

**Latvijas Universitāte
Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte
Ģeoloģijas nodaļa**

Matrikulas Nr. Ģeol 020006

Ilze Gorovņeva

**PURVU VEIDOŠANĀS RŪJAS UN SEDAS
PAZEMINĀJUMOS**

BAKALAURA DARBS

Bakalaura darba zinātniskā vadītāja
Dr. ģeogr. Laimdota Kalniņa

Rīga, 2006

Saturs

lappuse

ANOTĀCIJA	4
ANOTATION	5
IEVADS	6
1. PURVU TIPI UN TO VEIDOŠANOS IETEKMĒJOŠIE APSTĀKĻI	8
1.1. PURVU VEIDOŠANĀS.....	9
2.2. PURVU TIPI	11
2.2.1. <i>Zemie (zāļu) purvi</i>	11
2.2.2. <i>Pārejas purvi</i>	12
2.2.3. <i>Augstie (sūnu) purvi</i>	12
2. BURTNIEKA EZERA UN TĀ APKĀRTNES RAKSTUROJUMS.....	13
2.1. BURTNIEKA LĪDZENUMS	14
2.2. BURTNIEKA DRUMLINU LAUKS.....	16
2.3. RŪJAS PAZEMINĀJUMS	18
2.4. SEDAS PAZEMINĀJUMS	19
2.5. KVARTĀRA NOGULUMI.....	21
2.6. AIZSARGĀJAMĀS TERITORIJAS	26
3. BURTNIEKA EZERA ATTĪSTĪBA.....	29
3.1. BURTNIEKA PALEOEZERA IZVEIDOŠANĀS.....	29
3.2. SENĀS KRASTA LĪNIJAS	32
4. VEGETĀCIJAS IZMAIŅAS HOLOCĒNĀ BURTNIEKA APKĀRTNĒ.....	33
5. MATERIĀLI UN PĒTĪJUMU METODES	34
5.1. LAUKA DARBI.....	35
5.2. LABORATORIJAS DARBI	37
5.2.1. <i>Kūdras sadalīšanās pakāpes noteikšana</i>	37
5.2.2. <i>Kūdras botāniskā sastāva noteikšana</i>	38
5.2.3. <i>Putekšņu un sporu analīze</i>	39
5.3. KARŠU SASTĀDĪŠANA.....	40
6. IEGŪTIE REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	42
6.1. KŪDRAS BOTĀNISKĀ SASTĀVA ANALĪZE	42
6.2. PUTEKŠŅU ANALĪZE	43
6.3. SENO BASEINU IZPLATĪBA	46
7. PURVU VEIDOŠANĀS UN APDZĪVOTĪBA	53
7.1. PURVU VEIDOŠANĀS UN IZPLATĪBA	53

7.2. AKMENS LAIKMETA APDZĪVOTĪBA SENĀ BURTNIIEKA EZERA PIEKRASĒ.....	58
8. SECINĀJUMI	62
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	63

ANOTĀCIJA

Gorovņeva I. „Purvu veidošanās Rūjas un Sedas pazeminājumā”. Bakalaura darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte.-2006.

Darbs ietver: 65 lappuses, 23 attēlus, 4 tabulas un 1 pielikumu.

Bakalaura darba izstrādes gaitā veiktie pētījumi un iegūtie rezultāti sniedz informāciju par Rūjas un Sedas pazeminājumu veidošanās apstākļiem, attīstību un senās apdzīvotības izmaiņām holocēnā.

Darba gaitā autore iepazinās ar pieejamo literatūru par Rūjas un Sedas pazeminājumiem, ar kartogrāfiskajiem materiāliem un interneta resursiem, apguva lauka darba metodes un veica urbšanu un zondēšanu, nogulumu vizuālo novērtēšanu, dokumentēšanu un paraugu ievākšanu, kā arī Kvartārvides laboratorijā Laimdotas Kalniņas vadībā apguva un veica sporu-putekšņu analīzes, iepazīna darbu ar datorprogrammām TILIA un TILIA GRAPH, kuras izmantoja, lai izveidotu putekšņu diagrammas.

Atslēgas vārdi: Burtnieka paleoezers, Rūja, Seda, purvu veidošanās, sporu un putekšņu analīze.

ANOTATION

Gorovņeva I. „Mire formation in Ruja and Seda River Valleys”. Bachelor’s thesis - Rīga, University of Latvia, Faculty of geography and earth Sciences.-2006.

Bachelor’s thesis includes: 65 pages, 23 figures, 4 tables and 1 attachment.

Investigations and obtained results during working out of the Bachelor’s work give information about the mire formation conditions and development in Ruja and Seda River Valley.

During working out of the Bachelor’s work author surveyed literature about Ruja and Seda River Valley, with cartographic materials and internet resources, acquired field work methods, carried out corings, sounding, visual estimation of the deposits and sampling. In the Laboratory of the Quaternary Environment author acquired and carried out pollen analysis, used computer programmes TILIA and TILIA GRAPH for creating of pollen diagrams.

Key words: Burtnieks paleolake, Rūja, Seda, mire formation, spores and pollen analysis.

Ievads

Burtnieka ezera apkārtnē ir interesanta gan ģeoloģiskā, gan arī arheoloģiskā skatījumā. Ezera ziemeļu krastam piegulošās teritorijas joprojām ir viens no svarīgākajiem akmens laikmeta apdzīvotības centriem Latvijā. Burtnieka ezera krastos un tā tuvākajā apkaimē var saskatīt vēlā paleolīta kultūru pēdas, kā arī tiešas vidējā un jaunākā akmens laikmeta liecības - apmetnes un kapulaukus, akmens un kaula priekšmetu savrupatradumus (Eberhards u.c., 2003). Lai labāk izprastu apstākļus, kas noteica šīs teritorijas apdzīvotības intensitāti, senā Burtnieka baseina ziemeļu daļas teritorijā ir veikti paleoģeogrāfiskie pētījumi, kuru uzdevums bija rekonstruēt holocēna laika sākuma posma apkārtējo vidi, noteikt akmens laikmeta pieminekļu izvietojuma likumsakarības apkārtējā vidē, un senā cilvēka un dabas savstarpējo ietekmju atsegšana.

Blakus Eiropas nozīmes arheoloģiskajam kompleksam "Zvejnieki", kas atrodas Zvejnieku-Bērzu pussalā, arheoloģiski interesantas ir arī vairākas citas teritorijas, kas atrodas Rūjas un Sedas pazeminājumos. Šie pazeminājumi leduslaikmeta beigu posmā bija senā Burtnieka līči. Apskatot Burtnieka paleoezera karti var secināt, ka ezera platība ir ievērojami samazinājusies, bet tā senajos krastos konstatētas akmens laikmeta apmetnes, kapulauki un atrasti savrupatradumi. Tā apveids kopumā ir saglabājies, izņemot ezera ziemeļdaļu, kur pilnīgi ir izzuduši gari izstieptie līči, pa kuriem plūst Rūjas un Sedas upes. Šīs teritorijas mūsdienu fizioģeogrāfiskajā kartē iezīmējas kā Rūjas un Sedas pazeminājumi, kas atrodas Burtnieka līdzenuma vidusdaļā uz ziemeļiem - ziemeļaustrumiem no Burtnieka ezera.

Līdz šim Burtnieka apkārtnē ir veikti dažādi lauka pētījumi (Eberhards u.c., 2003), taču vēl ir daudz neatrisinātu jautājumu par ezera attīstību, it īpaši purvu attīstību senezera līčos. Tādēļ darba autorei, kas dzīvo Burtnieka ezera apkārtnē, radās interese izpētīt šo bijušo Burtnieka līču ģeoloģisko attīstību un purvu izveidošanos Rūjas un Sedas pazeminājumos, kā arī, iespēju robežās, izsekot senās apdzīvotības izmaiņas holocēnā.

Bakalaura darba mērķis bija izpētīt purvu attīstību Rūjas un Sedas pazeminājumos.

Mērķa sasniegšanai ir paveikti šādi **uzdevumi**:

- apzināta un izanalizēta pieejamā literatūra par Burtnieka ezera apkārtnes, bet it īpaši par Rūjas un Sedas pazeminājumu paleoģeogrāfiju un arheoloģiju,

- veiktas lauka ekspedīcijas (apskatīta izpētes teritorija, izsekotas senā Burtnieka krasta līnijas dabā, fotografētas, apskatītas arheoloģisko izrakumu vietas),
- veikti lauka pētījumi, tai skaitā ģeoloģiskā urbšana, griezumu aprakstīšana, paraugu ievākšana paleobotāniskajām analīzēm,
- apgūtas nogulumu paleobotāniskās pētīšanas metodes,
- veiktas kūdras botāniskā sastāva (2 griezumi) un sporu putekšņu (1 griezums) analīzes, iegūto datu apstrāde un interpretācija,
- sastādītas Rūjas un Sedas pazeminājumu, bijušā Burtnieka paleoezera kartes ar krastu līnijām un baseiniem dažādos laika posmos un rekonstruēta šo pazeminājumu attīstība holocenā.

Darba tapšanā autore izsaka lielu pateicību Laimdotai Kalniņai, Guntim Eberhardam, Ilgai Zagorskai, Aijai Ceriņai, Janekam Kilupam, Anetei Diņķītei, Valdim Bērziņam, Sigitai Dišlerei, Uldim Ozolam, Dinai Jegorovai par palīdzību, sapratni un atsaucību.

Darbā izmantotie apzīmējumi : LU ĢZZF – Latvijas Universitāte Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, VZD – Valsts Zemes Dienests, LKS – Latvijas koordinātu sistēma, IG – Ilze Gorovņeva, SD – Sedas delta.

1. Purvu tipi un to veidošanos ietekmējošie apstākļi

Rūjas un Sedas pazeminājumi leduslaikmetā un holocēna sākumā bija Burtnieka paleoezera sastāvdaļas, un tajos šai laikā uzkrājās ezera nogulumi – māls, smilts un sapropelis, kā arī atsevišķās vietās arī saldūdens kaļķieži. Kūdra šajās teritorijās sāka uzkrāties ievērojami vēlāk, bet šodien lielu daļu no šiem pazeminājumiem aizņem purvi, tādēļ tālāk tiek vispārēji raksturoti purvu veidošanos ietekmējošie apstākļi un purvu tipi.

Purvs ir pārlieku mitrs Zemes virsas nogabals, kurā patstāvīga vai ilgstoša periodiska mitruma apstākļos izveidojies ne mazāk kā 30 cm biezs kūdras slānis, ko sedz specifiska purva veģetācija.

Purvi Latvijas teritorijā ir izveidojušies pēclepuslaikmetā – pēdējos 10 000 gados. Tie turpina veidoties arī mūsdienās. Senākos literatūras datos ir minēts, ka purvi aizņem 10,4% no Latvijas teritorijas, kas ietver 6763 atradnes (Šnore, 1996). Tagadējā Latvijas purvu platība ir 9,9% (Kuršs, Stinkule, 1997). Daļa no šiem purviem pēdējos 60 gados ir nosusināti, norakti vai citādi izmantoti.

Cilvēka sākotnējā iepazīšanās ar purviem vispirms, acīmredzot, notikusi jau akmens laikmetā, vācot tajos ogas un sēnes, bet sfagnu sūnas tika izmantotas kā izolācijas materiāls cilvēka mītņu siltināšanai. Purvu rūpnieciska apgūšana sākās tajos laikos, kad kūdru sāka izmantot kurināšanai. Kūdru galvenokārt izmanto kurināmā, pakaišu, siltumnīcu kūdras, kā arī kūdras kompostu ražošanai. Ķīmiskās pārstrādes rezultātā no kūdras var iegūt spirtu, fenolus, vasku, etiķskābi, skābeņskābi, kā arī lopbarības raugu (Kuršs, Stinkule, 1997).

Purviem ir liela dabiskā vērtība (vēsturiskā informācija, kas atspoguļojas kūdras sporu-putekšņu analīžu rezultātos, mūsdienu procesi purvos – to augšana vertikāli un horizontāli kūdras uzkrāšanās rezultātā, ezeru aizaugšana), retums (to nosaka, pamatojoties uz purva veģetāciju, floru, purva tipu), tipiskums noteiktā teritorijā, platībā, daudzveidība (sugu, purvu tipu un augu sabiedrību ziņā), nozīme plašākā perspektīvā (hidroloģiskā un ainaviskā). Purviem ir liela zinātniskā nozīme kā klasiskai vietai, kur agrāk ir veikti pētījumi, ļaujot noteikt purvu izmaiņas laika gaitā. Svarīgs ir purva patreizējais stāvoklis un tā dabiskuma pakāpe (Kalniņa, Pakalne, 2003).

Latvijas purvos sastopamas savdabīgas augu sabiedrības, no kurām daudzas ir ar starptautisku nozīmi. Vairākās Eiropas valstīs vairs nav iespējams atrast "dzīvus" augstos purvus. Salīdzinājumā ar tiem daudzi Latvijas purvi ir saglabājuši savas dabiskās

pastāvēšanas īpašības. Joprojām ir svarīgi turpināt to saglabāšanu, lai aizsargātu retās augu sugas un purvu daudzveidību. Svarīgi ir aizsargāt purvu kā vienotu ģeoloģisku sistēmu (Pakalne, Kalniņa, 2001).

Purvu veidošanos nosaka galvenokārt klimats, reljefs un ūdens necaurļaidīgi ieži purva pamatnē.

1.1. Purvu veidošanās

Purvs var rasties gan pārpurvojoties sauszemei, gan aizaugot ūdeņiem. Pēc veģetācijas augu barošanās režīma īpatnībām un kūdras veidojošo augu sastāva un minerālvielu daudzuma izšķir zemos jeb zāļu (eitrofiskos) purvus, pārejas (mezotrofiskos) purvus un augstos jeb sūnu (oligotrofiskos) purvus. Pilns purva evolūcijas cikls ietver tā attīstību no zemā purva uz pārejas purvu un tālāk uz augsto purvu. Pilns purva attīstības cikls ir raksturīgs arī Rūjas un Sedas pazeminājumu purviem. Sapropelis šo pazeminājumu ieplakās zem kūdras liecina par to, ka tie veidojušies, aizaugot seklām ūdenstilpēm, tādēļ tālāk dots detālāks apraksts par šī purva tipa izcelsmes veidu.

Straujāk aizaug tās ūdenstilpnes, kurām ir maza caurtece, neliels dziļums un ieplūst ar organiskajām vielām bagāti ūdeņi.

Seklos ezeros aizaugšana sākas pakāpeniski no piekrastes. Pašā seklākajā daļā, tuvāk krastam, sāk augt grīšļi, vilkvāļītes un citi mitrumu un stāvošus, sekļus ūdeņus mīloši augi. Palielinoties dziļumam, aug meldri, ūdensrozes un citi peldošie un iegremdētie ūdensaugi. Augiem atmirstot, sākumā veidojas kūdrains sapropelis, bet vēlāk - kūdra. Krastiem aizaugot, ūdenstilpne pamazām samazinās. Ja ezera krasti ir stāvi un piekrastē ir liels dziļums, tad ezers pāraug, t.i., ūdens virsmu pārklāj peldošie augi, kas savienojas ar krastu. Atmirstot šiem ūdensaugiem, veidojas peldošs kūdras slānis, kurā pamazām sāk augt sauszemes mitraudži – grīšļi un kosas. Peldošā kūdras slāņa un augāja biezums var sasniegt 2 m. Šo ūdenstilpnes daļu sauc par slīkšņu. Tās izskats rada mānīgu priekšstatu par cietzemi, taču slodzes iedarbībā tas iegrimst. Pieaugot slīkšņas biezumam un pamazām tai virzoties uz ezera vidu, kūdras slānis sasniedz ezera dibenu vai arī daļa kūdras smaguma spēka ietekmē atraujas no peldošās pamatmasas un nosēžas ezera dibenā.

Laika gaitā notiek ezera nogulumu akumulācija, kā rezultātā baseins kļūst seklāks. Augi atmirstot paātrina ezerdobes aizpildīšanās procesu, un visbeidzot visu baseinu aizņem zemā vai augstā purva augi (Korhola, 1995).

Ūdensbaseina krastā ir slaido grīšļu josla, tie aug nelielos ciņos, pa daļai pat ūdenī 20-25 cm dziļumā. Tālāk no krasta tos nomaina niedru audzes, kas sastopamas līdz 1m dziļumā, kur tās savukārt nomaina ezeru meldri, kuri var augt daudz dziļākās vietās nekā niedres. Vēl dziļāk ūdensbaseinā meldru audzes nomaina ūdensrozes un lēpes, kuru lielākā daļa atrodas zem ūdens, un virs ūdens peld tikai virsūdens lapas un ziedi.

Tādējādi, pieaugot ūdensbaseina dziļumam, vērojama likumsakarīga grīšļu – niedru – meldru – ūdensrožu un lēpju – glīveņu makrofītu audžu maiņa. Joslā, kur augi ir pilnībā zem ūdens, veidojas dažādu aļģu sapropelis (Markovs, 1965).

Augiem atmirstot un uzkrājoties, samazinās ūdenstilpes dziļums. Augu joslas pakāpeniski nomaina viena otru, samazinot ūdenstilpes spoguļa virsmu. Atkarībā no ezera lieluma un dziļuma, ilgākā vai īsākā laika sprīdī veidojas purvs (Markovs, 1965).

Tiek izdalīti **3 ezera aizaugšanas veidi** (1.1.1. att.):

1) no baseina dibena (aizaugšana);

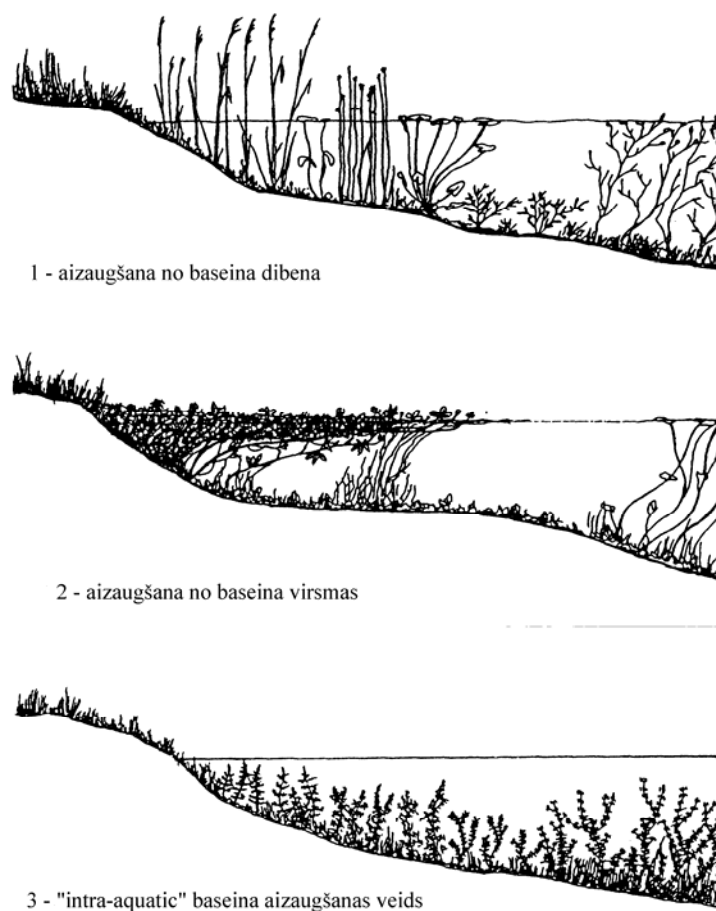
Ezera aizaugšana no baseina dibena ir visbiežāk sastopama. Procesam attīstoties, pieaugošais augu masas slānis paātrina sedimentāciju. Parasti to novēro seklos baseinos, kuri ir bagāti ar barības vielām, lai gan neseni pētījumi parādīja, ka bieži var notikt arī ultra-oligotrofos ezeros un ezeros ar relatīvi stāviem krastiem (Korhola, 1995).

