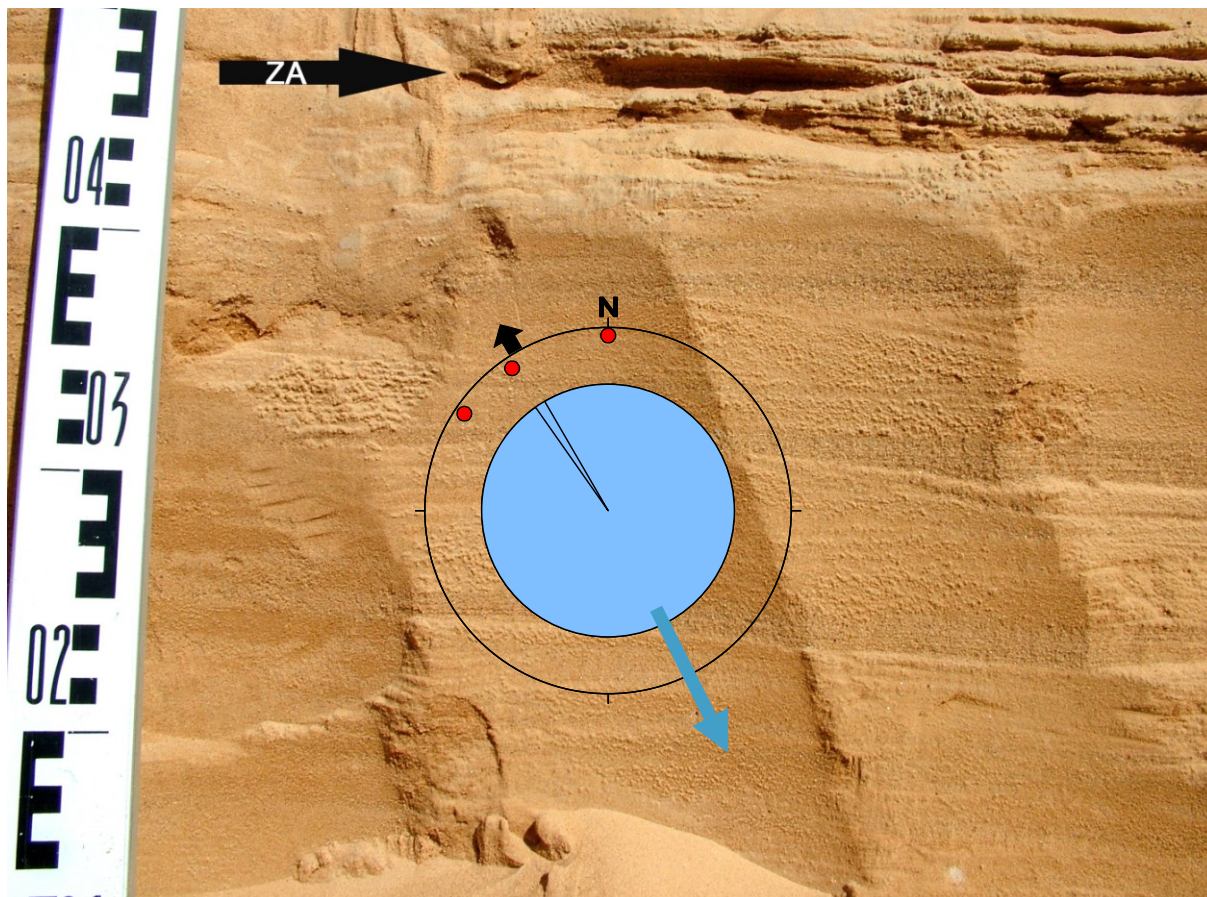
mm. Atbilstoši decimālajai klasifikācijai, šo smilti var dēvēt par vidējgraudainu smilti. Iespējams šāda dažāda rupjuma smilts slāņmija ir izskaidrojama ar šīs kāpas veidošanās laikā valdošo vēju stiprumu. Laikā, kad vēja ātrums bija lēnāks, tas spēja pārvietot un izgulsnēt smalkākās smilts frakcijas, bet laikā, kad vēja ātrums palielinājās, tas spēja pārvietot arī

rupjākas smiltis frakcijas. Šī darba 1. nodaļā aplūkotajā sakarībā par pārvietoto nogulumu graudiņu izmērus atkarībā no vēja stipruma, var redzēt, ka laikā, kad uzkrājās smalkākās eolās ģenēzes smiltis, vēja ātrums bija 4,5 – 6,7 m/s, bet laikā kad uzkrājās rupjākās – 6,7 – 8,4 m/s. Ja vēja ātrums ir 4,5 – 6,7 m/s, tad atbilstoši Boforta skalas iedalījumam (<http://www.meteo...>) šādu vēju dēvē par lēnu līdz mērenu vēju, bet, ja vēja ātrums ir 6,7 – 8,4 m/s – tad par mērenu līdz mēreni stipru vēju. Šāda vēja ģeoloģiskās darbības rezultātā, iespējams ir veidojies šis dažādā rupjuma slīpslāņojums.

Datu statistiskās apstrādes datorprogrammā *SteroNet* veiktie krituma azimutu nolasījumi struktūrdiagrammas un punktveida diagrammas mērījumu vietas Nr.3 apvienotajā diagrammā (3.8. att.), uzrāda, ka rezultējošo krituma azimutu - 326°, bet dominējošo krituma azimutu, relatīvi nelielā mērījumu skaita un ievērojamās izkliedes dēļ, nav iespējams noteikt. Tā kā šīs eolās ģenēzes slāņkopas, kurā atrodas mērījumu vieta Nr. 3, slīpslāņojums krīt ziemeļrietumu virzienā no 9° līdz 14° lielā leņķī, kas raksturīgs kāpas pretvēja nogāzei, tad iespējams, ka šīs slāņkopas veidošanās laikā, dominējošo vēja paleovirziens ir bijis no ziemeļrietumiem uz dienvidaustrumiem.

Slāņu sagulumu elementu mērījumi A kāpas karjera ziemeļu sienā, mērījumu vietā Nr. 4 (novietojumu skat. 3.6. att.)

Mērījuma vietas Nr.	Koordinātas		Mērījuma Nr.	Krituma leņķis	Krituma azimuts	Absolūtais augstums (m vjl.)
	X	Y				
4	00532063.8903 E	06319038.583 N	11	7	326	24,00
			12	6	304	
			13	5	360	



3.9. att. Eolo nogulumu tekstūras A kāpas karjera ziemeļu sienā slāņa sagulumu mērījumu vietā Nr. 4 un mērījumu vizualizācija ar sektordiagrammas un punktveida diagrammas apvienoto diagrammu (zilā bulta norāda vēja paleovirzienu, mērījumu rezultātus skat. 3.3. tabulā).