Ezera aizaugšana no baseina virsmas notiek, ja ūdensaugi veido peldošo paklāju, kurš izplatās horizontāli, samazinot atklāto ūdens platību. Tāds pāraugšanas veids ir tipisks nelieliem oligotrofiem ezeriem un ezeriem ar relatīvi stāviem krastiem, un tas ir lēns process.

3) “*intra-aquatic*”.

Aizaugšanas veidu - “*intra-aquatic*” veicina ūdensaugi, kuri ir vāji nostiprināti vai vispār nav nostiprināti ezera dibena gruntī. Tāds process ir raksturīgs ezeriem ar augstu humusa saturu (Korhola, 1995).

Lielākā daļa purvu, kas veidojušies, ezeriem aizaugot, atrodas augstieņu teritorijā. Sapropelis lielākoties veido kūdras paslāni atradnēs, kas veidojušās glaciokarsta, starppauguru, subglaciālo vagu, starpdrumlinu un lagūnu ieplakās. Tas parasti atrodas zem zemā tipa kūdras (Lācis, 1996).



1.1.1. attēls. Ezeru aizaugšanas veidi (Korhola, 1995).

2.2. Purvu tipi

Atkarībā no veida, kādā purvā augošie augi saņem ūdeni un minerālvielas, izdala zemos (zāļu), pārejas un augstos (sūnu) purvus. Purva tipu var noteikt pēc tajos augošajiem augiem.

2.2.1. Zemie (zāļu) purvi

Zemie purvi veidojas ieplakās, kur pieplūst gruntsūdens un minerālvielām bagāti upju un avotu ūdeņi. Tie sastopami sūnu purvu malās, upju palienēs un ezeru krastos, kur ūdens baseinam aizaugot, pakāpeniski veidojas purvs. Daļa šo purvu radušies aizaugušu senezēru vietā. Zemo purvu virsma visbiežāk ir ieliekta. Šie purvi parasti ir ļoti slapji, to kūdra diezgan stipri mineralizējusies un labi sadalījusies. Kūdras reakcija ir gandrīz neitrāla (pH 6 – 7), un vide ir barības vielām bagāta jeb eitrofa.

Zemie purvi, kam pieplūst gruntsūdens, ir upju ieleju krastu terasēs, starppauguru ieplakās. Tiem ir raksturīga blīva un daudzveidīga zāļu un sūnu sega. Zemie purvi, kas atrodas upju vai ezeru krastos, parasti ir apauguši ar kokiem. Tajos dominē purva bērzs un melnalksnis, kā arī grīslis un graudzāles (Nusbaums, Rieksts, 1997).

2.2.2. Pārejas purvi

Pārejas purvos samazinās gruntsūdens, bet palielinās nokrišņu nozīme augu barošanās procesā. Šie purvi ir starpstadija starp zemajiem un augstajiem purviem, tādēļ tiem piemīt gan zāļu, gan augsto purvu īpašības. Tie veidojas ezeru krastos un augsto purvu malās. Pārejas kūdras slāni parasti sastop starp zemo un augsto kūdru.

Līdzīgi kā zemajos purvos te sastop dažādas grīšļu sugas, piemēram, bet sūnu stāvā dominē sfagni. Te sastop arī purva šeihcēriju, parasto baltmeldru, polijlapu andromedu.

2.2.3. Augstie (sūnu) purvi

Augstie purvi veidojas virs zemajiem un pārejas purviem, kad kūdras slānis ir izveidojies tik biezs, ka vairs nav iespējama gruntsūdens pieplūde. Tie saņem ūdeni un barības vielas tikai ar atmosfēras nokrišņiem. Augstie purvi var būt ar kupolveida vai ar lēzenu virsmu, kā arī klaji vai apauguši ar priedēm. No iepriekšminētajiem purvu tipiem tie atšķiras ar ciņu un lāmu labirintiem, purva ezeriem un slīkšņu-grēdu reljefu.

Augstajos purvos vide ir barības vielām nabaga jeb oligotrofa. Galvenie augi ir sfagni. Mitrā klimatā sfagni aug ātri, un purva virsa, kas parasti ir izliekta, paceļas pār apkārtni. Augsto purvu virsa ir klaja vai apaugusi ar sīkām priedēm. Aug arī sīkkrūmi – dzērvene, sila virsis, vaivariņš, brūklene, zilene, lācene (Nusbaums, Rieksts, 1997).

2. Burtnieka ezera un tā apkārtnes raksturojums

Burtnieks (senais nosaukums Astjervs) ir viens no lielākajiem ezeriem Latvijā (2.1.1.att.). Tas atrodas Ziemeļvidzemes zemienē, Burtnieka līdzenumā, Burtnieka drumlinu lauka vidusdaļā. Ezers atrodas 39,5 m vjl., tā platība ir 40,06 km², garums - 13,3 km (dienvidaustrumu – ziemeļrietumu virzienā), lielākais platums 5,5 km. Burtnieka ezera vidējais dziļums ir 2,2 m, bet maksimālais sasniedz 3,3 m. Burtnieka ezerā ietek Seda, Rūja, Briede, Ēķīnupe, bet iztek Salaca (Zelčs, 1994).



2.1.1. attēls. Skats uz Burtnieka ezeru no dienvidu krasta kraujas pie Burtnieku baznīcas.

Mūsdienās ezera krasta līnijas garums ir 33 km, bet leduslaikmeta beigu posmā senais Burtnieks bijis 4 – 5 reizes lielāks ledāja kušanas ūdeņu baseins, kas aizņēmis ievērojami plašāku teritoriju nekā mūsdienās, tai skaitā arī tagadējo Rūjas un Sedas baseina purvaino, mežaino lejasdaļu. Burtnieka līmeņa pazemināšanās un tā ūdens spoguļa samazināšanās ir izraisīta gan dabisku procesu rezultātā (Salacai iegrauzoties dziļāk), gan arī ir saistīta ar cilvēka darbību (1929. gadā Burtnieka ezera līmenis tika pazemināts par 1 m). Šo procesu rezultātā mūsdienās Burtnieks ir tipisks sekls, strauji aizsaugošs ezers (Eberhards, 2006).

Ezerā ir divas dabīgas salas – Enksāre (arī Ensēre), 100 m gara, 40 m plata un nelielā Cepurīte (arī Kūkurs). Trešā sala ir izveidota mākslīgi Sedas grīvā (Avotiņš, Lukss, 2002).

Burtnieka ezers platības ziņā pieder pie lielākajiem Latvijas ezeriem. Burtnieka ezers un apkārtnē atrodas pēdējā apledojuma Plieņu margiņālās joslas ielokā. Uz austrumiem no ezera paceļas Ērgemes–Dakstu grēda, bet uz rietumiem - virkne citu tās pašas margiņālās joslas grēdu. Ja Plieņu margiņālā josla veidojusies bēlinga beigās vai vidēja driasa sākumā (Āboltiņš u.c., 1972), tad varētu domāt, ka teritorija ap tagadējo Burtnieka ezeru no ledus segas atbrīvojās ne vēlāk kā vidējā driasa sākumā vai aleroda sākumā. Jāatzīmē gan, ka pētāmajā teritorijā novērojams pamatiežu pazeminājums, kam par iemeslu, ļoti iespējams, ir bijusi ledāja eksarātīvā darbība, ledājam virzoties pāri Ziemeļrietumu Vidzemes pacēlumam dienvidaustrumu virzienā. Tā kā pēc valdošā uzskata reljefa pazeminātajās vietās ledāja sega bijusi biezāka, tad ir ļoti iespējams, ka pēc vispārējās ledāja atkāpšanās pamatiežu pazeminājumā palika atmirušas ledus masas. Ledāja malai atvirzoties no Burtnieka ezera tuvākās apkārtnes, šeit izveidojās plašs kušanas ūdeņu baseins (Eberhards, 1973).

2.1. Burtnieka līdzenums

Burtnieka līdzenums – dabas apvidus Latvijas ziemeļu daļā Ziemeļvidzemes zemienē (SIA "Apgāds Jāņa sēta", 1997). Līdzenuma platība ir 2128 km², garums ziemeļu dienvidu virzienā ir apmēram 80 km, bet platums no 15-20 km pie Igaunijas robežas un līdz 45 km Valmieras apkaimē. Uz ziemeļiem un ziemeļaustrumiem no Ērgemes pauguraines to nodala Rudavas – Rūjas ielejveida pazeminājums (Zelčs, 1994).

Burtnieka līdzenums atrodas uz ziemeļu ziemeļrietumu – dienvidu dienvidaustrumu virzienā stiepta, lēzena pamatiežu virsas pazeminājuma, kuru saposmo paaugstinājumi, apraktās ielejas un ielejveida padziļinājumi. Pamatiežu virsu pārsvarā veido vidusdevona Burtnieku svītas smilšakmeņi un aleirolīti (atsedzas Salacas, tās pieteku un Burtnieka krastos) un augšdevona Gaujas svītas smilšakmeņi. Pamatiežus klāj 10 – 20 m biezi kvartāra, galvenokārt ledāja nogulumu (smilts – grants materiāls ar oļu piejaukumu, smilšakmeņi, morēnsmilšmāls, smilts, aleirīti, māli) Šajos nogulumos sastopami ledāja radīti pamatiežu atrauteņi (Zelčs, 1994).

Līdzenuma virsa ir viļņots līdzenums ar tipisku drumlinu reljefu (Burtnieku drumlinu lauks). Tā centrālo daļu aizņem Burtnieka ieplaka ar Rūjas, Sedas un Briedes pazeminājumu. Ieplaka ģenētiski ir glaciolimniskis pēcleduslaikmeta ezera līdzenums ar reljefā maz izteiktām baseina krasta līnijām un upju deltu veidojumiem.

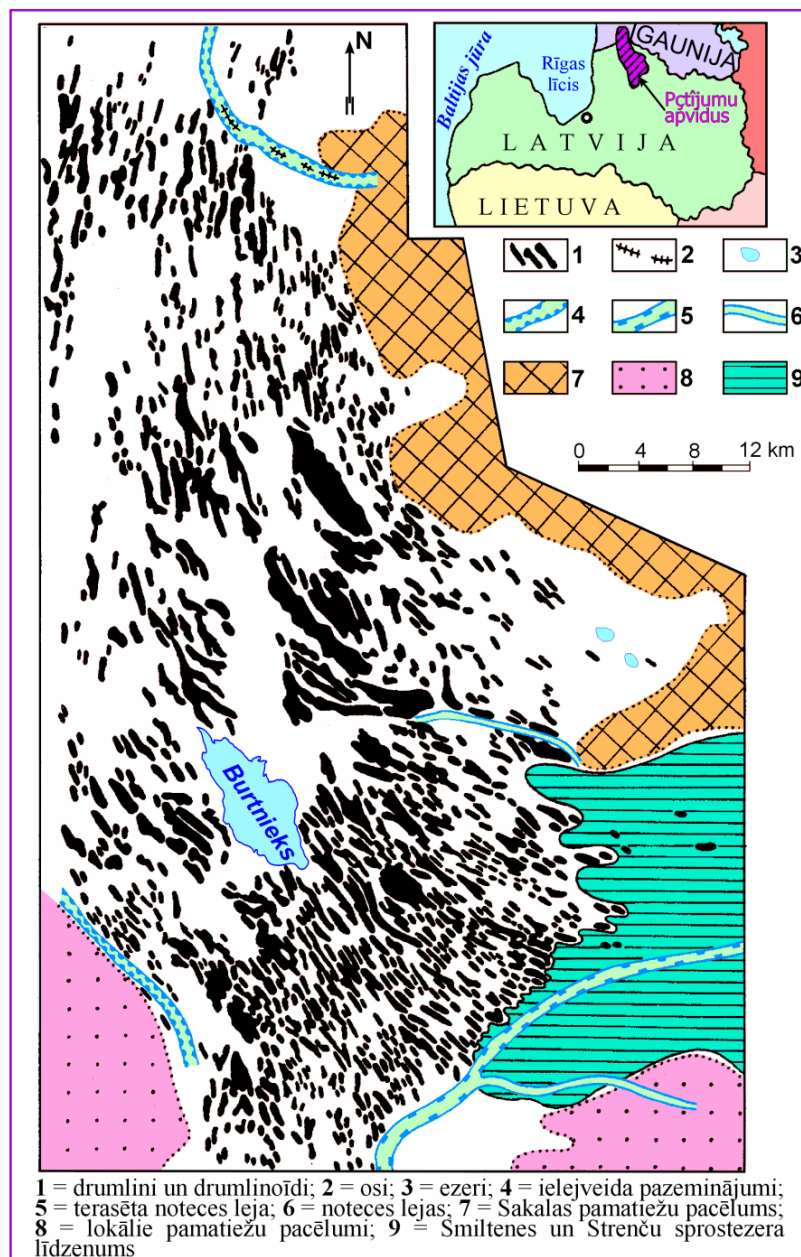
Burtnieka līdzenums ir Salacas un Gaujas baseina ūdensšķirtne. Lielāko teritoriju aizņem Salacas baseins, kura lokālā erozijas bāze ir Burtnieks.

Burtnieka līdzenuma dienvidrietumu daļā izplatītas subglaciālās iegultnes, ielejveida pazeminājumi un nedaudz lēveraini drumlinu vaļņi. Augstu pāri apkārtnes samērā līdzenajai virsai paceļas Zilā kalna drumlinizētais masīvs ar augstāko virsotni Zilo kalnu (126,7 m vjl.).

Līdzenumā ir ļoti daudz ezeru. Ziemeļdaļā tie pārsvarā ir augsto purvu akaču ezeri, pārējā teritorijā - arī purvu palikšņu ezeri – Purezers, Ezeris, Saules, Cepšu, Bezdibeņa ezers. Ledāja eksarācijas katlienē atrodas Burtnieka līdzenuma lielākais ezers – Burtnieks. Tādi ezeri kā Mazmuižnieku, Pidēnu, Kaņepu, Vaidavas, Briežu, Ķiruma ezeri, kā arī Lielais Bauzis un Mazais Bauzis ir glaciģēnie starpdrumlinu ieplaku, ielejveida pazeminājumu un subglaciālo iegultņu ezeri. Ledāja izcelsmes pazeminājumos ir daudz mākslīgo ūdens krātuvju – Bandeļu, Imantas, Veckārķu, Vaidavas dzirnavezeri, kā arī grants karjeru ezeri. Uz ziemeļiem no Rūjas un Oļas satekas izveidoti Rūjas zivju dīķi, kuru kopējā platība ir vairāk kā 500 ha (Zelčs, 1994).

2.2. Burtnieka drumlinu lauks

Burtnieka drumlinu lauks atrodas Burtnieka viļņotajā līdzenumā Ziemeļvidzemes zemienē un ir viens no lielākajiem Baltijā: ziemeļu dienvidu virzienā tas stiepjas 83 km, bet tā platums ir no 15 – 20 km pie Igaunijas robežas, vēdekļveidīgi paplašinoties dienvidaustrumu virzienā, pie Valmieras sasniedz 45 km (3. att.). Tā platība ir ap 2320 km², kopējais drumlinu un drumlinoīdu skaits – 1430 (Zelčs, Dreimanis, 1997).



2.2.1. attēls. Burtnieku drumlinu lauks un tam pieguļošās teritorijas ģeomorfoloģiskā karte (Zelčs, 1997).

Burtnieka drumlinu lauks izveidojies ziemeļu ziemeļrietumu – dienvidu dienvidaustrumu virzienā izstieptā pamatiežu virsas pazeminājumā, kura augstums mainās no 11 līdz 20 m vjl. Pamatieži galvenokārt ir pārstāvēti ar devona Burtnieku svītas smilšakmeņiem un aleirolītiem. Tos parasti sedz 10 – 20 m biezi ledāja un tā kušanas ūdeņu veidotie nogulumu: morēnmāls, grants, oļi, smilts, aleirīti un māli.

Drumlini lielākoties ir 1 – 2 km gari, 100 – 600 m plati un 6 – 12 m augsti (Eberhards u.c., 2003). Augstākie drumlini abpus ezeriņplakai paceļas 55 – 65 m vjl. jeb 14 – 25 m virs tagadējā Burtnieka ezera līmeņa. Augstākā virsotne ir Ķoņu kalns (pie Rūjienas), kura augstums ir 92,7 m vjl.. Izteikti drumlini stiepjas gar Burtnieka ezera rietumu krastu no Vecates līdz Bauņiem, ezera dienvidaustrumos ap Burtniekiem, kā arī uz ziemeļiem no tagadējā ezera, no Idus līdz Pantenei un Sēļiem ziemeļrietumos un ezeriņplakas pretējā ziemeļaustrumu malā. Gar ezeriņplakas austrumu un dienvidaustrumu malu drumlinus klāj smalka smilts, kas vietām sapūstas kāpās. Reljefā sevišķi labi izteiktais Košķeles drumlins, kas atrodas uz ziemeļiem no tagadējā ezera, tālu iestiepjas meridiālajā ezeriņplakā (2.2.2. att.).



2.2.2. attēls. Košķeles drumlins

Starp Sedas un Rūjas lejteci atrodas eolie smiltāji. Starpdrumlinu ieplakās ledāja nogulumus sedz purvu nogulumu, upju ielejās - aluviālie nogulumu. Lielajā (Mujānu,

Vikvēnu), Dzelves un Rūjas purvā notiek rūpnieciskā kūdras ieguve. Ir daudz nelielu smilts un smilts – grants atradņu. Drumlinos ir daudz rupja drupu materiāla, galvenokārt silūra un ordovika vecuma iežu atlūzas un oļi, kuri šeit nonākuši ar ledāju, un tā kušanas ūdeņi šo materiālu ir pārskalojuši. Tāpēc ledus laikmeta beigu posmā un pēclodus laikmetā, virszemes un pazemes ūdeņiem izšķīdinot karbonātisko iežu atlūzas un ledāja saberztās smalkās daļiņas, senajā ezerā un citās ūdenstilpēs ap Burtnieku, kuras tagad izzudušas, uzkrājas daudz ezerkaļķu. Šādas iegulas ir konstatētas un pētītas pie Vecates, Bauņiem, Lielruļu-Melnupītes purvā (uz ziemeļiem no Košķeles drumlina), uz ziemeļiem no bijušajām Zvejnieku un Bērzu mājām un pie pašām Zvejnieku mājām, kur atrodas mezolīta un neolīta apmetnes, blakus karbonātisku oļu-grants iegulai, kurā bijis senais kapulauks (Eberhards, 2006). Lielākās no tām ir Salacas (krājumi 800 tūkst. m³), Košķeles, Bērzu – Zvejnieku, Mīlītes atradne.

Drumlinu kodolu veido sakrokota morēna, smilšakmens vai grants un smilts, kam zvīņveidīgi uzbīdīti dažādi ledāja nogulumu slāņi. Pārpurvojoties pazeminājumiem un daudzajām ieplakām, starp drumliniem izveidojušies purvi. Lielākie ir zemie purvi – Lielais un Rūjas purvs. Rūjas – Sedas upju starpā senezeru vietās izveidojušies augstie purvi (Puikules – Tēvgāršas purvs, Purmuižas purvs) (Zelčs, 1994).

2.3. Rūjas pazeminājums

Rūjas pazeminājums atrodas Burtnieka līdzenuma ziemeļaustrumu daļā. Pazeminājumā ietilpst Rūjas upe (2.3.1. att.), Pantenes purvs, Rūjas purvs. Rūjas upe iztek no Ruhijeva Sakalas augstienē Igaunijā, bet ietek Burtnieka ezerā. Upes garums ir 77 km un baseina laukums 962 km². Rūjas gada notece ir 0,29 km³ un kritums 40 m (vairāk kā 0,5 m/km). Upe šķērso Ērgemes pauguraini un tek lielākoties pa Burtnieka līdzenumu. Rūja trīs reizes krasi maina teces virzienu no ziemeļrietumiem uz dienvidaustrumiem un atpakaļ atbilstoši pazeminājumiem paugurainē un Burtnieka drumlinu laukā. Pie Naukšēniem upe uzņem lielu pieteci (pieteka Acupīte kopā ar Ķiri un Gulbeni veido 1/3 upes baseina – 276 km²) un pa labi izteiktu ieleju sāk tecēt rietumu virzienā. Rūjas upe līkumojot tek cauri Rūjienai un leļpus Sapašas un Virķītes ietekas atkal pagriežas uz dienvidrietumiem, pēc tam - uz dienvidiem. Tālākajā lejteces posmā upe veido plašu, pārpurvotu palieni. Kādreizējās palienes pļavas kopš pagājušā gadsimta 50. gadiem apaugušas ar krūmiem un mežu. Vienīgi Rūjas kreisajā krastā ierīkoti zivju dīķi. Upes baseinā ir daudz mežu un purvu. Lejtecē kritums ir neliels, bet augšpus Rūjienas savulaik

bijušas Lodes, Ķoņu un Imantas dzirnavas. Rūja ir zivīm bagāta upe. Labā krasta lielākās pietekas – Saprāša (24km), Melnupīte (15km), Palmute (14km). Kreisā krasta lielākās pietekas – Acupīte (22), Oļa (19km), Juldurga (12km) (Zīverts, 1997).



2.2.3. attēls. Rūjas upe pie ietekas Burtnieka ezerā

Rūjas purva platība ir 1879 ha. Zemais purvs aizņem 1254 ha, pārejas purvs - 471 ha, augstais purvs - 154 ha. Kūdras slāņa vidējais dziļums ir 1,5m, bet maksimālais dziļums - 6m. Rūjas purva kopējie kūdras krājumi ir 24,7 mlj m³. Kūdra pārsvarā ir vidēji vai ļoti labi sadalījusies. Zem kūdras ir sarpopelis un saldūdens kaļķi (Krauklis, 1997).

2.4. Sedas pazeminājums

Sedas pazeminājums atrodas Burtnieka līdzenuma ziemeļaustrumu austrumu daļā, uz dienvidiem no Rūjas pazeminājuma. To šķērso Sedas upe (2.4.1. att.). Tās garums ir 62 km un baseina laukums ir 542,5 km², bet gada notece – 0,15 km³. Sedas kritums ir apmēram 8,5 m (apmēram 0,14 m/km) (Eipurs, 1997). Pazeminājumā ietilpst tikai tās lejtece un delta.

Sedas upe sākas dumbrainā mežā apmēram 4 km uz dienvidaustrumiem no Valkas Igaunijas pierobežā un tek uz rietumiem pa Sedas līdzenuma ziemeļu daļu un Burtnieka līdzenuma Sedas pazeminājumu, kur tā ietek ezerā .

Sedas upes baseinā ir daudz mežu, krūmāju, mitru pļavu un purvu. Augštecē upe tek pa Sedaskalna purva dienvidu malu, vidustecē – cauri Sedas tīreļa ziemeļu daļai. Ieplūstošie purva ūdeņi nokrāso upes ūdeni tumšbrūnā krāsā. Upes lejtece 1924. – 1928. gadā tika regulēta, vietām paplašinot gultni līdz 12 m un padziļinot līdz 4,5 m.



2.4.1. attēls. Sedas upe pie Sedas laivu bāzes

Upes lielākās labā krasta ietekas ir Rikanda (24 km), Dīļupīte, Viķupīte, Ērgļupīte, bet kreisā krasta ietekas – Purgaile (13 km), Sūnupe (14 km), Buļļupe (18 km) (Zelčs, 1998).

Viens no savdabīgākajiem reljefa veidojumiem, kas izceļas senā Burtnieku ezera akvatorijā, tagadējā Sedas pazeminājuma daļā ir plašā Sedas delta: līdz 6-8 km garš, līdz 3 – 4 km plats, viļņots smalku smilšu līdzenums ar virsas augstumu 43,5 – 42,5 m. Uz augstākajām salām izveidojušās nelielas kāpas, kā arī lēzeni krasta vaļņi gar gultņu krastiem. Deltai ir 10 - 50 zarošanās gultnes, salas un saliņas. Uz augstākajām salām ir nelielas kāpas, lēzeni krasta vaļņi gar gultņu krastiem. Deltas virsas absolūtā augstuma atzīmes rāda, ka delta sākusī veidoties driasa beigās un preboreālā, kad iezīmējās Burtnieku ezera līmeņa pazemināšanās (krasta līnija 44 – 44,5 m vjl). Ezera līmenim tālāk pazeminoties, delta pakāpeniski pagarinājās un paplašinājās rietumu, dienvidrietumu un

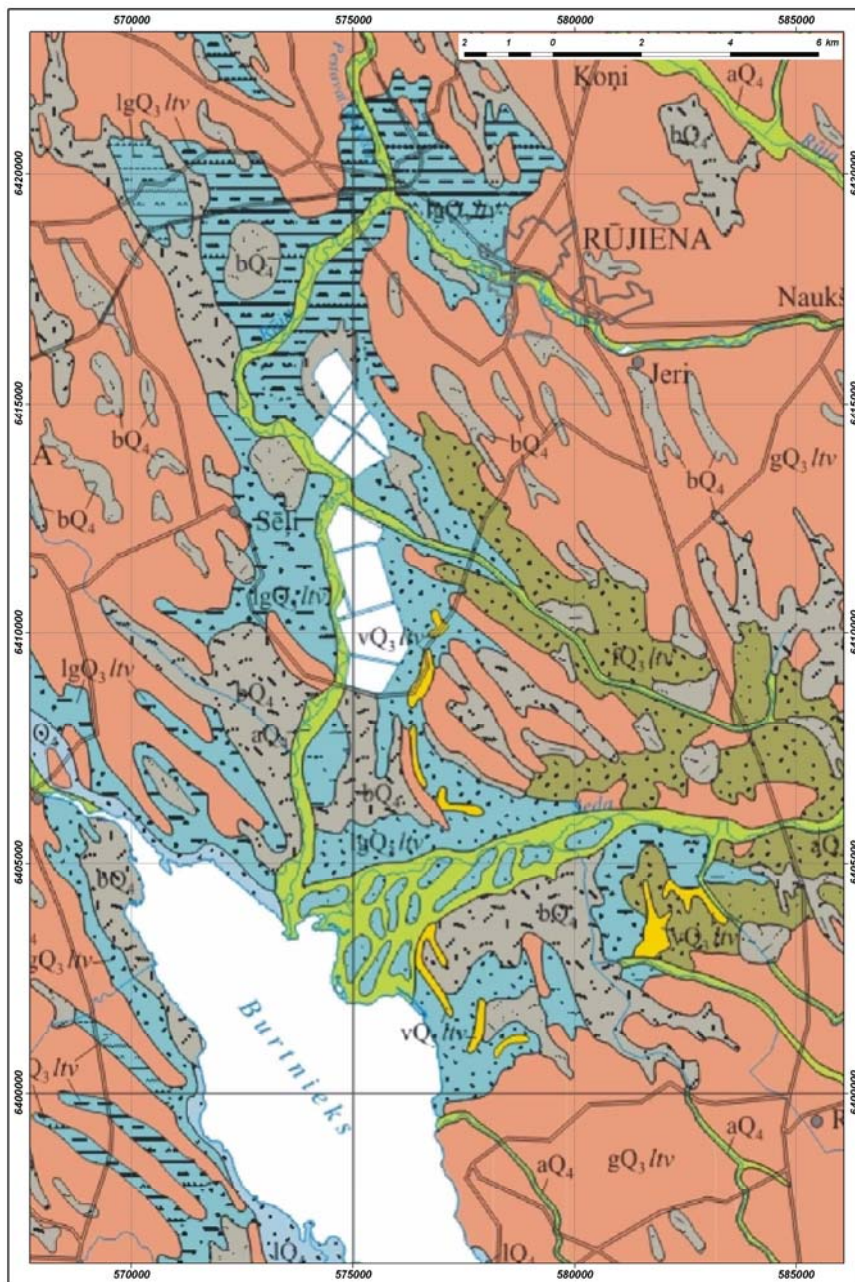
ziemeļrietumu virzienā, nodalot tagadējo Burtnieka ezerieplaku no seklās ziemeļu daļas (Eberhards u.c. 2003).

Zvejnieku – Bērzu sensala no rietumu puses un Sedas delta no austrumiem sadalīja lielo ezeru divās daļās: tagadējā Burtniekā un Ziemeļu ezerā. Galvenā ūdens notece no Ziemeļu ezera uz Burtnieku notika pa šaurumu, kas saglabājās starp sensalu un deltu - dažus simtus metru platu joslu, pa kuru tagad tek Rūja.

Deltas lielākā daļa par sauszemi kļuva pēc ezera līmeņa pazemināšanās zemāk par 41,5 m atzīmi pirms 8300 – 8500 gadiem. Savdabīgais daudzo seno gultņu un salīņu mikroreljefs ar augstākām sausākām smilts salīņām un nelielām kāpām boreālā un atlantiskajā laikā varēja kalpot kā apmetņu vietas (Eberhards, 2006).

2.5. Kvartāra nogulumu

Kvartāra nogulumu biezums Burtnieka apkaimē vidēji mainās no 10 līdz 25 m. Augstākajos drumlinos tas mainās līdz 30-40 m, bet iegrauzumos līdz 80 – 90 m. Kvartāra segu veido galvenokārt sarkanbrūna vai samērā vāji sablīvēta pēdējā leduslaikmeta mālsmilts morēna. Tai raksturīga komplicēta (zvīņveida) uzbūve ar dažāda rakstura uzbīdījumiem, krokojumu un citām ledāja spiediena radītajām deformācijām. Bieži sastopami devona iežu atrauteņi, kā arī stipri deformēti Kurzemes morēnas un smilts, grants nogulumu atrauteņi, kas parasti veido drumlinu kodolus. To biezums sasniedz 5–7 m, Ķoņu kalnā - pat vairāk par 10 m. Līdzenuma lielākajā daļā morēna atsedzas virspusē. Ieplakās starp drumliniem to parasti sedz 1 m biezas aleirītiskas, mālaines smilts slānis vai kūdra. Burtnieka ieplakā, kā arī plašākajos pazeminājumos pie Ramatas un Vilpulkas morēnu klāj līdz 4 – 5 m biezs aleirītiskas smilts, aleirītu un mālu slānis, kā arī kūdra, kuras biezums sasniedz 6 m, Vilzēnu purvā - pat 8,8 m (Juškevičs, 2000).



A p z ī m ē j u m i:

HOLOCĒNS		AUGŠPLEISTOCĒNS Latvijas svīta			
	Purvju nogulumu. Kūdrā		Aluvālie nogulumu. Smilts, grants, oļājs, aleirīts		Smilts
	Ezeru nogulumu. Smilts, aleirīts, sapropelis, saldūdens kalkiezis		Eolie nogulumu. Smilts		Smilts ar granti
	Aluvālie nogulumu. Smilts, grants, oļājs, aleirīts		Baltijas ledus ezera nogulumu. Smilts, grants, oļājs, aleirīts, māls		Smilts ar granti un oļiem
	Aluvālie deltas nogulumu. Smilts		Limnoglaciālie nogulumu. Smilts, aleirīts, māls		Aleirīts
	Eolie nogulumu. Smilts		Fluvioglaciālie nogulumu. Smilts, grants, oļājs		Smilts aleirītiska, aleirīts smilšains
	Pēclitorīnas jūras nogulumu. Smilts, grants, aleirīts		Glaciēnie nogulumu. Morēnas mālsmilts un smilšmāls		Aleirīts mālainis, māls aleirītisks
	Litorīnas jūras nogulumu. Smilts, grants, aleirīts				Māls
	Joldijas jūras un Ancilus ezera nogulumu. Smilts, aleirīts, māls				Kūdrā

3.3.1. Izpētes teritorijas kvartāra nogulumu karte (Juškevičs, 2000).

Glaciofluviālie nogulumi. Sedas ielejā ir sastopami nelieli glaciofluviālo nogulumu iecirkņi. To biezums ir nevienmērīgs un parasti nepārsniedz 3 - 5 m, atsevišķos gadījumos sasniedz 15 – 18 m (urb.31). Glaciofluviālie nogulumi visbiežāk sastopami zem morēnas, retāk – zem glaciolimniskiem māliem. Aprakstītos nogulumus pārstāv vidējgraudaina un smalkgraudaina smiltis. Bieži vien smiltīs novērojama neliela oļu, grants, aleirīta lēcu un aleirītiskas smiltis klātbūtne. Slāņojums ir vāji izteikts vai tā nav vispār. Šo glaciofluviālo smilšu veidojumi norāda uz to veidošanos mazās plūsmās ar nelielu tecēšanas ātrumu.

Glaciofluviālie nogulumi, kas veido lēcas morēnā, ir pārstāvēti ar pelēkdzeltenu, pelēku, vidējgraudainu smilti ar nelielu grants un oļu piejaukumu. Nogulumi ir vāji šķīroti un slikti noapaļoti, bieži satur mālaina materiāla piejaukumu. Šo lēcu biezums parasti ir vairāki desmiti cm līdz 4 – 5 m, bet apkārtējās ielejās sasniedz 47 m.

Latvijas apledošanas irdeno glaciofluviālo nogulumu minerālais sastāvs ir dažāds. Grantainajos nogulumos parasti aleirītiska vai mālaina materiāla nav, vai arī tas ir sastopams starpslānīšu veidā, bet smiltīs tas sastāda līdz 15%. Smiltis ir vāji karbonatizētas. CO₂ saturs svārstās no 0 – 5,8%, bet grants – oļu saturs nogulumos sasniedz 3,1%. 0,01 – 0,05 mm frakcijas minerālais sastāvs ir nepastāvīgs, turklāt minerālā sastāva izmaiņas nav atkarīgas no nogulumu granulometriskā sastāva. Viegļās frakcijas lielāko daļu sastāda kvarcs (80,2%), laukšpati sastāda no 12,1 – 16,4%, karbonāti no 0 – 4,5%.

No smagajiem minerāliem sastopami amfiboli līdz 41,2%, rūdu minerāli, granāti, cirkoni sastāda 2,5 – 7,6% (Tracevskis u.c., 1965).

Glaciolimniskie nogulumi. Ledāja kušanas ūdeņu baseinu nogulumus galvenokārt veido smalkas smiltis, aleirīti un māli. Aleirīti lielākoties izplatīti gar visu Burtnieku ezera ziemeļdaļu, taču Rūjas pazeminājuma pašā ziemeļu daļā galvenokārt izplatīti māli ar aleirīta starpslāņiem. Sedas pazeminājumu klāj smalkas smiltis. Teritorijā, kur abi pazeminājumi savienojas, glaciolimniskos nogulumus vietām klāj eolie nogulumi, kas, domājams, veidojušies, Burtnieka līmenim pazeminoties, kad izveidojusies plaša smilšaina pludmale. Glaciolimnisko nogulumu slāņa biezums mainās no 0,3 līdz 15,90 m. Tā apakšdaļā māli ir brūnā un tumši brūnā krāsā, bet augstāk tie kļūst pelēcīgi un zilganpelēki un satur augu atliekas. Sporu – putekšņu diagrammas (Tracevskis u.c., 1965)

parāda, ka nogulumi uzkrājušies skarbos klimatiskos apstākļos, kas ilga līdz pēccleduslaikmeta beigām, kad notika pieledāja ezera līmeņa krišanās.

Glaciolimnisko nogulumu granulometriskais sastāvs ir nevienmērīgs. Mālu sastāvā dominē frakcija $< 0,01$ mm, sasniedzot 89%. Aleirītisko daļiņu daudzums nogulumu sastāvā svārstās no 10,8 līdz 39,5%. Smilšainie glaciolimniskie nogulumiem parasti ir labi šķiroti. Smalkgraudaina smilts var sasniegt līdz 89,3% no nogulumu sastāva. Parasti tā sastāda 50 – 60% no iežu apjoma, bet rupjais aleirīts (0,1-0,05 mm) 40 – 50% (Tracevskis u.c., 1965).