Arī slāņkopā, kurā ir mērījumu vieta Nr. 4, var novērot līdzīgu situāciju kā 3. mērījumu vietas slāņkopā – dažāda granulometriskā sastāva eolās ģenēzes smilts slīpslāņojumu (3.9. att.), kurš iespējams arī ir veidojies mainīgā vēja ātruma ietekmē.

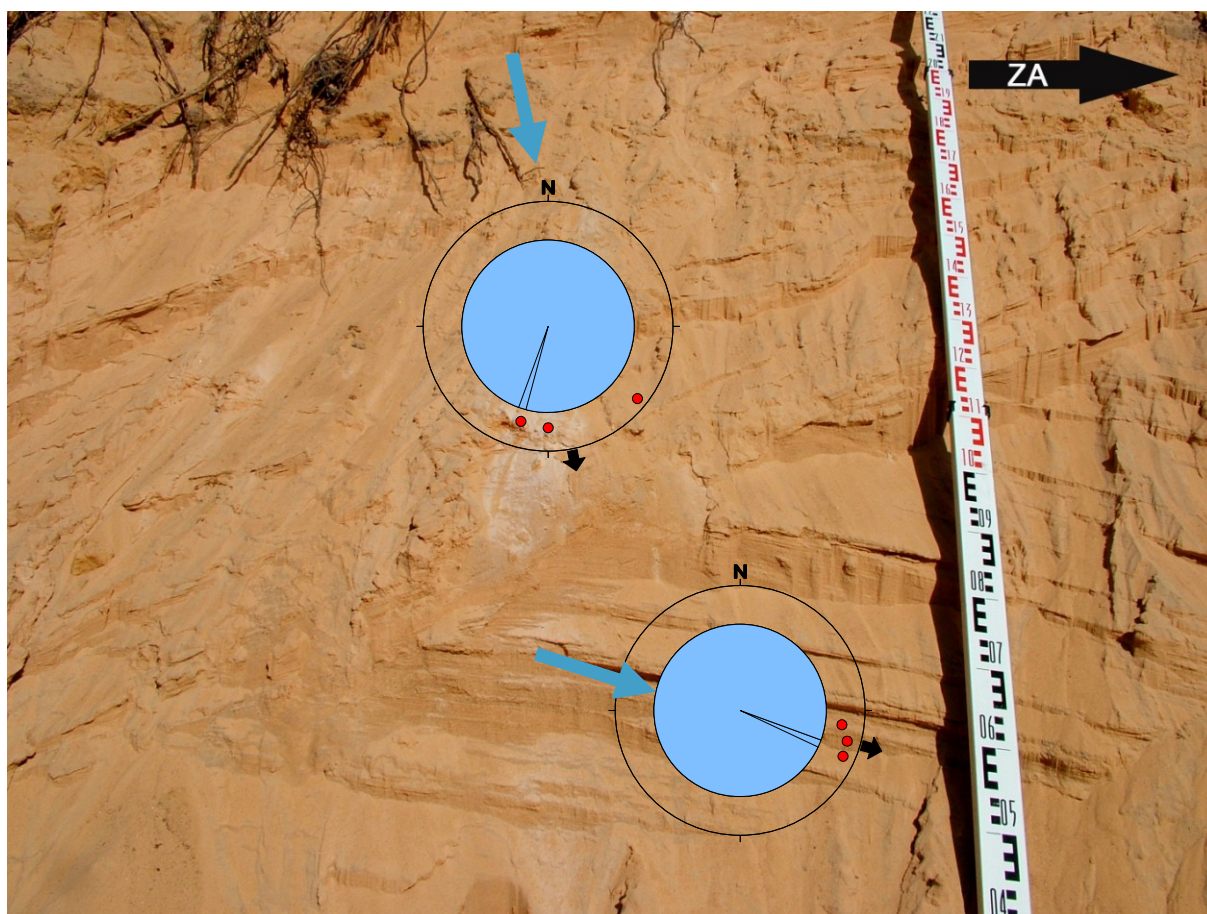
Datu statistiskās apstrādes datorprogrammā *SteroNet* veiktie krituma azimutu nolasījumi mērījumu vietas Nr.4 apvienotajā diagrammā liecina, ka rezultējošais krituma azimuts ir 330° , bet galveno krituma azimutu, līdzīgi kā iepriekšējā mērījumu vietā, nav iespējams noteikt. Tā kā šis slāņkopas eolās ģenēzes nogulumu slīpslāņojums krīt ziemeļrietumu virzienā no 5° līdz 7° lielā leņķī (3.3. tabula), kas ir raksturīgs pretvēja nogāzei, tad ļoti ticams, ka šo eolo nogulumu uzkrāšanās laikā, valdošais vēja virziens mainījās no ziemeļrietumu –

dienvidastrumu virziena, līdz pat ziemeļu – dienvidu virzienam, bet tomēr pārsvarā dominēja gaisa plūsmas no ziemeļrietumiem.

3.4. tabula

Slāņu sagulumu elementu mērījumi A kāpas karjera ziemeļu sienā, mērījumu vietās Nr. 5 un Nr. 6 (novietojumu skat. 3.6. att.)

Mērījuma vietas Nr.	Koordinātas		Mērījuma Nr.	Krituma leņķis	Krituma azimuts	Absolūtais augstums (m vjl.)		
	X	Y						
5	00532116.3889 E	06319055.687 N	14	9	129	27,80		
			15	20	180			
			16	22	196			
6			00532116.3889 E	06319055.687 N	17	12	106	27,00
					18	19	98	
					19	11	114	



3.10. att. Eolo nogulumu tekstūras A kāpas karjera ziemeļu sienā slāņa sagulumu mērījumu vietās Nr. 5 un Nr. 6 un mērījumu vizualizācijas ar sektordiagrammu un punktveida diagrammu apvienotajām diagrammām (zilās bultas norāda vēja paleovirzienus, mērījumu rezultātus skat. 3.4. tabulā).

Karjerā pie Skuķīšiem mērījumu vietas Nr. 5 un Nr. 6 atrodas divās dažādās slāņkopās, kuras iegul viena virs otras. Tā kā, lauka darbu laikā, vizuāli varēja konstatēt (3.10. att.) šo divu slāņkopu savstarpēji atšķirīgos sagulumu apstākļus, tad krituma leņķa un azimuta mērījumi (3.4. tabula) tika veikti katrā no šīm slāņkopām atsevišķi.

3.10. attēla augšējā slāņkopā, kurā atrodas mērījumu vieta Nr. 5, lauka darbu laikā veiktā granulometriskā sastāva analīze liecina, ka dominējošais smilts graudu izmērs ir 0,1 mm. Latvijas drupiežu un mālu iedalījuma pēc graudu izmēriem un litifikācijas pakāpes, atbilstoši decimālajai klasifikācijai (Stinkulis, 2006) paredz, ka šāda granulometriskā sastāva nogulumu ir smalkgraudaina smilts. Lai pārvietotu šāda izmēra smilts graudus, valdošo vēja ātrumam jābūt aptuveni 4,0 m/s (1.1. tabula). Vēju ar šādu ātrumu, atbilstoši Boforta skalas klasifikācijai (<http://www.meteo...>), dēvē par lēnu vēju.