Aluviālie nogulumi. Nogulumi veidojušies no pieledāja baseina izplūstošajās straumēs. Biezums ir nevienmērīgs – no 2,0 līdz 15 – 20 m. Visbiežāk aluviālie nogulumi sastopami Rūjas un Sedas upes gultnē, bet it īpaši plaši tie izplatīti Sedas upes deltā, kur iegrauztās upes gultnes atzarojumi ir pildīti ar zāļu kūdru un mālainu kūdru. Vecāko upes gultņu atzarojumu apakšdaļā zem zāļu kūdras vai aluviālajiem smilšu mālu nogulumiem ir 4 – 6 cm biezi nesadalīti hipnu kūdras slāņi. Upes gultnes atzarojumi, kas ir tuvāki Sedas upei, ir pildīti ar aluviālajiem nogulumiem – brūnganpelēkiem māliem, aleirītiem un smalku smilti (Eberhards u.c., 2003; Eberhards, 2006).

Eolie nogulumi. Eolie nogulumi galvenokārt izplatīti uz glaciolimniskajām smiltīm. Tie galvenokārt sastopami virs glaciofluviālajām smiltīm Sedas upes pazeminājumā.

Aprakstītie nogulumi sastāv no gaišpelēki dzeltenām, gaiši dzeltenām, labi šķirotām un smalkgraudainām līdz vidējgraudainām smiltīm ar nelielu aleirītiskā materiāla piejaukumu. Reizēm sastopami starpslāņīši, kas satur augu atliekas. No pagulošajām glaciofluviālajām un glaciolimniskajām smiltīm eolās smiltis atšķiras ar labāku noapaļotību un šķirotību. Reizēm novērojams viļņains slāņojums. Slāņu kritums no 0° - 10° . Retāk novērojams ķīļveida slāņojums.

Ezera nogulumi. Burtnieka ezera ziemeļrietumu un rietumu krastu lielākoties veido ezera nogulumi: smilts, aleirīts, sapropelis, saldūdens kaļķiezis. Parasti ezera nogulumi ir pārsegti ar kūdru, bet zem tiem paguļ glaciolimniskie vai glaciofluviālie nogulumi, retāk morēna.

Ezera nogulumus sastāda pelēcīgi dzelteni dūņaini māli, smiltis, aleirīti ar augu atliekām, sapropeļi, saldūdens kaļķieži. Pēc sastāva ezera smiltis, māli un aleirīti neatšķiras no glaciolimniskajiem māliem, smiltīm un aleirītiem. Atšķirība tā, ka ezera nogulumi satur vairāk organiskā materiāla, kas bieži veido arī lēcas.

Holocēna sākumā Baltijā saldūdens kaļķieži uzkrājās ūdenstilpēs, kuru krastus veidoja morēnmāls vai grants – oļu nogulumi, kas saturēja daudz karbonātisko iežu atlūzu

(kaļķakmeni, dolomītus). Karbonātiskie nogulumi (tīrs ezerkaļķis, mālaina, aleirītiska smiltis), kas satur 50 – 90% CaCO₃, parasti uzkrājas ezeru seklūdens joslā krasta tuvumā 2 – 6 m dziļumā (Vasiliauskiene, 1986).

Ezerkaļķu uzkrāšanās Burtniekā perboreālā un boreālā laikā galvenokārt ir saistīta ar ezerieplakas rietumu malu no Vecates līdz Bauņiem, kuru veido 1 – 2 m biezas kaļķu iegulas zem pārsedzošās kūdras, arī uz ziemeļiem no tagadējā ezera Melnupītes purvā, uz ziemeļiem no Zvejnieku – Bērzu sensalas, kā arī pašas sensalas ziemeļaustrumu stūrī pie Zvejnieku mājām senās apmetnes izplatības rajonā (Eberhards, 2006).

Tie satur daudz <1 mm daļiņu (līdz 95%). CaCO₃ saturs svārstās no 60 – 87%. Saldūdens kaļķiežu slāņa biezums parasti ir 0,5 – 1,5 m, bet atsevišķos gadījumos sasniedz 3 – 4 m. Saldūdens kaļķieži satur šādas molusku daļiņas – *Unio* sp., *Sphaerium* sp., *Pisidium* sp., *Radix ovata*, *R. peregra*, *Galba palustris*, *G. glabra*, *G. truncatula*, *Limnaea stagnalis*, *Anisus contortus* u.c..

Ezera-aluviālie nogulumi izplatīti ezera ziemeļaustrumu krastā. Tie sastāv no vāji šķīrotām smalkgraudainām, aleirītiskām smiltīm, kuras satur augu atliekas un smilšainas kūdras lēcas. Šo nogulumu biezums sasniedz 3 – 4 m, un to uzkrāšanās notikusi ezera krastā, pie Rūjas un Sedas upju ietekām (Tracevskis u.c., 1965).

Purva nogulumi. Purva nogulumi aizņem lielu daļu Ziemeļlatvijas un ir saistīti ar šauriem padziļinājumiem reljefā – ielejām starp drumliniem vai pauguriem. Purva nogulumi pārsedz glaciolimniskos un limniskos mālus un smilti, retāk - glaciofluviālos nogulumus un morēnu. To biezums svārstās no 0,5 – 10,0 m, maksimālais biezums saistās ar lieliem purvu masīviem (Rūjas, Daibes, Marijkalna u.c. purvi).

Izpētes rajonā izplatīta gan zemā un pārejas tipa kūdra, kuras veidošanās procesā „piedalījušies” grīšļi un citi sauszemes augi, arī koki, sūnas, gan arī augstā tipa kūdra. Šī kūdra izplatīta purvu centrālajā daļā, vietās, kur kūdras slāņa biezums ir tik liels, ka augi nespēj sasniegt minerālvielām bagātos gruntsūdeņus, un sāk dominēt augi, kas galvenokārt barojas ar lietus ūdeņiem. Šeit pārsvarā aug sfagnu sūnas. Augstā tipa kūdras dabiskais mitrums sastāda 80 – 90%, vidējā pelnainība sastāda 3 – 5%.

Nogulumu sporu – putekšņu analīzes un pēc to rezultātiem sastādītās procentuālās putekšņu diagrammas parāda (Tracevskis u.c., 1965), ka kūdras uzkrāšanās sākusies preboreālajā laikā, t.i., holocēna sākumā, bet visintensīvākā uzkrāšanās notikusi atlantiskajā laikā. Griezumos labi iezīmējas subboreālā laikā veidojušies kūdras slāņi, kas raksturojas ar kūdras augstu sadalīšanās pakāpi, bet sporu – putekšņu diagrammās šim

laikam atbilst augšējais egļu maksimums. Purvu nogulumu veidošanās turpinās arī mūsdienās.

2.6. Aizsargājamās teritorijas

Izstrādājot bakalaura darbu, it īpaši veicot lauka darbus, autore saprata, ka blakus purvu attīstības pētījumiem Rūjas un Sedas pazeminājumos ir jāņem vērā arī tas aspekts, ka šodien daļa no šīm teritorijām ir īpaši aizsargājamās un ietilpst Natura 2000 sarakstā - Burtņieku ezera pļavas (2.4.1. att.) un Rūjas paliene (2.4.2.att.). Aizsargājamo teritoriju izveidošanas pamatnosacījums ir visā Eiropā retu un apdraudētu augu un dzīvnieku sugu un to dzīves vietu (biotopu) aizsardzība. No aizsargājamajām sugām un biotopiem Latvijā atrodamas un tiek aizsargātas 20 augu, 20 bezmugurkaulnieku, 5 zīdītāju, 3 rāpuļu, 11 zivju, 70 putnu sugas un 60 biotopu veidi. Šīm teritorijām ir atšķirīgi aizsardzības un apsaimniekošanas režīmi – no minimāliem ierobežojumiem aizsargājamo ainavu apvidos līdz pat pilnīgam saimnieciskās darbības aizliegumam dabas rezervātos.

Dabas liegums „Rūjas paliene” ir dibināts 2004. gadā. Rūjas paliene atrodas Ziemeļvidzemes biosfēras rezervātā un tās teritorijā ietilpst Sēļu, Vīlpulkas un Jeru pagasts. Rūjas palienes platība ir 444 ha. Teritorija ietver palieņu pļavu kompleksu, kas nodrošina dzīves vidi vairākām retajām un aizsargājamajām putnu sugām. Dabas lieguma galvenā vērtība ir ķikuts, kam šajā teritorijā esošie riesti pieder sugas riestu kompleksam ap Burtņieka ezeru, kas ir sugai nozīmīgākais Ziemeļlatvijā. Teritorijā konstatēts arī augsts griežu blīvums. Pavisam teritorijā konstatētas septiņas Latvijas īpaši aizsargājamās dzīvnieku sugas un trīs pļavu biotopi. (www.dvp.gov.lv)

Dabas liegums „Burtņieku ezera pļavas” dibināts 2004. gadā. Tas ietilpst Ziemeļvidzemes biosfēras rezervātā un atrodas Burtņieku pagastā. Dabas lieguma teritorija ir 432 ha. Burtņieku ezera dienvidu un austrumu piekrastes un tajā ietekošo upju (Briedes un Ēķinupes) palieņu pļavas ir nozīmīga griezes ligzdošanas teritorija, kā arī potenciāls ķikutu biotops, kam zināms vairāku riestu komplekss citur ap Burtņieka ezeru. Pļavas ir saglabājušas maz pārveidotas ainavas un biotopu elementus un regulāri applūst. Nozīmīgas platības aizņem aizsargājami biotopi: mēreni mitras pļavas, eitrofas augsto lakstaugu audzes un upju palieņu pļavas. (www.dvp.gov.lv)



2.4.1. attēls. Dabas liegums „Rūjas paliene”. (www.dvp.gov.lv)



2.4.2. attēls. Dabas liegums "Burtnieka ezera plavas". (www.dvp.gov.lv)

3. Burtnieka ezera attīstība

3.1. Burtnieka paleoezera izveidošanās

Burtnieka drumlinu lauka centrālo daļu tagadējā reljefā šķērso izteikta, meridionālā virzienā izstiepta, ap 20 km gara depresija – pazeminājums bez drumliniem (3.1.1. att.). Dažās vietās tajā iestiepjas un apraujas atsevišķi drumlini vai zemi, lēzeni uzvelvējumi. Pazeminājums ievērojami paplašinās Sedas un Briedes upes lejtecē. Šo plašo pazeminājumu, kuru tagad aizņem purvaini meži ar dabisko pļavu laukumiem vai meliorētām pļavām (Silzemnieku – Buļļupītes pļavas), zivju dīķi un vienīgais augsti purvs (tagad daļēji norakts), ledus laikmeta beigu posmā un pēcleduslaikmeta sākumā klāja senā Burtnieka ūdeņi. Ezera garums tad sasniedza 20 km, bet maksimālais krasta līnijas kopgarums, ieskaitot salas, bija vairāk kā 150 km.

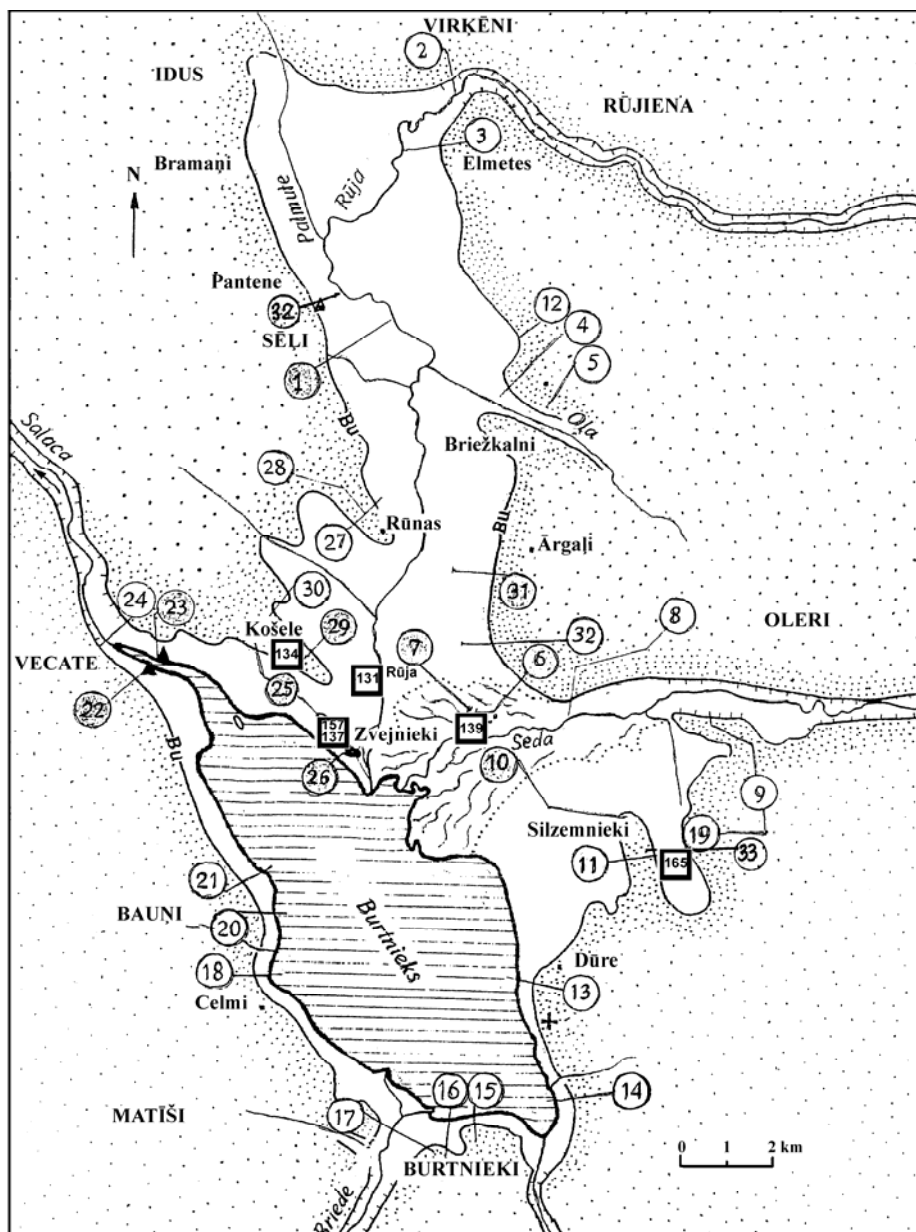
Ledus laikmeta beigu posma un pēcleduslaikmeta sākuma perioda mainīgo klimatisko apstākļu, nevienmērīgās segledāja deglaciācijas un kušanas ūdeņu noplūdes rezultātā vairakkārt mainījās senā ezera platība un līmenis. Tomēr Salacas upe, kas sākotnēji veidojās, noplūstot ledāja kušanas ūdeņiem uz rietumiem, bija galvenais faktors, kas, pakāpeniski iegrauzoties, izveidoja savu ieleju un limitēja senā Burtnieka ezera līmeni. Burtnieku ezera ūdens spogulis pakāpeniski saruka, bet ezera malās plašas teritorijas pārpurvojās. Ezers saglabājās tikai pašā dziļākajā senās ezerdobes dienvidu daļā (Eberhards, 2006).

Padziļinot Salacas izteku pie Vecates, Burtnieka līmenis 1929. gadā tika pazemināts par 1 m. Nedaudz samazinājās tā platība, tādejādi mūsdienās Burtnieks ir kļuvis ievērojami seklāks un tā aizaugšana ir kļuvusi intensīvāka (Eberhards, u.c.2003).

Datējot laukakmeņus ar ^{10}Be , metodi konstatēts, ka drumlinu virsotnēs ledus ir izkūsis pirms 13495 ± 1178 un 13328 ± 832 gadiem (Zelčs, Markots, 2003).

Detāli Burtnieka paleozera izplatības un krasta līmeņu pētījumi tiek veikti G. Eberharda vadībā starptautiskā zinātniskā projekta "Zvejnieku arheoloģiskais komplekss" ietvaros. Pa daudziem profiliem apkārt ezeram tiek veikta uzmērīšana un ģeoloģiskā urbšana, kā arī palinoloģiskās analīzes un nogulumu datēšana (3.1.1. att.). Iegūtie dati ļauj secināt, ka, ledum kūstot, plašajā ar ledāja nogulumiem neaizpildītajā Burtnieka ezerdobē uzkrājās kušanas ūdeņi, kas atstāja māla, aleirīta un smilšu slāņus (Eberhards u.c., 2003). Ezera līmenim pakāpeniski pazeminoties, ap 20 km garais ezers sadalījās divās atšķirīgās daļās:

- 1) dienviddaļā - dziļākā ezerdobes daļā, kur atrodas tagadējais Burtnieks;



- Bu — Burtņieku ezera senā krastu līnija (44-47 m virs jūras līmeņa)
(G. Eberhards)
- Senā Sedas upes delta
- ② — Profila līnija, tās numurs — Ģeoloģiskais griezum
- Urbumi, kuros veikti paleobotāniski pētījumi

3.1.1. attēls. Burtņieka paleoezera maksimālā izplatība un tā krastu līnija (Eberhards u.c., 2003).

2) ziemeļdaļā – seklais, strauji aizaugošais Ziemeļu ezers ar atsevišķām dziļākām lokālām ieplakām, kas ietvēra arī Rūjas un Sedas pazeminājumus. Šajās ieplakās vēl ilgstoši līdz atlantiskajam laikam saglabājās caurtekoši aizaugoši un pārpurvojošies ezeri.

Tagadējais Pantenes un Rūjas augstais purvs, kā arī Melnupītes purvs, kā pastāvīgas ūdenstilpes acīmredzot izzuda (aizpildījās ar ezera nogulumiem- sapropeli un aizauga) pirms 2000 - 4000 gadiem (Eberhards u.c., 2004).

3.2. Senās krasta līnijas

Burtnieku ezera ieplakas krastus veido garo drumlinu nogāzes, kuru augstums vietām sasniedz 10 – 15 m virs tagadējā ezera. Arī paleoezera krastus lielākoties veidoja drumlini un to nogāzes. Labi izsekojamas krasta līnijas parādās tikai gar drumlinu nogāzēm, to piekāpēs, kuras vietām atrodas zem 2 – 3 m bieza kūdras slāņa. Drumlinu nogāzes veido morēnmāls. Pašu senāko un augstāko vāji izteikto erozijas tipa krasta līniju fragmenti izsekojami tagadējā Burtnieku ezera rietumu un dienvidrietumu puses drumlinu nogāzēs 50 – 51 un 49 m vjl. (10 – 9 m virs tagadējā ezera līmeņa) pie Vecates, Bauņiem un Burtniekiem. Turpretim vājas erozijas kāples, nelieli krasta vaļņi un kāpu vaļņi parādās 52 – 53 un 50 m augstumā gar plašās ieplakas austrumu un dienvidaustrumu malu, kur drumlinus un tiem līdzīgus lēzenus pacēlumus sedz ledāja kušanas baseinu smalkas smiltis un aleirīti. Šīs fragmentārās krasta formas acīmredzot fiksē ledus laikmeta beigu posma kušanas ūdeņu baseinu krasta līnijas. Par šādu baseinu esamību un kušanas ūdeņu noplūdi uz rietumiem, sākotnēji veidojoties Salacas upes ielejai no Mazsalacas pilsētas uz leju, liecina atbilstoša absolūtā augstuma upes erozijas terases (Eberhards, 2006).

4. Veģetācijas izmaiņas holocēnā Burtnieka apkārtnē

Senais Burtnieks savos pirmsākumos bija oligotrofs ezers ar aukstu, tīru ūdeni, bez ievērojamas organisko vielu klātbūtnes tajā. Veģetācija tā apkārtnē tikai sāka veidoties. Galvenokārt auga tikai dažādi zālaugi un krūmi. Tikai augšējā driasā pašās beigās, nedaudz pirms 10 000 gadiem, bija izveidojusies vienlaidus augu sega, kuru galvenokārt veidoja dažādas graudzāles, grīšļi, u.c. un krūmi un jau sāka ieviesties pirmie koki: bērzi un priedes.

Preboreāls (pirms 10 000 – 9000 gadiem). Izplatīti skraji bērzu meži ar dažādiem lakstaugiem zemsedzē un pļavas. Pakāpeniski palielinās mežu platības līdz preboreāla beigās atklāto teritoriju jau ir salīdzinoši maz. Par to liecina arī ganību un pļavu augu putekšņu ievērojamais daudzums diagrammās. Izpētes teritorijā šai laikā dominē spēcīgi rietumu – dienvidrietumu vēji. Burtnieka ezerā uzkrājas ezerkaļķi, bet Rūjas purva ieplakā valda ezera apstākļi. Šī laika nogulumos atrastie atsevišķi ceļteku un balandu putekšņi, (antropogēnie indikatori), kas iespējams norāda uz cilvēku klātbūtni.

Boreāls (pirms 9000 – 7500 gadiem). Mežu sastāvā samazinās bērzu, bet pieaug priežu daudzums. Nelielais lakstaugu putekšņu daudzums šī laika nogulumos norāda, ka meži jau ir gandrīz blīvi. Valda sauss un mērens klimats. Krītas Burtnieka ezera līmenis (41 – 42 m vjl.). Ūdens atstātajās teritorijās izplatīti bērzi un priedes, bet, kad ezera līmenis kļūst vēl zemāks un klimats mitrāks, teritoriju klāj priedes. Ezera piekrastē turpina izgulsnēties ezerkaļķi.

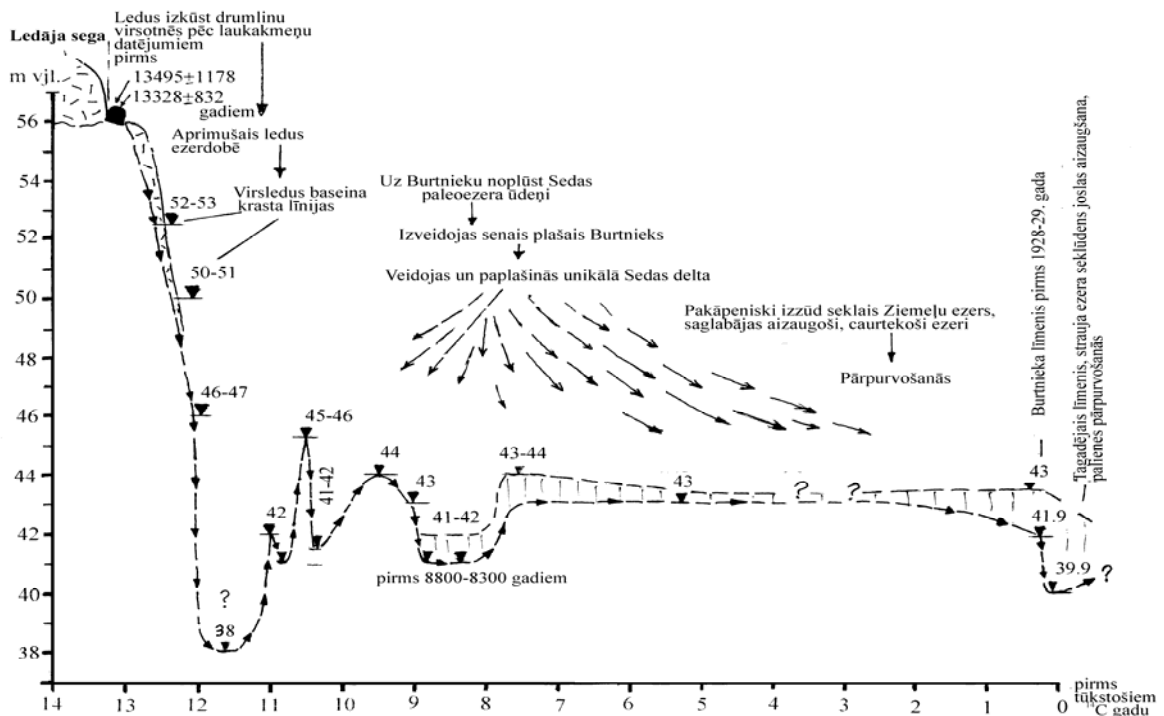
Boreāla beigu posma sākuma daļā joprojām dominē priede, taču egles putekšņu parādīšanās un ruderālo augu putekšņu daudzuma palielināšanās liecina par klimata un attiecīgi arī veģetācijas sastāva izmaiņām (Eberhards u.c., 2003).

Atlantiskais laiks (pirms 7500 – 4800 gadiem). Parādās platlapji, sevišķi daudz - gobas. Pieaug arī zālaugu putekšņu skaits un daudzveidība, kas norāda uz cilvēka klātbūtni. Burtnieka ziemeļdaļā meži nav blīvi, jo ievērojamu platību aizņēma pļavas.

Subboreālajā (pirms 4800 – 2800 gadiem) un **subatlantiskajā laikā** (pirms 2800 – mūsdienas), pakāpeniski pazeminoties ezera līmenim, purvu veidošanās kļūst intensīvāka. Ezera apkārtnē platlapju mežus nomaina skujkoku meži ar nelielu bērzu un alkšņu īpatsvaru tajos.

5. Materiāli un pētījumu metodes

Izstrādājot bakalaura darbu, tika izmantoti pieejamie publicētie un nepublicētie materiāli, kas bija nepieciešami, lai izpētītu purva attīstību Rūjas pazeminājumā. Tika izmantotas šādas lauka un laboratorijas metodes – ģeoloģiskā urbšana, zondēšana, nogulumu paraugu ievākšana pētīšanai laboratorijā. Visi pētījumi rika veikti darba vadītājas Laimdotas Kalniņas vadībā. Izmantojot visu apkopoto informāciju, it īpaši, balstoties uz jaunākajiem G. Eberharda pētījumiem, *ArcGIS 9.0* (paplašinājums *3D Analyst*) datorprogrammā tika sastādītas četras kartes, kurās atainoti Burtnieka paleoezera baseini un to krastu līnijas, kā arī tika sagatavots izpētes teritorijas reljefa modelis un kūdras veidošanās procesu ietekmētās teritorijas karte. Kopējam pārskatam sagatavota karte, kurā, izmantojot G. Eberharda izstrādāto Burtnieka ezera attīstības shēmu (Eberhards u.c., 2003; Eberhards, 2006), atainotas paleoezera krastu līnijas dažādos laika posmos, kā arī atzīmētas arheoloģisko apmetņu, kapulauku un savrupatradumu vietas.



5.1.1. attēls. Burtnieka ezera attīstības shēma un ūdens līmeņa izmaiņu līkne pēdējo 12 000 -13 000 gadu laikā (G. Eberhards, 2003).

Darba izstrādes gaitā tika veikti lauka pētījumi. Tā kā senā Burtnieka ziemeļaustrumu piekraste ir nozīmīgs arheoloģisko atradumu rajons, tad teritorija tika apmeklēta arī kopā ar arheologiem. Tas tika darīts, lai labāk izprastu gan teritorijas vēsturi, gan arheologu skatījumu uz šo teritoriju kopumā, kā arī viņu skatījumu uz turpmākajiem pētījumiem. Dabā tika apskatītas tās vietas, kur ir un kur tiks meklētas akmens laikmeta apmetnes, kā arī tika plānoti turpmākie pētījumi (5.1.2. att.).



5.1.2. att. Ekspedīcijā ar arheologiem pie iespējamās mezolīta laika apmetnes Pantenes drumlina piekājē.

5.1. Lauka darbi

Jau agrāk Burtnieka apkārtnē ir veikti lauka pētījumi (Eberhards, u.c. 2003), taču vēl ir daudz neatrisinātu jautājumi par ezera attīstību, it īpaši – par purvu attīstību senezera līčos. Tādēļ bakalaura darba izstrādes gaitā tika veikti lauka darbi Rūjas un Sedas pazeminājumos.

Pirms lauka darbu uzsākšanas tika analizēta iepriekš savāktā informācija un kartogrāfiskais materiāls, kā arī autore konsultējās ar pētniekiem (G. Eberhards, I. Zagorska, L. Kalniņa), kas jau bija veikuši pētījumus šai teritorijā. Veicot lauka darbus, tika rūpīgi izvēlēta vieta, kur ņemt paraugus analīzēm, lai analīžu rezultāti dotu gaidīto informāciju. Lai precīzi fiksētu izvēlētajā urbuma atrašanās vietu, darba autore lauka darbos izmantoja topogrāfiskās kartes 1: 10 000 mērogā un GPS. Noņemot paraugus, tika

ievērota precizitāte un piesardzība, lai izsargātos no piejaukumiem, kā arī lai nesajauktu hronoloģisko secību, kas varētu sniegt nepareizu informāciju gan par nogulumu uzkrāšanās apstākļiem, gan arī par arheoloģisko liecību atradumu novietojumu nogulumos.

Paraugu iegūšanai ir svarīgi izvēlēties piemērotus laika apstākļus, kad nelīst un nav ziedēšanas periods, jo šādos apstākļos ir grūti iegūt pietiekoši labus paraugus. Diemžēl, ne vienmēr bija iespējams izpildīt šo noteikumu, jo Burtnieks atrodas samērā tālu un bieži vien bija jāstrādā arī nelabvēlīgos apstākļos, bet tad piesardzība un precizitāte bija vēl svarīgāka.

Paraugi tika ņemti ar kamerurbi, kas piemērots kūdras un sapropeļa paraugu ņemšanai. Urbšana tika veikta sekojoši:

- urbis ar aizvērtu kameru tika iespiests nogulumos līdz vajadzīgajam (jeb tehniski iespējamam) dziļumam, tad
- to atver, griežot rokturi pa kreisi,
- vairākas reizes apgriež apkārt, lai tiktu paņemti nogulumi no atbilstošā slāņa, tad
- urbi aizver pretējā virzienā un izceļ ārā no urbuma.

Urbja kameru ar iegūtajiem nogulumiem nolika uz plēves. Pirms urbja atvēršanas, tas tika notīrīts, tādējādi paraugu pasargājot no piejaukumiem. Parauga daļas, kas ir pielipušas pie urbja iekšējās kameras, tiek uzskatītas par bojātām un netiek izmantotas pētījumos. Paraugu no urbja izņem ar lāpstiņu. Tā izņemot paraugu no urbja, ir lielāka iespēja to saglabāt neskartu. Tālāk paraugu liek uz parauga paliktnīša, pieliekot klāt 50 cm (tikpat garu kā kamera) lineālu. Tad paraugs tiek apskatīts un vizuāli aprakstīts, dokumentējot nogulumu krāsu, sadalīšanās pakāpi un citas īpašības. Šīs piezīmes un informācija ļoti noder, paraugus aprakstot un analizējot laboratorijas apstākļos, jo dažas īpašības, piemēram, nogulumu krāsa var mainīties.

Nogulumu paraugi kopā ar paliktņi, uz kura ar bultu norādīts urbšanas virziens, tika iesaiņoti plēvē, uz kuras ar ūdensizturīgo flomāsteru tika uzrakstīts urbuma nosaukums, parauga (monolīta) dziļuma intervāls, parauga numurs, kā arī vēlreiz atzīmēta bulta, kas norāda urbšanas virzienu. Visa informācija par paraugu tika dokumentēta lauka grāmatiņā.

5.2. Laboratorijas darbi

Laboratorijā paraugu monolīti tika atsaiņoti, vēlreiz apskatīti un precizēts to raksturojums (piemēram, precīzāk tika noteikta sadalīšanās pakāpe), un no monolīta tika ņemti paraugi analīzēm. Sporu-putekšņu analīzei tika ņemti paraugi ik pa 5 cm.

Nogulumu paraugiem tika noteikta kūdras sadalīšanās pakāpe, botāniskais sastāvs un tika veikta sporu un putekšņu analīze. Autore bija iecerējusi mēģināt paraugos atrast tefras nogulumus (vulkāniskos pelnus), kas, pēc igauņu ģeologu domām (T. Hanga komentārs) varētu būt iespējams Burtnieka ziemeļdaļas purvos. Diemžēl līdz šim šī iecere nerealizējās, bet darba autore rēķinās ar to, ka tas ir ilgstošs un pacietību prasošs pētījums.

5.2.1. Kūdras sadalīšanās pakāpes noteikšana

Kūdras sadalīšanās pakāpe raksturo attiecības starp humusa saturu un visas kūdras masu. Sadalīšanās pakāpi ietekmē šādas kūdras īpašības – siltumspēja, blīvums, izturība, viskozitāte u.c. Sadalīšanās pakāpi nosaka ar lauka un laboratorijas metodēm – vizuālā, mikroskopiskā, centrifūgas metode u.c.

Vizuālā metode. Ja kūdras sadalīšanās pakāpi nosaka vizuāli, ņem vērā kūdras plastiskumu, elastīgumu, augu atlieku daudzumu un to saglabāšanās pakāpi, ūdens daudzumu, krāsu un dzidrumu.

Mikroskopiskā metode. Ar mikroskopisko metodi nosaka attiecības starp tumšas masas (humusa) laukumiem un kopējo parauga redzes lauku. Lai noteiktu viena parauga sadalīšanās pakāpi, izdara 10 redzes lauku novērtējumus viena parauga 3 preparātiem. Vidējo sadalīšanās pakāpi rēķina kā vidējo aritmētisko no 30 datiem.

Precīzākai kūdras sadalīšanās pakāpes noteikšanai bieži vien izmanto centrifūgas metodi, kuras būtība – kūdras humusa atdalīšana no augu šķiedrām ūdens vidē ar centrifūgas palīdzību. Sadalīšanās pakāpes rezultātus nosaka pēc nomogrammas. Tehnisku iemeslu dēļ autore šo metodi savos pētījumos neizmantoja.

5.2.2. Kūdras botāniskā sastāva noteikšana

Botānisko sastāvu izmanto paleoekoloģiskās rekonstrukcijas nolūkos (Maksimovs, 1995). Kūdras veidu noteikšana notiek, pamatojoties uz makro- un mikroskopiskajām pazīmēm.

Botāniskais sastāvs ir svarīgs, lai precīzi noskaidrotu kūdras veidu un tā lomu atsevišķo kūdras iegulu veidošanās procesā un kūdras atradņu kvalitātes vērtējumā. Ne mazāk svarīga ir botāniskā sastāva noteikšana zinātniskos nolūkos – purva augu segas attīstības dinamikas noteiktos laika periodos pētīšanai un ģenētisko sakaru un pirmatnējo augu grupējumu noskaidrošanai (Tjuremnovs, 1976).

Lauka apstākļos kūdras veidu noteikšana notiek pēc ārējām makroskopiskajām pazīmēm. Pilnīgu un precīzu botāniskā sastāva noteikšanu veic laboratorijas apstākļos, botāniskās analīzes procesā izmantojot mikroskopu. Parasti izmanto svaigus paraugus. Vispirms nosaka kūdras parauga sadalīšanās pakāpi. Pēc tam no kūdras parauga dažādām vietām ņem 10 – 12 g kūdras, mazgā caur sietu ar acu izmēru 1 mm². Mikroskopiskajai analīzei izmanto augu šķiedras, kas paliek uz sieta. Augu atliekas ar pinceti uzliek uz stikliņa (6×9 cm), ar adatu vienmērīgi izlīdzina.

Sfagnu sūnu (5.2.2.1.att.) noteikšanai preparātu nokrāso ar genciānvioletā 2% spirta šķīdumu. Analīzei izmanto mikroskopa palielinājumu apmēram 100 reizes.



5.2.2.1. attēls. *Sfagni* ir galvenie kūdras veidojošie augi augstajos purvos.

Pēc parauga botāniskā sastāva noteikšanas ir jānosaka kūdras veids. Ņem vērā kūdras komponentu procentuālās attiecības, meklē pēc speciālās „atslēgas”, kādam kūdras veidam atbilst konkrēts paraugs. Strādājot ar tabulu, jāzin augu – kūdras veidotāju ekoloģiskās īpatnības, to piederība noteiktam purva veģetācijas tipam. Piemēram, *Sphagnum magellanicum* sastopams gan augstos, gan pārejas purvos; priede attīstās visos 3 tipu purvos u.t.t. Tāpēc vispirms ir jāņem vērā tie augi, kuri ir raksturīgi noteiktam purvu tipam.

5.2.3. Putekšņu un sporu analīze

Putekšņu un sporu analīzes būtība ir tāda, ka atmirušas augu daļas, tai skaitā arī putekšņi, uzkrājas purvu vai ezera nogulumos, vecākiem slāņiem kārtās pārklājoties ar jaunākiem. Līdz ar to katrs attiecīgais slānis sniedz liecību par attiecīgā laika augu sugām un to savstarpējām attiecībām. Šīs metodes rezultāts ir fosilo putekšņu savstarpējās procentuālās attiecības noskaidrošana. Šādas attiecības noskaidrojot visa purva vai ezera šķērsriezumā var rast priekšstatu par veģetācijas attīstību nogulumu ņemšanas vietas apkārtnē kopš nogulumu veidošanās sākuma (Galenieks, 1935).

Sporu-putekšņu analīzes metode tiek definēta šādi: „Sporu-putekšņu analīzes metode ir fosilo putekšņu un sporu sugu sastāva statistiska pētīšana un pagājušo laikmetu augāja rekonstrukcija, pamatojoties uz šiem datiem”.