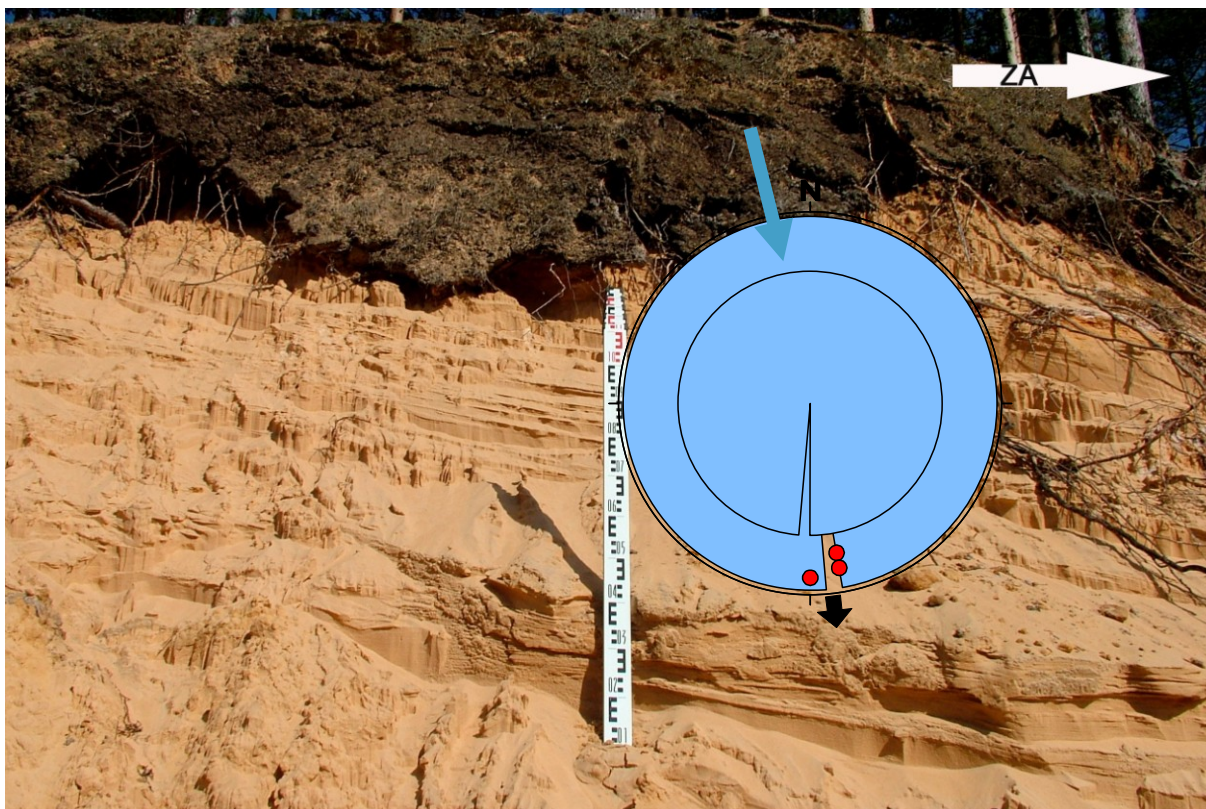
Datu statistiskās apstrādes datorprogrammā *SteroNet* veiktie krituma azimutu nolasījumi struktūrdiagrammas un punktveida diagrammas apvienotajā diagrammā mērījumu vietai Nr. 5 uzrāda, ka rezultējošais krituma azimuts ir 169°, bet dominējošo krituma azimutu, ievērojamās izkliedes dēļ, nav iespējams noteikt. Tas nozīmē, ka, piektajā mērījumu vietā, šīs kāpas slīpslāņotās sērijas krīt galvenokārt dienvidu virzienā galvenokārt 20 – 22° leņķī, kas raksturīgs pretvēja nogāzei. Tā kā eolo nogulumu slīpslāņotās sērijas stāvā leņķī krīt dienvidu vai dienviddienvidrietumu virzienā, tad iespējams, ka šīs eolās ģenēzes slāņkopas veidošanās laikā, vējš pūtis no ziemeļiem uz dienvidiem vai tuvu šim virzienam, kā arī no ziemeļziemeļaustrumiem uz dienviddienvidrietumiem.

Savukārt pagulslānī, kurā atrodas mērījumu vieta Nr. 6 (skat. 3.10. att.) rezultējošais krituma azimuts ir 106°, bet dominējošo krituma azimutu, līdzīgi kā iepriekš, nav iespējams noteikt. Tātad šī pagulslāņa slīpslāņojums krīt galvenokārt austrumdienvidaustrumu virzienā, bet tā krituma leņķi ir 11° līdz 19° robežās. Krituma leņķa lielums norāda, ka šī ir kāpas aizvēja nogāze, tāpēc, šķiet ticams, ka, tās veidošanās laikā, valdošais vēja virziens ir bijis no rietumziemeļrietumiem uz austrumdienvidaustrumiem.

3.10. attēla mērījumu vizualizācijas diagrammās uzskatāmi var redzēt, ka sākumā vēja virziens ir bijis no rietumziemeļrietumiem un šajā laikā uzkrājās attēla apakšējā slāņkopā, bet, vairs tās esošās slāņkopas veidošanās laikā, vēja virziens ļoti krasi mainījās – vēja virziens ir bijis no ziemeļiem. Kopumā pastāv liela iespēja, ka iegūtie rezultāti varētu lielā mērā atspoguļot lokālos vēja virzienus gaisa piezemes slānī kāpas veidošanās laikā. Augšējās slāņkopas veidošanās laikā, ir veidojušies lokālie vēja virzieni, kuriem, salīdzinājumā ar valdošiem vējiem, ir bijuši atšķirīgi virzieni. Faktiskā materiāla kartē, kuras topogrāfiskais pamats ir Latvijas topogrāfiskā karte mērogā 1:25 000 (skat. 3.6. att.), var redzēt, ka A kāpas rietumu daļā, uz ziemeļziemeļaustrumiem no mērījumu vietas Nr. 5, ir izveidojusies ieplaka. Iespējams šajā ieplakā ir veidojušies virpuļveida lokālie vēji, kuri pūta virzienā no ieplakas (no ziemeļiem). Iespējams šādas vēja ģeoloģiskās darbības rezultātā ir uzkrājusies augšējās eolo nogulumu slāņkopas nogulumu.

Slāņu sagulumu elementu mērījumi A kāpas karjera ziemeļu sienā, mērījumu vietā Nr. 7
(novietojumu skat. 3.6. att.)

Mērījuma vietas Nr.	Koordinātas		Mērījuma Nr.	Krituma leņķis	Krituma azimuts	Absolūtais augstums (m vjl.)
	X	Y				
7	00532139.5084 E	06319076.275 N	20	22	170	34,00
			21	14	170	
			22	10	180	



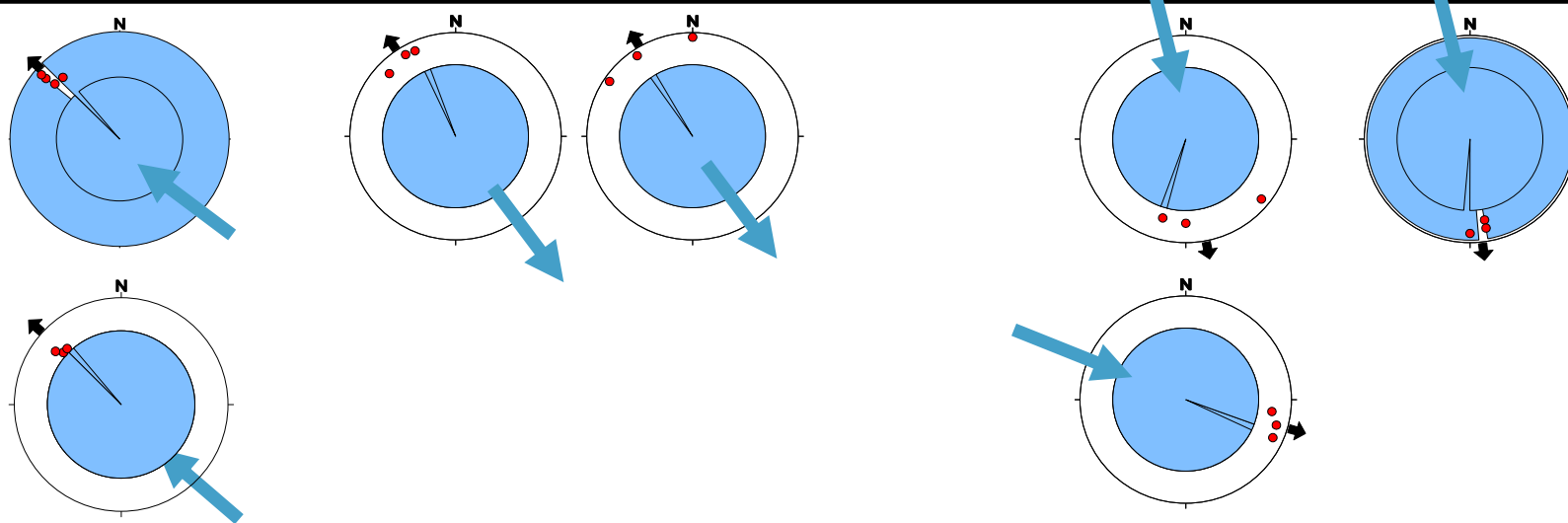
3.11. att. Eolo nogulumu tekstūras A kāpas karjera ziemeļu sienā slāņa sagulumu mērījumu vietā Nr. 3 un mērījumu vizualizācija ar sektordiagrammas un punktvēda diagrammas apvienoto diagrammu (zilā bulta norāda vēja paleovirzienu, mērījumu rezultātus skat. 3.5. tabulā).

Eolās ģenēzes slāņkopa (3.11. att.), kurā atrodas mērījumu vieta Nr. 7, atrodas visaugstāk no visām slāņkopām, kurās ir veikti mērījumi. Tās absolūtais augstums ir 34,00 m vjl. Aplūkojot karjera pie Skuķīšiem faktiskā materiāla karti, kuras pamats ir Latvijas topogrāfiskā karte mērogā 1:25 000 (skat. 3.6. att.), var redzēt, ka šī mērījumu vietas slāņkopa ir ļoti tuvu kāpas virsotnei.

Datu statistiskās apstrādes datorprogrammā *SteroNet* veiktie krituma azimutu nolasījumi mērījumu vietas Nr. 7 diagrammā liecina, ka rezultējošais krituma azimuts ir 173° un sakrīt ar dominējošo krituma azimutu. Krituma leņķa lielumi (3.5. tabula) liecina par to, ka šie eolie nogulumu ir uzkrājušies kāpas aizvēja nogāzē. Tā kā šo nogulumu slīpslāņotās sērijas krīt dienvidu virzienā, tad iespējams, ka šo eolo nogulumu slāņkopa uzkrāšanās laikā, vēja virziens bija no ziemeļiem uz dienvidiem. Tas, ka šī eolo nogulumu slāņkopa ir veidojusies

ziemeļu virziena vēju ietekmē, iespējams arī ir izskaidrojams ar virpuļveida lokālo vēju darbību gaisa piezemes slānī.

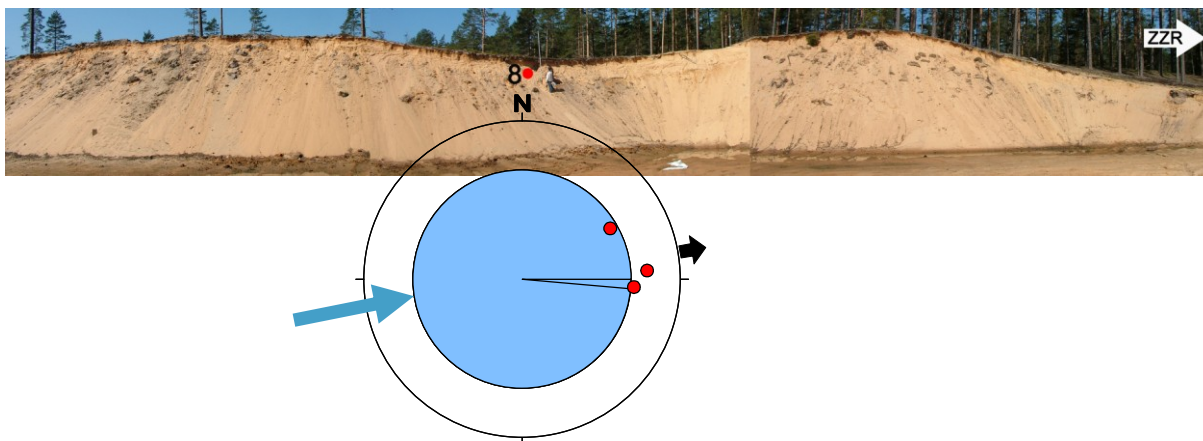
3.12. attēlā var redzēt (3.12. att) visas septiņas iepriekš minētās A kāpas karjera ziemeļu sienā esošās slāņu sagulumu mērījumu vietas un šo mērījumu vietu vizualizācijas ar sektordiagrammu un punktveida diagrammu apvienotajām diagrammām. Šajā attēlā uzskatāmi var redzēt atšķirīgo vēja pūšanas virzienu dažādajās kāpas daļās. Eolo nogulumu slāņkopas, kurās atrodas mērījumu vietas Nr. 1, Nr. 2, Nr. 5 un 7, iespējams ir veidojušās iepriekš minēto lokālo vēju ietekmē. Savukārt mērījumu vietu Nr. 3, Nr. 4 un Nr. 5 slāņkopas ir veidojušās savstarpēji līdzīgu – ziemeļrietumu un rietumziemeļrietumu virziena vēju ietekmē.