Pagājušā gadsimta beigās norvēģu botāniķis Aleks Blitts parādīja, ka, pētot purvu stratigrāfiju un paleofloru, var rekonstruēt klimata attīstības vēsturi. Vēlāk zviedrs Rutgerts Sernanders, pētot purvu stratigrāfiju, nedaudz izmainīja un papildināja pēcledus laikmeta klimata iedalījumu, ko sauc par Blitta-Sernandera shēmu. Tai atbilstoši ledus laikmeta beigu posms un pēcledus laikmets tika iedalīts periodos no senākā uz jaunāko: mitrs un vēss subarktiskais jeb preboreāls, sauss boreālais, silts un mitrs atlantiskais, sauss subboreālais un mitrs subatlantiskais. Blitta-Sernandera shēma tika pilnveidota un detalizēta, un ar dažādām izmaiņām kalpo pat līdz mūsdienām.

Paleobotāniskie pētījumi tika veikti LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Kvartārvides laboratorijā. Bakalaura darba ietvaros bija paredzēts apgūt putekšņu un sporu noteikšanu.

Parauga sagatavošana – ik pēc 5 cm intervāla tika ņemts 1 – 5 cm³ nogulumu, ielikts porcelāna vārglāzītēs un apliets ar 10% KOH tā, lai tas pārsegtu paraugu tad tas

tika rūpīgi samaisīts un atstāts uz 5 – 10 minūtēm, bet pēc tam tika vārīts 3 – 5 minūtes. Pēc vārīšanas paraugs tika atdzesēts, bet pēc tam piepilināti 3 – 4 pilieni glicerīna, lai paraugs neizzūst.

Putekšņu noteikšana un skaitīšana - sagatavotais paraugs tika uzlikt uz segstikliņa. Sporas un putekšņi tika noteikti bioloģiskajā gaismas mikroskopā ar palielinājumu 400 – 1000 reizes. Tika saskaitīti vismaz 200 putekšņi.

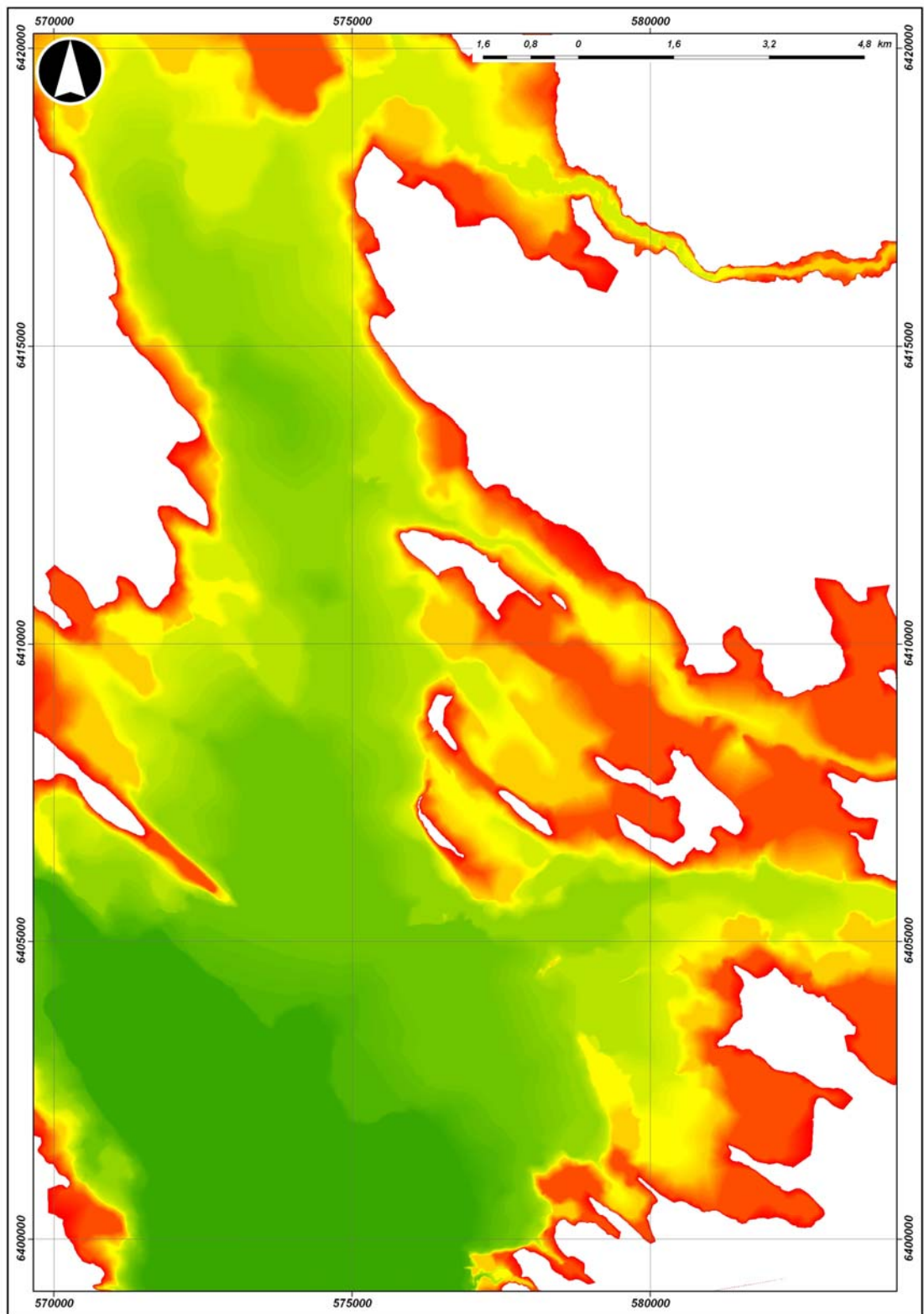
Iegūto analīžu rezultāti tika apstrādāti TILIA datorprogrammā, kā rezultātā konstatētais sporu un putekšņu sastāvs tika attēlots grafiski, sastādot diagrammas. Pēc putekšņu summas tiek aprēķinātas augu taksonu procentuālās attiecības (vienas auga sugas putekšņu daudzuma attiecība pret kopējo putekšņu summu paraugā). Šīs diagrammas sauc par procentuālajām diagrammām.

5.3. Karšu sastādīšana

Izmantojot agrāko un bakalaura darba izstrādes gaitā iegūtos datus, kopā ar Janeku Kilupi tika sagatavotas 7 kartes, no kurām četrās atainoti dažādi Burtnieka paleoezera krastu līnijas, kā arī tika sagatavots izpētes teritorijas reljefa modelis un kūdras veidošanās procesu ietekmētās teritorijas karte un kopējā pārskata karte. Izmantotās programmas parametri parādīti 5.3.1. tabulā. Kā pirmā karte tika sagatavots teritorijas reljefa modelis (5.3.1. att).

5.3.1. tabula. Karšu sagatavošanai izmantotās programmas dati.

Programma:	<i>ArcGIS 9.0</i> (paplašinājums <i>3D Analyst</i>)
Pamatdati:	PSRS armijas ģenerālštāba topogrāfiskās kartes 1:10 000
Pamatne:	VZD satelītkarte 1:50 000
Koordinātu sistēma:	LKS - 92



5.3.1. att. Izpētes procesā izmantotais Burtnieka apkārtnes 3D modelis.

Pamatne: VZD Satelītkarte 1:50 000
Koordinātu sistēma : LKS 92

6. Iegūtie rezultāti un to analīze

Bakalaura darba sagatavošanas laikā LU ĢZZF Kvartārvides laboratorijā tika veiktas sekojošas analīzes:

- kūdras botāniskā sastāva analīze un noteikta kūdras sadalīšanās pakāpe Rūjas purva IG griezumam un Sedas pazeminājuma griezumam SD (urbumu novietojumu skatīt 3.1.1.att.),
- sporu un putekšņu analīze Rūjas purva griezumam IG.

6.1. Kūdras botāniskā sastāva analīze

Sedas pazeminājuma urbuma SD kūdras botāniskais sastāvs liecina, ka kūdras nogulumus veido augi (6.1.1. tab.), kuri barojas ar minerālvielām bagātiem ūdeņiem. Šiem augiem atmirstot veidojusies vidēji un vāji sadalīšies zemā tipa jeb zāļu kūdra. Kūdras botāniskā sastāva noteikšanā autore konsultējās ar Aneti Diņķīti.

6.1.1. tabula. Sedas deltas nogulumu botāniskais sastāvs.

<i>Dziļums m</i>	<i>Botāniskais sastāvs (%)</i>	<i>Nogulumu veids</i>	<i>Sadalīšanās pakāpe</i>
0.2-0.6	<i>Alnus, Betula 60-65 %</i>	koku kūdra	15%
	<i>Hypnum 10%, Equisetum 10-15%</i>		
	<i>Carex 15%</i>		
0.6-0.8	<i>koku atliekas 55-60%</i>	koku – grīšļu kūdra	25%
	<i>Hypnum 5%; Carex 15 - 20%</i>		
	<i>Equisetum 5%, Scirpus</i>		
0.8-1.05	<i>Equisetum – 35%; Carex ~35%</i>	grīšļu - kosu-kūdra	25%
	<i>Hypnum- ~15%</i>		
	<i>Scirpus, Poacea</i>		
1.05-1.30	<i>Hypnum – 45%</i>	<i>Hipnu – kosu kūdra</i>	30%
	<i>Equisetum –40%</i>		
	<i>Carex <5%</i>		
1.30-1.55	<i>Hypnum ~99% (Drepanocladus sp.)</i>	<i>Hipnu kūdra</i>	30%
	<i>Equisetum- 1%; Carex</i>		

Rūjas pazeminājuma kūdras nogulumu botāniskais sastāvs analizēts griezumā IG (6.1.2. tabula), kurā izsekojama kūdras sastāva izmaiņas kopš kūdras uzkrāšanās sākuma līdz mūsdienām, jo šai vietā purvs praktiski ir dabiskā stāvoklī.

6.1.2. tabula. Rūjas purva nogulumu botāniskais sastāvs.

Dziļums m	Botāniskais sastāvs (%)	Nogulumu veids	Sadalīšanās pakāpe
0,00-1,40	<i>Sphagnum fuscum</i> 75 %	<i>Fuscum</i> kūdra	15%
	<i>Eriophorum vaginatum</i> 15%		
	<i>Sphagnum angustifolium</i> 5%		
1,40-1,90	<i>Sphagnum fuscum</i> 35%	kompleksā kūdra	20%
	<i>Sphagnum angustifolium</i> 20%		
	<i>Eriophorum vaginatum</i> 10%		
1,90-2,75	<i>Sphagnum fuscum</i> 35%	<i>Fuscum</i> kūdra	30%
	<i>Pinus</i> 10%		
	<i>Calluna vulgaris</i> 10%		
2,75-3,10	<i>Pinus</i> 60%	priežu kūdra	30%
	<i>Sphagnum fuscum</i> 15%		
	<i>Pragmites</i> 1%, <i>Carex</i> 1%		
3,10-4,75	koku atliekas 55-60%	koku – grīšļu kūdra	25%
	<i>Hypnum</i> 5%; <i>Carex</i> 15 - 20%		
	<i>Equisetum</i> 5%,		
4,75-5,90	<i>Carex</i> 35%	grīšļu- spilvju kūdra	30%
	<i>Eriophorum vaginatum</i> 25%		
	<i>Pragmites</i> 5%		

6.2. Putekšņu analīze

Rūjas purva griezuma IG (urbuma koordinātes x-574646; y-6415892) nogulumu putekšņu analīzes rezultātā sastādītajā diagrammā nodalītas 11 lokālās putekšņu zonas (6.2.1. att.), kas tika korelētas ar reģionā detāli izpētītām diagrammām un tika salīdzinātas ar reģionālajām putekšņu zonām. Iegūtie rezultāti izmantoti griezuma nogulumu nosacītai datēšanai.

Intervālā 6,55-5,50 m ir izdalīta **BO1-Pinus zona**. Šo intervālu veido aleirīts. Galvenie putekšņu spektra komponenti ir priede un ruderāli, kā arī dažādi lakstaugi. Palielinās oglīšu puteklīšu daudzums. Lielais daudzums ruderālo lakstaugu – ceļteku, balandu un nātru putekšņu, kā arī vītoli norāda uz cilvēka klātbūtni šajā teritorijā. Kopumā putekšņu spektri parāda boreāla laika (BO1) pirmās puses raksturīgo veģetāciju.

Intervālā 5,5 – 5,0 m izdalīta **BO2-Betula-Alnus-Corylus zona**. Starp koku putekšņiem dominē priedes, alkšņu un bērzu putekšņi. Pakāpeniski pieaug lazdas putekšņu skaits. Putekšņu sastāvs un diagrammu līkņu svārstības liecina par klimata

izmaiņām un cilvēka klātbūtni (uz ko norāda arī krasā ruderālo augu skaita palielināšanās). Ir novērotas graudzāļu putekšņu un oglišu putekļu daudzuma samazināšanās. Putekšņu sastāvs parāda boreāla laika otrajai pusei raksturīgo veģētāciju un cilvēka darbību šajā teritorijā.

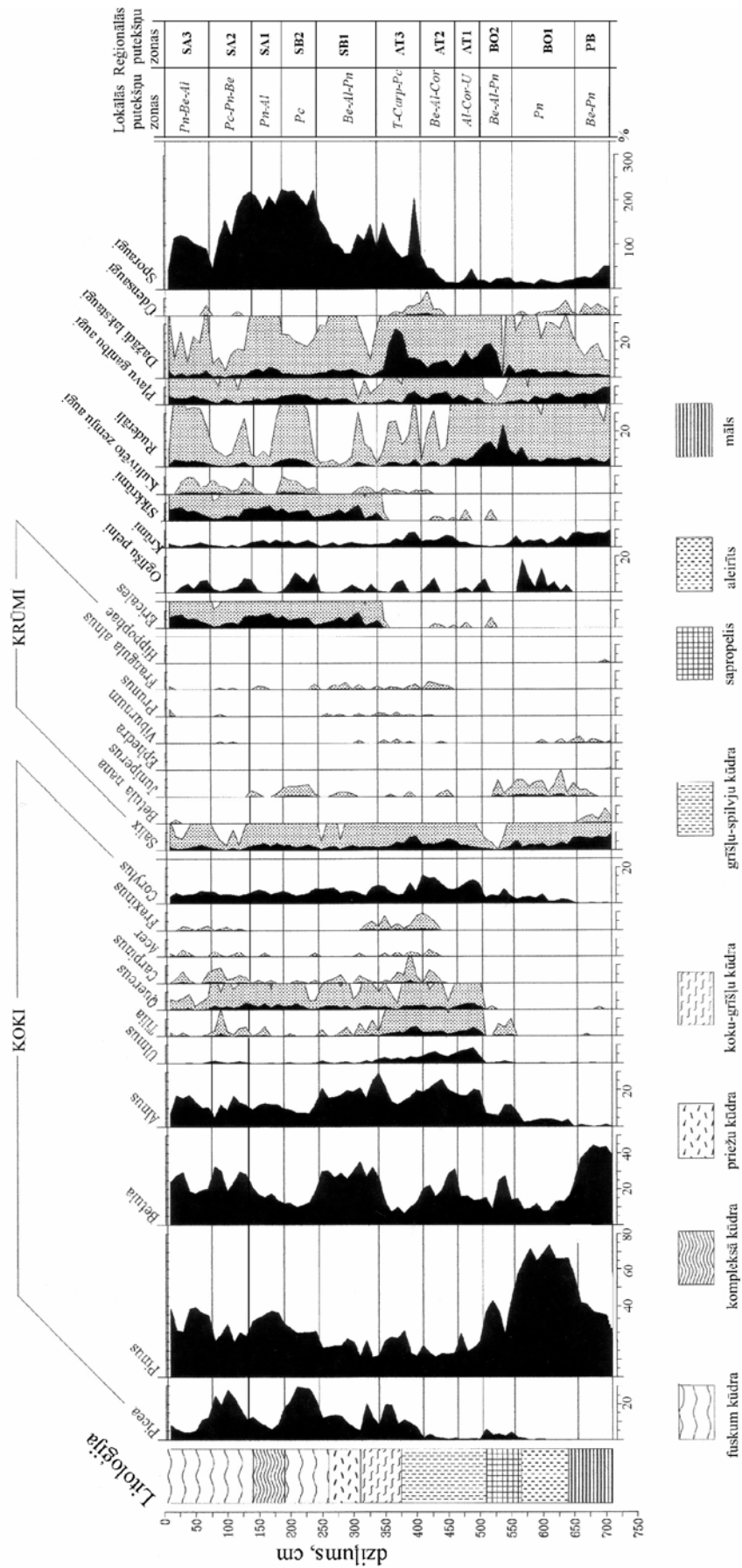
Intervālā 5,0 – 4,6 m ir izdalīta *AT1-Ulmus-Tilia-Quercus-Alnus-Corylus zona*. Šis intervāls sastāv galvenokārt no sapropeļa. Zonu raksturo strauja alkšņu, lazdu un platlapju, kā arī ruderālo augu daudzuma pieaugums. Kopumā putekšņu spektrs parāda atlantiskā laika sākuma veģētāciju un intensīvu cilvēka darbību.

Intervālā 4,6 – 4,1 m var izdalīt *AT2-Alnus-Corylus-Ulmus zonu*, kuru veido grīšļu-spilvju kūdra. Šajā intervālā diagrammā alkšņu, lazdu un platlapju putekšņu līknēm ir samērā augsta pozīcija. Tomēr var novērot dažas svārstības. Šai zonai raksturīga ruderālo augu samazināšanās. Putekšņu spektri parāda atlantiskā laika vidusdaļas veģētāciju.

Intervālā 4,10 - 3,35 m ir izdalīta *AT3-Picea-Tilia-Quercus-Alnus zonu*, kura sastāv no koku – grīšļu kūdras. Var novērot egles putekšņu parādīšanos, priedes pieaugumu un alkšņu, lazdas un platlapju samazināšanos. Šai zonai raksturīga dažu kultivēto augu – kaņepes tipa putekšņu parādīšanās, kā arī pirmo miežu putekšņu un ruderālo augu klātbūtne. Kopumā putekšņu spektri parāda atlantiskā laika beigu daļas veģētāciju un intensīvu cilvēku darbību.

Intervālā 3,5 – 2,5 m ir izdalīta *SBI-Betula-Alnus-Pinus zona*, kura intervāla apakšējā daļā sastāv no koku – grīšļu kūdras, bet augšējā no priežu kūdras. Salīdzinot ar iepriekšējo zonu, šajā zonā putekšņu spektrs ir krasi atšķirīgs. Platlapju putekšņu skaits krītas un pat pazūd (arī no nākošajiem intervāliem). Putekšņu spektri norāda uz bērzu-alkšņu-priežu mežu izplatību pētāmajā teritorijā. Salīdzinoši nozīmīgais viršu daudzums ir raksturīgs holocēna otrajai pusei. Uz cilvēku klātbūtni un aktivitātēm norāda kultivēto graudzāļu un kaņepju/apiņu tipa putekšņi, kā arī ruderāli un svārstīgais oglišu puteklīšu daudzums.