3.12. att. A kāpas karjera ziemeļu siena, mērījumu vietu attēlojums un mērījumu vizualizācijas ar sektordiagrammu un punktveida diagrammu apvienotajām diagrammām (zilās bultiņās norāda paleovēju virzienus, novietojumu skat. 3.6. att.).

Slāņu sagulumu elementu mērījumi B kāpas karjera rietumu sienā, mērījumu vietā Nr. 8 (novietojumu skat. 3.6. att.)

Mērījuma vietas Nr.	Koordinātas		Mērījuma Nr.	Krituma leņķis	Krituma azimuts	Absolūtais augstums (m vjl.)
	X	Y				
8	00531952.0788 E	06318969.072 N	23	36	60	23,00
			24	22	86	
			25	30	94	



3.13. att. Eolie nogulumu B kāpas karjera rietumu sienā un mērījumu vietas Nr. 8 vizualizācija ar sektordiagrammas un punktveida diagrammas apvienoto diagrammu (zilā bulta norāda vēja paleovirzienu, mērījumu rezultātus skat. 3.6. tabulā).

Karjera pie Skuķīšiem faktiskā materiāla kartēs var redzēt (skat. 3.6. att.), ka mērījumu vieta Nr. 8 atrodas karjera ziemeļrietumu daļā, B kāpā.

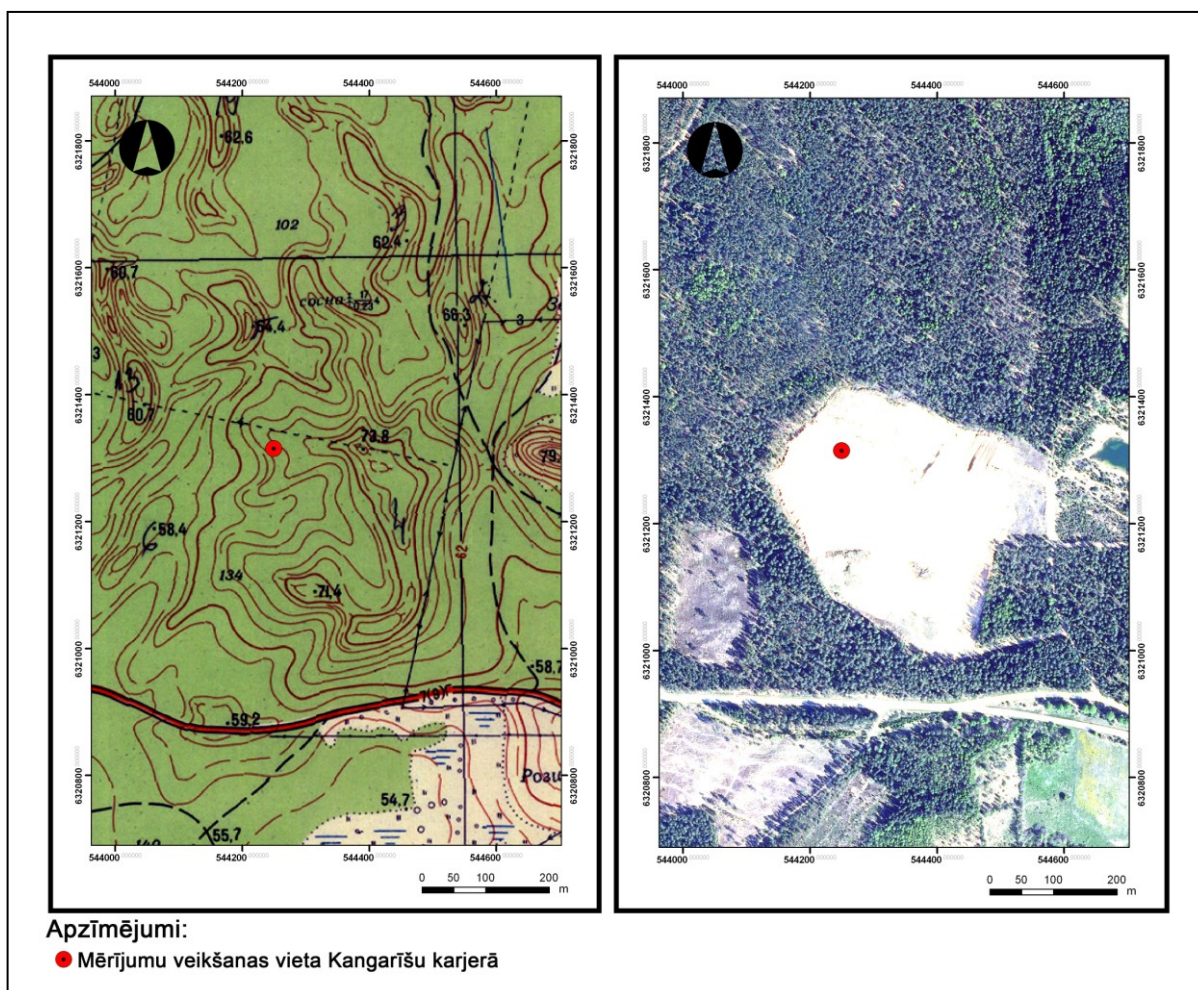
Datu statistiskās apstrādes datorprogrammā *SteroNet* veiktie krituma azimutu nolasījumi mērījumu vietas Nr. 8 struktūrdiagrammas un punktveida diagrammas apvienotajā diagrammā liecina, ka rezultējošais krituma azimuts ir 80° , bet dominējošais krituma azimuts ir 90° .

Šajā mērījumu vietā kāpas slīpslāņotās sērijas krīt galvenokārt austrumziemeļaustrumu virzienā no 22° līdz 36° leņķī (skat. 3.6. tabulu). Tā kā slāņu krituma leņķis ir lielāks par 15° , tad šī ir B kāpas aizvēja nogāze. Ja šīs eolo nogulumu slīpslāņotās sērijas krīt austrumziemeļaustrumu virzienā, tad iespējams, ka šīs eolās ģenēzes slāņkopas veidošanās laikā, vēja virziens bija no rietumiem dienvidrietumiem.

3.3.2. Kangarīšu karjera eolās ģenēzes nogulumu slāņu sagulumu mērījumu rezultāti un to interpretācija

Kangarīšu karjera faktiskā materiāla kartēs (3.14. att.) var redzēt, ka mērījumu vieta atrodas Kangarīšu karjera ziemeļrietumu daļā, kāpas rietumu daļā.