Intervālā 2,5 - 1,95 m var izdalīt *SB2-Picea zonu*, kura sastāv no sfagnu kūdras, kas liecina par augstā purva attīstību šajā vietā. Egles putekšņu straujais pieaugums un bērzu alkšņu izplatības palielināšanās norāda uz klimata izmaiņām, kā arī nozīmīgo cilvēku ietekmi.



6.1.1. att. Sporu-putekšņu diagramma griezumam Rūja-IG.

Intervālā 1,95 - 1,25 m var izdalīt *SA1-Pinus-Betula-Alnus zonu*, kuru veido kompleksā kūdra. Strauja egļu izplatība samazināšanās un priežu pieaugums, kā arī citu putekšņu skaita samazināšanās ieskaitot antropogēnos indikatorus liecina par klimata pasliktināšanos un cilvēku aktivitāšu samazināšanos. Cilvēku aktivitāte varētu būt saistāma ar plašo purvu izplatību apkārtējā teritorijā.

Intervālā 1,25 – 0,75 m ir izdalīta *SA2-Pinus-Picea zona*, kura sastāv no *Fuscum* kūdras. Diagrammā izdalītajā zonā putekšņu līknes parāda egles pieaugumu, priedes samazināšanos un bērza, lakstaugu un Cerealia svārstības, kas varētu liecināt plašāku skujkoku mežu izplatību pētāmajā teritorijā.

Pašā augšējā intervāla daļā no 0,75 – 0,05 m ir izdalīta *SA3-Pinus-Betula-Alnus zona*, kuru veido *Fuscum* kūdra. Šai zonai ir raksturīga strauja egles putekšņu skaita samazināšanās un priedes, bērzu, alkšņu un vībotnes putekšņu skaita palielināšanās. Lakstaugu un kultivēto graudzāļu svārstības varētu norādīt uz nelielām cilvēku aktivitātēm šajā teritorijā.

6.3. Seno baseinu izplatība

Balstoties uz G. Eberharda sastādīto Burtnieka ezera attīstības shēmu (5.1.1. att.), tika izveidotas četras kartes, kurās parādītas paleoezera baseinu krasta līniju izmaiņas dažādos laika posmos.

Pašas senākās un augstākās, vāji izteiktās erozijas (abrāzijas) tipa krasta līnijas fragmenti izsekojami gar tagadējā Burtnieka ezerieplaku, kas rietumu puses drumlinu nogāzēm ir 50 – 51 un 49 m vjl. Pie Vecates, Bauņiem u.c., gar ezerieplakas austrumu, dienvidaustrumu malu, kur drumliniem līdzīgās reljefa formas sedz limnoglaciālas smiltis un aleirīti, vājas erozijas kāples, krasta vaļņi un kāpu vaļņi parādās 52 – 53 m augstumā. Šīs fragmentārās krasta līnijas acīmredzot fiksē leduslaikmeta beigu posma ledāja kušanas ūdeņu baseinu krastu. Tā kā šīs krasta līnijas ir ļoti grūti izsekot, tad kartē tās nav atainotas.

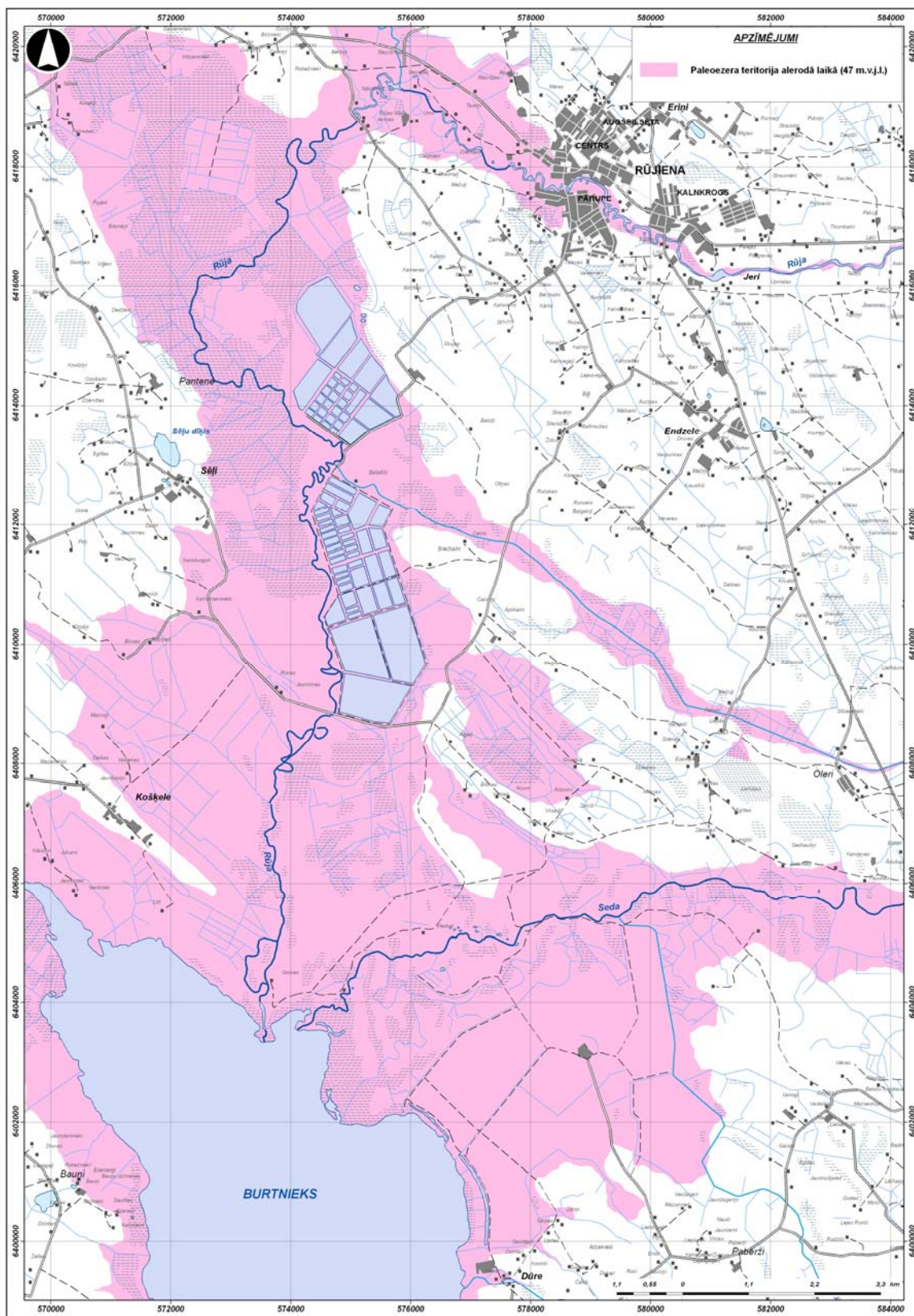
Tā kā Burtnieka ieplakas rajonā izplatīto glaciolimnisko baseinu nogulumu pētījumi nav veikti, tad nav iespējams noteikt to uzkrāšanās laiku un apstākļus. Līdz ar to var tikai pieņemt, ka pirmā augstākā, dabā samērā labi izsekojamā krasta līnija 47 – 47,5 m (6.3.1. att.), kas fiksē pirmo, plašo senā Burtnieku ezera krastu stadiju ar daudziem līčiem, pussalām un salām, saistās ar ledus laikmeta beigu posmu, iespējams alerodu, kad klimats

kļuva ievērojami siltāks un apraktais ledus iespējams saglabājās tikai pašās dziļākajās ezerdobes vietās. Šī laika nogulumu sporu-putekšņu analīzes liecina par pionieru veģetācijas ieviešanos pētāmajā teritorijā, tomēr putekšņu sastāvs ir sajaukts (Medne, 1977), daļa no tiem ir pārgulsnēti, kas liecina, ka arī nogulumi pārgulsnēti vai pārvietoti, iespējams vēlāk krasta nogāzē aprakta ledus kušanas rezultātā.

Šajā laikā ezera vidū izveidojas Zvejnieku-Bērzu sensalas augstākā grants kore, kas tagad ir gandrīz norakta. Šīs kores pakājē vēlāk izveidojās mezolīta apmetne un kapulauks.

Aleroda laikā Burtnieka ezera ziemeļu krasts iespējams atradies pat netālu no Ķoņiem. Savukārt dienvidaustrumu krasts iezīmējas pie Dūres un ietver tagadējās Vilku kalnu un Lukstu pļavas, kā arī Silzemnieku un Klāņu mežu. Tāpat ezers aptvēris arī daļu Sedas upes un lielu daļu Oļas upes. Īpaši daudz pussalas (līdz pat 3 km garas) un līči ir veidojušies ezera austrumu pusē, piemēram, tagadējie Meģītes un Šķores purvi veidojuši vienu no lielākajiem Burtnieka ezera līčiem.

Augšējā driasa laikā, kad klimats kļuva aukstāks un sausāks, paleoezera līmenis būtiski pazeminājās, un, vadoties pēc G. Eberharda izstrādātās shēmas (Eberhards, u.c., 2003) tas bijis apmēram 38-39 m vjl. (1. pielikums). Par to, iespējams, liecina arī tagadējā Burtnieka ezerā gar austrumu krastu ap 2 m dziļumā izsekojamā kāple ar terasi. Šai laikā Burtnieka krastos atsedzās plašas teritorijas, kur iespējams veidojās kāpas. Eolie procesi te varēja norisināties vienīgi apstākļos, kad gruntsūdens līmenis bija zemāks par 40 m vjl. Par zemu ezera līmeni liecina arī 37 – 38 m dziļi limnoglaciālajos nogulumos iegrauztā Sedas upes gultne pie tagadējā Buļļupes kanāla, kas aizpildīta ar dūņainiem smalkas smilts nogulumiem (Eberhards, 2006). Tā kā šī krasta līnija atrodas 1-2 m zem mūsdienu Burtnieka līmeņa un to nav iespējams izsekot un tāpēc tā nav attēlota kartē.



6.3.1. att. Paleoezera teritorija un krasta līnija alerodā laikā.

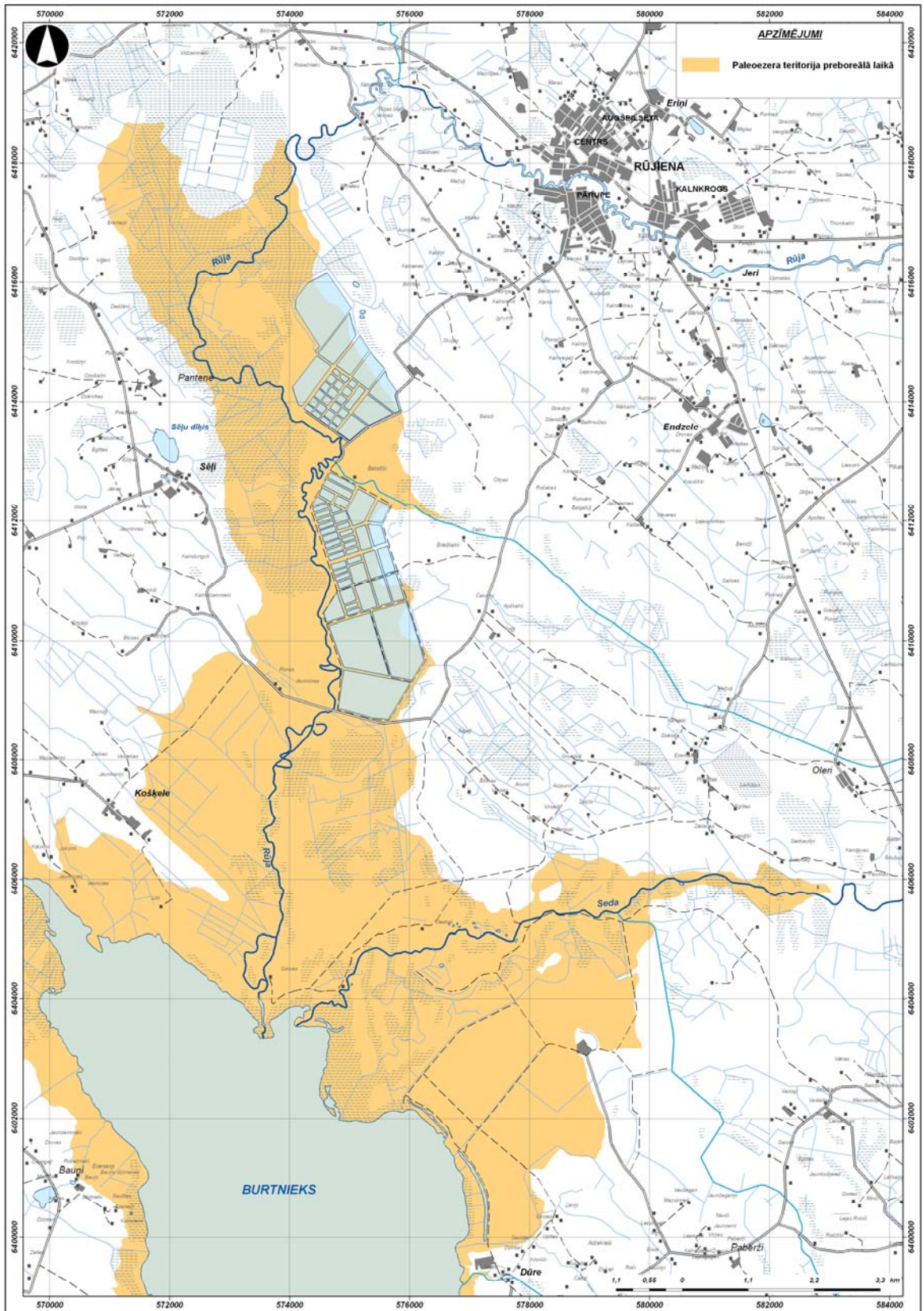
Pamats: VZD Satelītkarte 1:50 000
Koordinātu sistēma: LKS 92

Preboreāla sākumā, klimatam kļūstot siltākam, ezera ūdens līmenis pakāpeniski cēlās. Sākumā tas sasniedza apmēram 42 m vjl. Piekrastē uzkrājas smiltis. Preboreāla otrajā pusē apmēram pirms 9400 – 9300 gadiem, īslaicīgi uzkrājās grants un oļi, bet šī laika pašās beigās apmēram pirms 9000 gadiem, strauji paceļas ezera ūdens līmenis no 41,2 – 46 m vjl. Šī ir viena no augstākajām krasta līnijām, 6 – 6,5 m virs tagadējā ezera līmeņa. Neskatoties uz to, ka ezera līmenis 45-46 m vjl. saglabājies neilgu laiku, šī līmeņa krasta līnija ar pārtraukumiem izsekojama apkārt visai plašajai ieplakai. Preboreāla vidū ezera līmenis uz kādu laiku pazeminājās, bet pēc tam atkal cēlās sasniedzot 44 m vjl. (6.3.2. att.). Ezera krasta līnija šai laikā ir mazāk izrobota salīdzinājumā ar aleroda krasta līniju. Tāpat kā alerodā arī preboreālā ir līči, salas un pussalas, kas izveidojās, applūstot starpdrumlinu ieplakām. Ezera ziemeļu krasts sniedzās vēl 3 km uz ziemeļiem no Pantenes.

Vislabāk reljefā iezīmējas nākamā krasta līnija ap 42 m (6.3.3. att.), kas ir 2,5 – 3 m virs tagadējā ezera līmeņa un kurai atbilst senās Sedas deltas veidošanās sākums. Šajā laikā virs ezera paceļas 800 m garā un šaurā Zvejnieku-Bērzu sala. Šī krasta līnija veidojusies boreāla beigās, pirms 7900 gadiem, kad ezera ūdens līmenis atkal pacēlās no 42 – 44 m vjl. Šajā laika posmā uzkrājās augšējais ezerkaļķu slānītis.

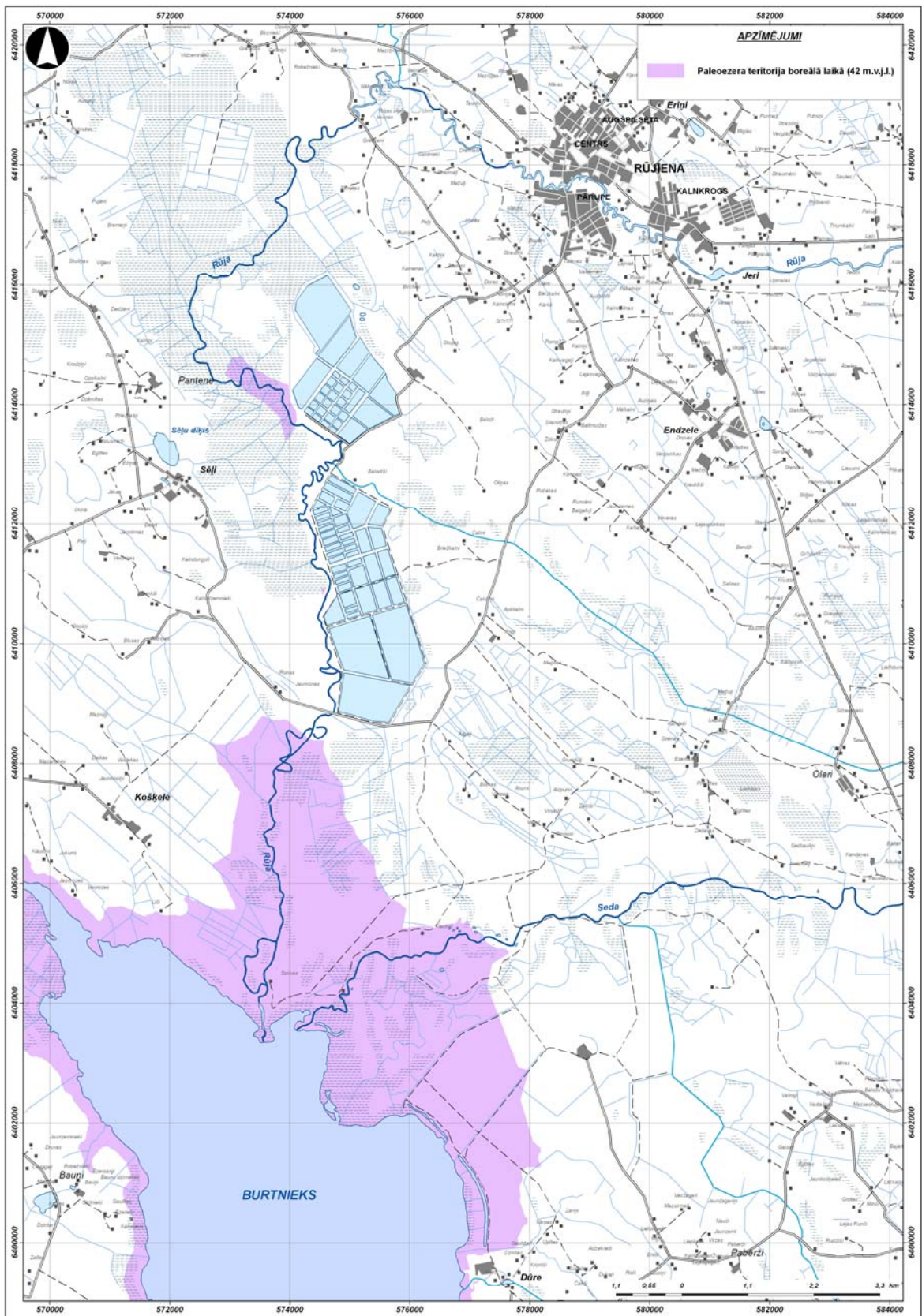
Ezera līmenim pazeminoties, Sedas delta pagarinājās un paplašinājās tagadējā Burtnieku ezera virzienā. Virs ezera līmeņa pacēlās Zvejnieku – Bērzu šaurā un garā sala, kas kopā ar Sedas deltu veidoja savdabīgu pāržmaugu. Garais senais Burtnieks sadalījās divās atšķirīgās daļās: uz dienvidiem dziļākajā ezerdobes daļā tagadējais Burtnieks, bet uz ziemeļiem seklais Ziemeļu ezers (Eberhards, 2006).