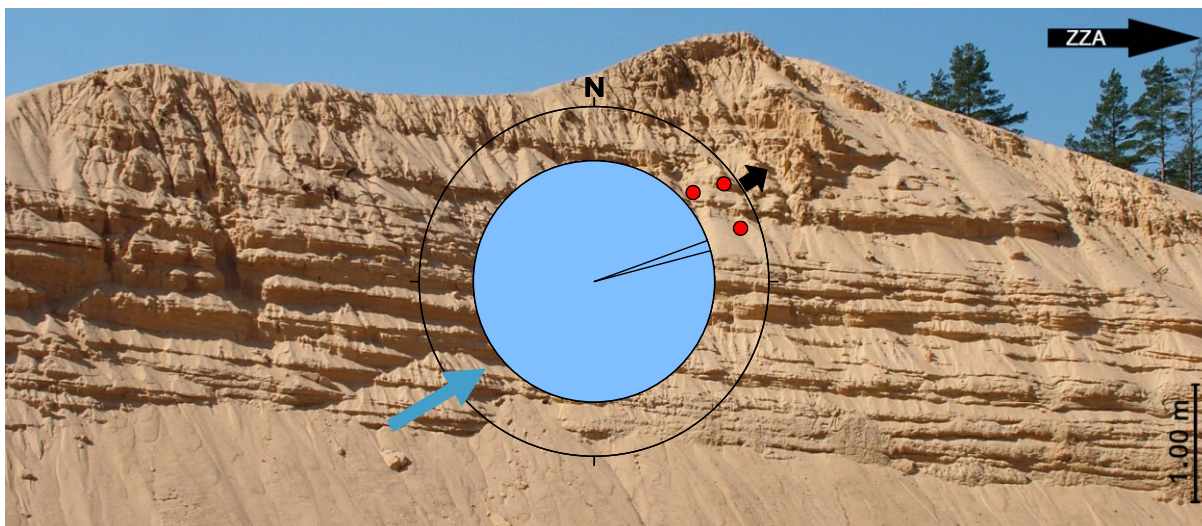
Kangarīšu karjera eolās ģenēzes nogulumu slāņkopā vienā mērījumu vietā tika veikti trīs mērījumi. Šajā lauka darbu veikšanas vietā autore veica salīdzinoši maz slīpslāņojuma mērījumus, jo šajā atradnē ir veiktas plašas derīgā izrakteņa ieguves, kā rezultātā atradne ir izstrādāta. Šī iemesla dēļ, lauka darbu veikšanas laikā, šajā atradnē bija grūti konstatēt, kuras no eolās ģenēzes nogulumu slāņkopām ir primāri veidojušās, un kuras - sekundāri.



3.14. att. Kangarīšu karjera faktiskā materiāla kartes (kartogrāfiskais pamats - Latvijas topogrāfiskā karte mērogā 1:10 000 (ГΥГК, 1974 - 1977) un Ortofotokarte mērogā 1:10 000 (LĢIA, 2007)).

Slāņu sagulumu elementu mērījumi Kangarīšu karjerā, mērījumu vietā Nr. 9 (novietojumu skat. 3.14. att.)

Mērījuma vietas Nr.	Koordinātas		Mērījuma Nr.	Krituma leņķis	Krituma azimuts	Absolūtais augstums (m vjl.)
	X	Y				
9	00544251.3615 E	06321315.969 N	26	8	53	59,00
			27	12	70	
			28	25	48	



3.15. att. Eolo nogulumu tekstūras Kangarīšu karjerā slāņa sagulumu mērījumu vietā Nr. 9 un mērījumu vizualizācija ar sektordiagrammas un punktveida diagrammas apvienoto diagrammu (zilā bulta norāda vēja paleovirzienu mērījumu rezultātus skat. 3.7. tabulā).

Kangarīšu karjerā mērījumi tika veikti mērījumu vietā Nr. 9, kura atrodas 50 m vjl. Kangarīšu karjera faktiskā materiāla kartē, kuras topogrāfiskais pamats ir Latvijas topogrāfiskā karte mērogā 1: 10 000 (skat. 3.14. att.), var redzēt, ka šī mērījumu vieta atrodas 65 m vjl. Tātad mērījums tika veikts 6 metrus zem sākotnējās kāpas virsmas. Šī 6 metrus biežā eolo nogulu slāņkopa tika izstrādāta atradnes ekspluatācijas laikā.

Mērījumu vietas slāņkopā dominē smilts, kuras frakcijas izmērs ir 0,3 mm. Atbilstoši decimālajai klasifikācijai smilts ar šādu graudu izmēru ietilpst vidējgraudainas smilts grupā. Šāda izmēra frakcijas spēj pārvietot mērens vējš.

Datu statistiskās apstrādes datorprogrammā *SteroNet* veiktie krituma azimutu nolasījumi struktūrdiagrammas un punktveida diagrammas apvienotajā diagrammā liecina, ka rezultējošais krituma azimuts ir 57°, bet dominējošais krituma azimuts ir 50°. Tas nozīmē, ka, mērījumu vietā, šīs kāpas slīpslāņotās sērijas krīt galvenokārt ziemeļaustrumu virzienā no 8° līdz 25° leņķī. Slīpslāņojuma krituma leņķa lielumi ļauj domāt, ka šī ir kāpas pretvēja nogāze, jo pārsvarā dominē krituma leņķi, kuru lielums ir mazāks par 15°. Ja eolo nogulumu slīpslāņotās sērijas krīt ziemeļaustrumu virzienā, tad iespējams, ka šīs kāpas veidošanās un eolo nogulumu uzkrāšanās laikā, vēja paleovirziens bija no dienvidrietumiem uz ziemeļaustrumiem.

SECINĀJUMI

Bakalaura darba „Eolie veidojumi Ropažu līdzenumā” mērķis, izpildot visus darba uzdevumus, ir sasniegts.

Darbā veiktie pētījumi ļauj secināt, ka:

- Kāpu veidošanās laikā valdošie vēja paleovirzieni bija no rietumiem un ziemeļrietumiem;
- Kāpu iekšējās uzbūves pētījumi ļauj secināt, ka kāpas Ropažu līdzenumā ir veidojušās ne tikai valdošo vēju ietekmē, bet arī, gaisa piezemes slānī esošo, lokālo vēju ietekmē;
- Eolo nogulumu granulometriskie pētījumi ļauj secināt, ka kāpu veidošanās laikā valdošo vēju ātrums ir bijis vismaz 4,5 – 6,7 m/s (lēns līdz mērens vējš), retāk sasniedzot 8,4 m/s (mēreni stiprs vējš);
- Eolo nogulumu granulometriskie pētījumi ļauj secināt, ka, kāpu veidošanās laikā, pastāvēja zināms vēja cikliskums, kas izpaudās kā periodiska vēja ātruma palielināšanās vai arī virziena izmaiņas;
- Kāpu absolūtie augstumi, pētāmās teritorijas ietvaros, pieaug virzienā no rietumiem uz austrumiem;
- Eolās ģenēzes nogulumu slāņu saguluma elementu mērījumu rezultāti, kuri uzrāda slīpslāņoto sēriju salīdzinoši lielos krituma leņķus, ļauj secināt, ka kāpu veidošanās laikā ir bijusi salīdzinoši liela kāpu veidojošā materiāla pienese;
- Kāpu orientācijas un izplatības pētījumi ļauj secināt, ka pētāmās teritorijas hipsometriski augstāk novietotās kāpas varēja sākt veidoties Silciema ledus sprostezera regresijas laikā, bet zemākos līmeņos izvietotās kāpas – sākot ar Baltijas ledus ezera II stadijas regresijas laiku.
- Teritorijā esošie morēnas līdzenumi traucēja kāpu veidošanās procesam, un šajās vietās, kur ir izplatīti šie morēnas līdzenumi, kāpas neveidojās;
- Teritorijā ir izplatītas galvenokārt parabolisko kāpu grupas, kuras sastāv no vairākām mazākām kāpām, un pārpūstās kāpas;
- E. Grīnberga (Grīnbergs, 1957) paustais viedoklis par kāpu izplatību, autores pētāmajā teritorijā, ir apšaubāms.

PATEICĪBAS

Autore izsaka pateicību par sniegto palīdzību un atsaucību Vitālijam Zelčam, Laumai Gustiņai, Jānim Jātniekam, Artūram Putniņam, Evijai Pakalniņai, Zanei Pavlovskai un Kristapam Caunem.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Publicētā literatūra:

- Ancāne I. 2000. Dabas ģeogrāfija. Apgāds Zvaigzne ABC, Rīga. 336 lpp.
- Āboltiņš O.// Аболтыньш О. 1971. Развитие долины реки Гауя. Зинатне, Рига. 104 с.
- Birgers *et al.*, 1964.// Биргер Л.В., Гаврилова А.В., Страуме Я.А. 1964. Геологическая карта четвертичных отложений. Масштаб 1:200 000. Серия Прибалтийская. 0-35-XXV. Всесоюзный аэрогеологический трест. Министерство геологии СССР, Москва.
- Brangulis A.J., Juškevičs V., Kondratjeva., Pomeranceva R. 2000. Latvijas ģeoloģiskā karte, mērogs 1: 200 000, 43. lapa – Rīga, 53. lapa – Ainaži, paskaidrojuma teksts un kartes. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga. 68 lpp.
- Bridge J., Demicco R. 2008. Earth Surface Processes, Landforms and Sediment Deposit. Cambridge University Press, Cambridge. 815 p.
- Chernicoff S., Venkatakrishnan R. 1995. Geology: an introduction to physical geology. Worth Publishers, New York. 593 p.
- Danilāns I.// Даниланс И. Я. 1973. Четвертичные отложения Латвии. Зинатне, Рига. 312 с.
- Eberhards G. 2003. Latvijas jūras krasti. Latvijas Universitāte, Rīga. 296. lpp.
- Grīnbergs E.// 1957. Позднеледниковая и послеледниковая история побережья Латвийской ССР. Издательство Академии наук Латвийской ССР, Рига. 121 с.
- Håkanson L. 1993. Physical Geography of the Baltic. Uppsala University, Institute of Earth Sciences, Uppsala. 35 p.
- Indāns A., Ošiņa J., Zobena A. 1986. Inženierģeoloģija. Zvaigzne, Rīga. 279 lpp.
- Juškevičs V. 2000. Latvijas ģeoloģiskā karte, mērogs 1: 200 000, 43. lapa – Rīga, 53. lapa – Ainaži, paskaidrojuma teksts un kartes. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga. 68 lpp.
- Kuršs V., Stinkule A. 1997. Latvijas derīgie izrakteņi. Latvijas Universitāte, Rīga. 200 lpp.
- Maldavs Z., Melluma A., Seile A. 1981. Ģeomorfoloģijas pamati. Zvaigzne, Rīga. 210 lpp.
- Reineck H.-E., Singh I.B. 1975. Depositional Sedimentary Environments. With Reference to Terrigenous Clastics. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 551 p.
- Riekstiņš I. 1986. Latvijas daba un pieminekļi. Piejūras dabas parks. Latvijas KP SK izdevniecība, Rīga. 44 lpp.
- Rogerson R. 2004. Coversand. In Goudie A. (ed) Encyclopedia of Geomorphology. Volume 1, A-I. Routledge, London, New York. 1156 p.

- Segliņš V. 2001. Latvijas holocēna nogulumu sporu un putekšņu diagrammu katalogs. Latvijas Universitāte, Ģeoloģijas institūts, Rīga. 528 lpp.
- Šķiņķis P., 1998. Ropažu līdzenums. *In* Kvarcs G. (redaktors) Latvijas daba. Enciklopēdija. 5. sējums – Rik-Ulm. Preses Nams, Rīga. 254 lpp.
- Turlajs J. 2002. Latvijas ģeogrāfijas atlants. Karšu izdevniecība Jāņa sēta, Rīga. 40 lpp.
- Ulsts V. 1961. Piekraste. *In* Sprīņģis K. (redaktors) Latvijas PSR ģeoloģija. Zinātņu akadēmijas izdevniecība, Rīga. 516 lpp.

Nepublicētie materiāli:

- Mihailovs A. 2005. Kvartāra nogulumu un pazemes ūdeņu nozīme Vangažu pilsētas teritorijas plānošanā. Bakalaura darbs. Latvijas Universitāte, Rīga. 48 lpp.
- Stinkulis Ģ. 2006. Studiju materiāli – Latvijas drupiežu un mālu iedalījums pēc graudu izmēriem un litifikācijas pakāpes atbilstoši decimālajai klasifikācijai.
- Stinkulis Ģ. 2007. Sedimentoloģija. Studiju materiāli.
- Zelčs V., Markots A. 2004. Fenoskandijas ledusvairoga nogāzes un perifērālās segas sektorāli radiālā uzbūve Vislas apledošanas laikā (manuskripts).

Interneta resursi:

- Boforta skala
<http://www.meteo.lv/public/28105.html> - 09.05.2009
- Ģeogrāfiskās Informācijas sistēmas
<http://www.gis.lv/> - 01.05.2009.
- Indiānas Universitātes mājaslapa
<http://www.indiana.edu/%7Eg103/G103/Week8/dunes2.jpg> - 25.04.2009
- Latvijas digitālās kartēšanas uzņēmuma SIA *ENVIROTECH* mājaslapa
http://www.envirotech.lv/index.php?v=1&s_id=286#268 – 14.03.2009.
- Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras elektroniskais Latvijas derīgo izrakteņu atradņu reģistrs
http://www.meteo.lv/public/Latvijas_DerIzrRegistrs.html - 26.04.2009.
- LU ĢZZF ĢGM Ģeotelpiskās analīzes laboratorijas RASTRA datu bāze
Database Connections – Rastra datu bāzes – Type-SDE Raster Dataset.
- Zelčs V. 2008. Laboratorijas darbs Nr. 8. Ģeomorfoloģija.
<http://estudijas.lu.lv/course/view.php?id=933> – 14.05.2009.
- Zelčs V. 2009. Eolā ģeomorfoloģija. Studiju materiāli
<http://estudijas.lu.lv/course/view.php?id=585> – 14.05.2009.

PIELIKUMI

1. pielikums

TREŠĀ NOVĒROJUMA VIETA SKUĶĪŠU APKAIMĒ

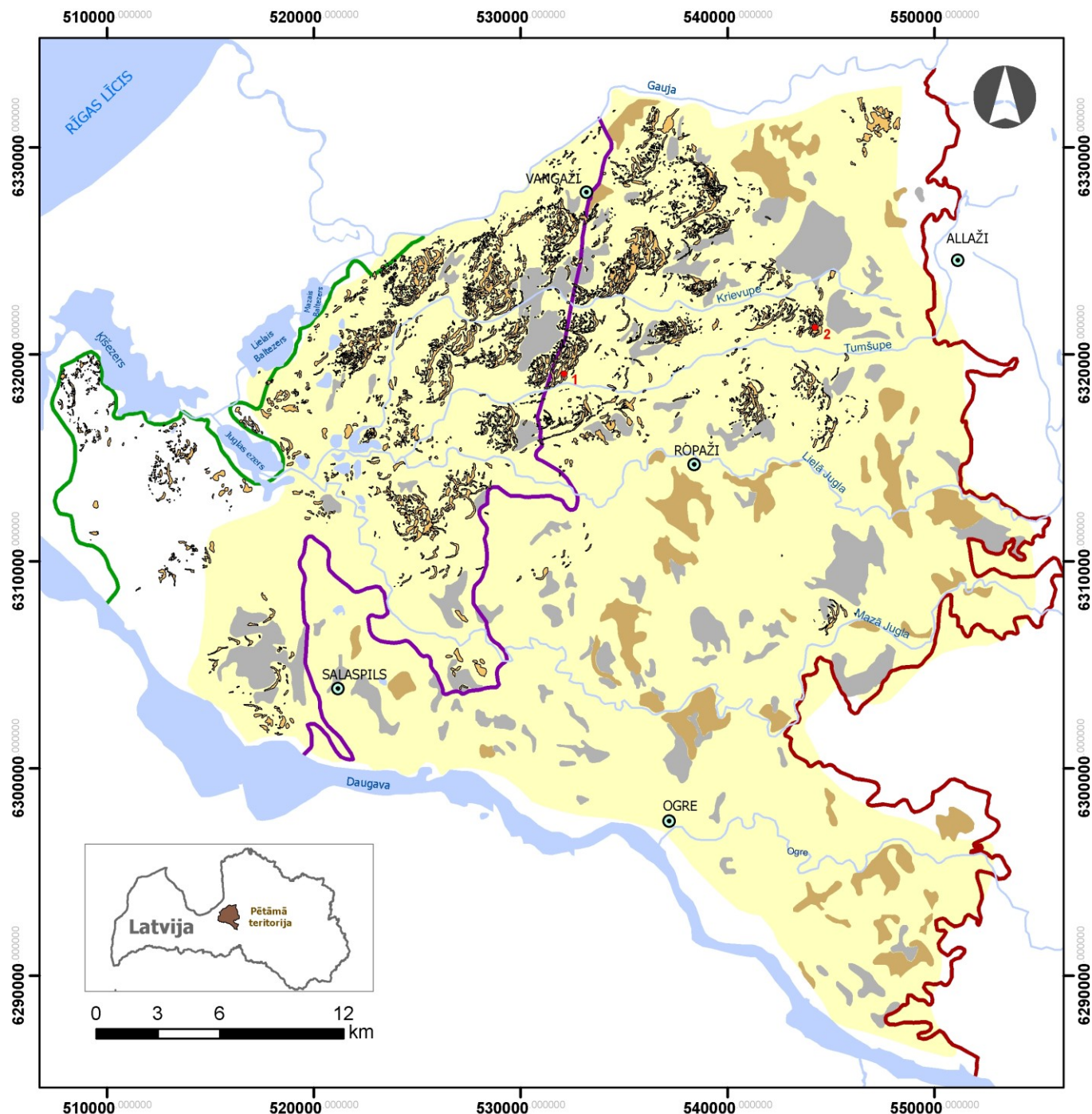


Trešās novērojuma vietas (3. N) karjerā pie Skuķīšiem fotogrāfija












NOVĒROJUMA VIETU KOORDINĀTAS**Novērojuma vietu karjerā pie Skuķīšiem atrašanās koordinātas**

Novērojuma vietas Nr.	Koordinātas	
	X	Y
1	00531979.2194	06318993.401
2	00531960.8188	06318885.650
3	00531971.8917	06319024.885
4	00532024.0000	06319003.000
5	00532177.9956	06319072.863

Ropažu līdzenuma kāpu izplatības karte



Apzīmējumi:

- | | | | |
|---|-------------------|---|---|
|  | Kāpas |  | Upes |
|  | Purvi |  | Silciema ledus sprostezera krasta līnija |
|  | Morēnas līdzenumi |  | Baltijas ledus ezera maksimālās izplatības krasta līnija |
|  | Ezeri |  | Litorīnas jūras krasta līnija |
|  | Pilsētas |  | Kāpu iekšējās uzbūves pētījumu vietas: 1 - karjers pie Skuķīšiem; 2 - Kangarišu karjers |
| | |  | Pētāmā teritorija - Ropažu līdzenums Daugavas un Gaujas starpupē |

Dokumentārā lappuse

Ar šo apliecinām, ka **bakalaura darbs** Eolie veidojumi Ropažu līdzenumā

Darba nosaukums

ir sagatavots aizstāvēšanai gala pārbaudījumu komisijā **dabas zinātņu bakalaura grāda
ģeoloģijā iegūšanai**

Autors Liāna Znudova Paraksts, datums.....
Vārds, uzvārds

Zinātniskais vadītājs Vitālijs Zelčs, profesors Paraksts, datums
Vārds, uzvārds, amats

Noslēguma darba saņemšanas reģistrācija:

Darba reģistrācijas Nr.

Profilējošā katedra:

Nodaļas lietvede Paraksts, datums
Vārds, uzvārds

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījumu komisijā
gads, datums, mēnesis

un aizstāvēts ar atzīmi

Priekšsēdētājs Paraksts, datums
Vārds, uzvārds

Sekretārs Paraksts, datums
Vārds, uzvārds