Atlantiskajā laikā ezera ūdens līmenis pakāpeniski sāka kristies. Tad arī izveidojās pati jaunākā krasta līnija 41,9 – 42 m (6.3.4. att.), kura vienīgā pilnīgi nepārtraukti aptver tagadējo Burtnieku un tikai daļēji iestiepjas izzudušā Ziemeļu ezera dienvidgala līdzenumā līdz tagadējam Melnupītes – Košķeles purvam. Pārējā Ziemeļu ezera daļā tā dziļākajās vietās vēl saglabājās caurtekoši ezeri (tagadējais Rūjas purvs, Pantenes purvs u.c.), kuros atlantiskajā laikā uzkrājās sapropelis un kūdra. Gar Zvejnieku – Bērzu salas ziemeļaustrumu krastu izveidojās grants – oļu terase (Eberhards u.c., 2003).



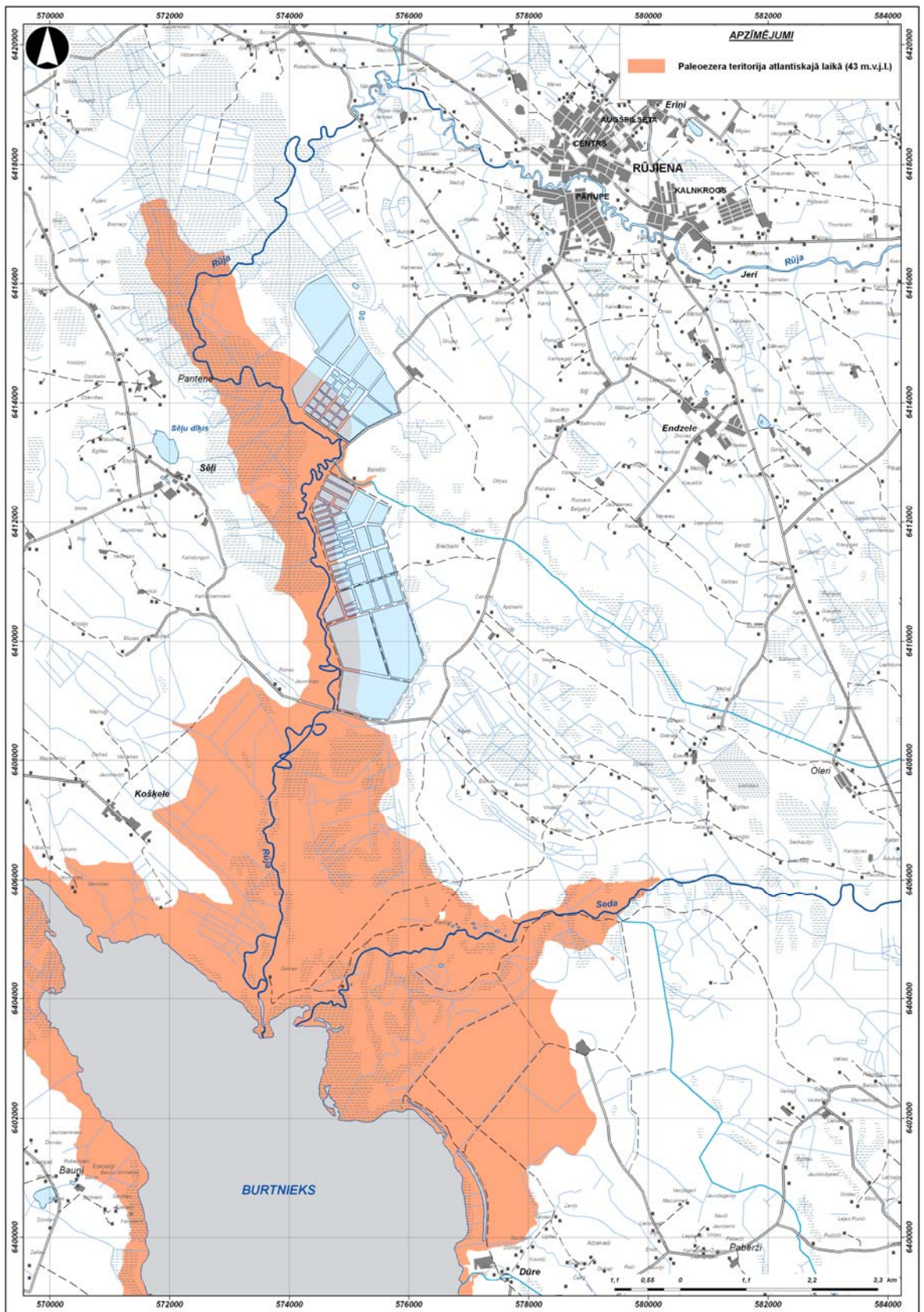
6.3.2. att. Paleozera teritorija un krasta līnija preboreālā laikā.

Pamats: VZD Satelītkarte 1:50 000
Koordinātu sistēma: LKS 92



6.3.3. att. Paleoezera teritorija un krasta līnija boreālā laikā.

Pamātnē: VZD Satelītkarte 1:50 000
Koordinātu sistēma: LKS 92



6.3.4. att. Paleoezera teritorija un krasta līnija atlantiskajā laikā.

Pamatskr.: VZD Sabaltkarte 1:50 000
Koordinātu sistēma: LKS 92

7. Purvu veidošanās un apdzīvotība

7.1. Purvu veidošanās un izplatība

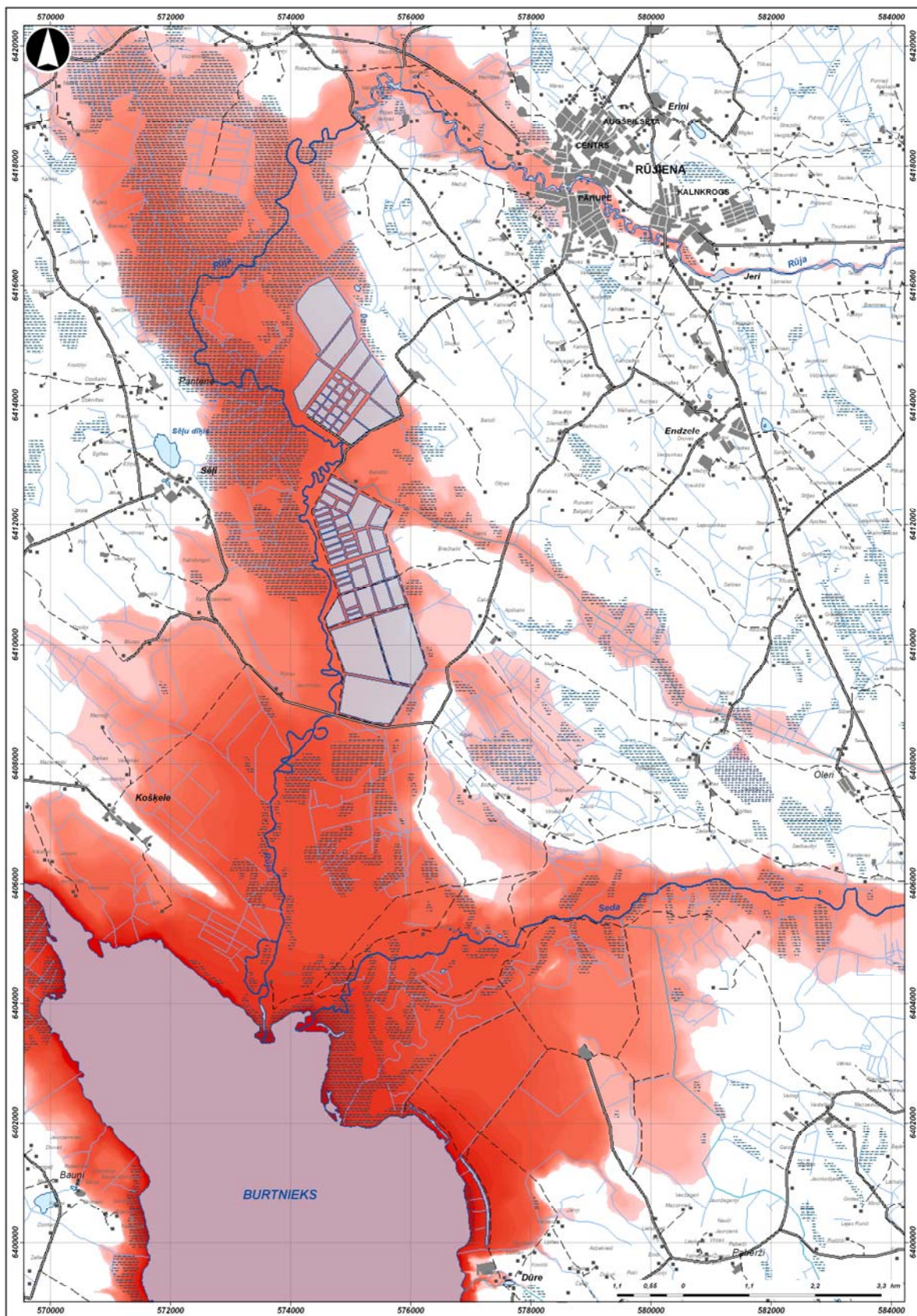
Bakalaura darba izstrādes gaitā veikto pētījumu rezultātā iegūtie dati un informācija no literatūras un agrākajiem pētījumiem norāda uz to, ka Rūjas un Sedas pazeminājumi leduslaikmeta beigās ir bijuši Burtnieka paleoezera sastāvdaļas, kas ezera līmeņa svārstību rezultātā bija gan pildītas ar ūdeni, gan arī augšējā driasā laikā, ezera līmenim pazeminoties līdz 38 m vjl., iespējams, bijušas sausas (1. pielikums). Vēlāk, preboreālā pazeminājumus atkal piepildījuši ezera ūdeņi (6.3.2. att.).

Lai rekonstruētu purvu veidošanās gaitu tika ņemta informācija gan par kūdras uzkrāšanās sākumu, gan arī par šī procesa dinamiku. Kūdras veidošanās un uzkrāšanās notikusi ļoti plašā teritorijā (7.1.1. att.) ar dažādu intensitāti (kartē tumšāk sarkanās vietas norāda uz biežākiem kūdras slāņiem). Nogulumu uzkrāšanās gaitu Rūjas purva teritorijā ataino zemāk aprakstītais 12,75 m dziļais griezums (7.1.1.tabula), izmantojot L. Mednes datus (Medne, 1977).

Rūjas purvā glaciolimniskos nogulumus klāj biezs organogēno nogulumu slānis. Griezuma virsas absolūtais augstums ir 54,4 m vjl., minerālo nogulumu virsas absolūtais augstums ir 47,65 m.

Iespējams, ka dziļāk par 12,75 m glaciolimniskie māli pakāpeniski pāriet morēnas materiālā, māls kļūst sarkanbrūns un satur sīkus akmentiņus. L. Medne sporu – putekšņu diagrammā izdalījusi sešas atšķirīgas zonas (Medne, 1977).

Griezuma apakšējā daļā (intervāls 12,75 – 9,75 m), kam atbilst māla nogulumī, vispārējā putekšņu diagrammā dominē koki, svārstoties robežās 60 – 90%. Sporu nedaudz. Lakstaugi sastopami ap 20%. Vislielākā nozīme starp tiem ir *Cyperaceae*. No kokiem neapšaubāmi dominē priede, bet jāatzīmē arī tajā pašā laikā ievērojamā bērzu, alkšņu un egļu nozīme. Uzmanību piesaista šajā intervālā sastopamais platlapu putekšņu daudzums (līdz 8,5%), *Carpinus betulus*, *Abies alba* un *Trapa natans* klātbūtne. Griezuma apakšējā daļa tiek attiecināta un alerodu.



7.1.1. att. Kūdras veidošanas procesu ietekmētā teritorija.

Pamats: VZD Satelītkarte 1:50 000
Koordinātu sistēma: LKS 92

7.1.1.tabula. Rūjas purva griezuma nogulumu apraksts (pēc Medne, 1977).

Dziļums, m	Nogulumu veids	Sastāvs	Kāsa	Sadal. pak. %
0,00 – 0,75	Fuskuma kūdra	<i>Sphagnum fuscum</i> atliekas	Gaiši brūna	10-12
0,75 – 1,00	Kompleksā augstā purva kūdra	Sfagnu (<i>Sphagnum parviolium</i> , <i>Sphagnum medium</i> , <i>Sphagnum fuscum</i>) Stipri salmaina	brūnganpelēka	15
1,00 – 1,25	Fuskuma kūdra	salmaina	brūnganpelēka	15
1,25 – 1,75	Kompleksā augstā purva kūdra	<i>Sphagnum fuscum</i> , <i>Sphagnum medium</i> , <i>Sphagnum parviolium</i> Salmaina	pelēcīga	20
1,75 – 3,75	Fuskuma kūdra	<i>Sphagnum fuscum</i>	Brūnganpelēka, tumši brūna	20–25
3,75 – 4,00	Priežu-sfagnu purva kūdra	Mikroskop.anal. konstatēts liels priežu koksnes un mizu, un sfagnu sūnu daudzums, kā arī spilvju klātbūtne.	Melni brūna	30-35
4,00 – 4,50	Priežu augstā purva kūdra	Starp augu atliekām dominē priežu mizas un koksnes daļiņas. Plastiska	Melni brūna, gandrīz melna	38-40
4,50 – 5,25	Koku-grīšļu pārejas purva kūdra	Satur galvenokārt bērzu un priežu mizas un koksnes daļiņas	Melni brūna	30-35
5,25 – 5,75	Koku-grīšļu zemā purva kūdra	Satur lielu daudzumu grīšļu saknīšu, kas piedod kūdrai nedaudz pelēcīgu nokrāsu	Pelēcīga	40
5,75 – 6,25	Grīšļu zemā purva kūdra	Lielāko augu atlieku daļu sastāda grīšļi	Tumši brūna	30-40
6,25 – 6,75	Grīšļu zemā purva kūdra ar nelielu smilts piejaukumu	Dažādu grīšļu atliekas	Tumši brūna	45
6,75 – 9,25	Aleirīti	Raksturīga ievērojams karbonātiskums	Mainīga-brūnganos vai zilganpelēkos toņos	
9,25 – 12,75	Māli	Karbonātiski, akmentiņu klātbūtne nav konstatēta	Mainīga-zilganpelēka līdz tumši brūna	

Griezuma nākamajā daļā (intervāls 9,75 – 6,75 m), kam atbilst mālu un aleirītu nogulumi, putekšņu diagrammā dominē koki, taču ievērojamā daudzumā (pat līdz 50%) sastopami arī lakstaugi. No pēdējiem gandrīz visā intervālā dominē *Artemisia* (līdz 67%). Daudz arktiskās floras pārstāvju: *Ephedra sp.*, *Dryas octopetala*, *Helianthemum sp.*, *Selaginella selaginoides*, *Lycopodium pungens*, *Lycopodium alpinum*, *Botrychium*

boreale. Nelielu maksimumu veido *Betula nana*. Starp kokiem dominē priede un bērzs, diezgan daudz alkšņu un egļu. Iespējams, ka šie nogulumi uzkrājušies bargos klimatiskos apstākļos un ir pieskaitāmi augšējām driasām. Bērza maksimums varētu tikt attiecināts uz preboreālo laiku.

Nākamajā griezumā daļā (intervāls 6,75 – 5,25 m), kam atbilst koku – grīšļu zemā purva, grīšļu zemā purva un grīšļu zemā purva kūdra ar smalkas smilts piemaisījumu, putekšņu spektros vērojamas straujas izmaiņas. Vispārējā putekšņu diagrammā valda koki, starp kuriem dominē alksnis. Maksimumu (vairāk nekā 20%) sasniedz platlapji un lazda. Konstatēta arī *Abies alba*, *Fraxinus sp.* un *Trapa natans* klātbūtne. Pēc visām pazīmēm (sevišķi augstā platlapju maksimuma) jāsecina, ka šī griezumā daļa veidojusies optimālos klimatiskos apstākļos un atbilst atlantiskajam laikam. Intervāla nogulumos konstatēta arī aļģu *Pediastrum muticum* klātbūtne. Pēc šī intervāla nogulumu rakstura Lidija Medne ir secinājusi, ka šie nogulumi varēja veidoties gan pārmitrā vietā, gan kādā baseinā, kas, iespējams, liecina, ka atlantiskā laika vidū tagadējā Rūjas purva vietā pastāvējis ezers vai arī tas ir bijis Burtnieku ezera līcis. No augšējā driasa beigām līdz pat atlantiskā laika vidum nekādas pārpurvošanās pazīmes nav novērojamas.

Intervālā 5,25 – 3,75 m, alksnis sasniedz maksimumu, bet priede minimumu, tāpēc šis intervāls atbilst atlantiskajam laikam. Šajā intervālā 5 m dziļumā tika atrasta oglīte. Spriežot pēc kūdras botāniskā sastāva Rūjas purva teritorijā izveidojās priežu – puskrūmu un priežu sfagnu fitocenozes – sāka attīstīties augstais purvs.

Nākamā griezumā daļā (3,75 – 1,25 m) var novērot egles maksimumu, tāpēc šo zonu pieskaita subboreālajam laikam

Griezumā augšējā daļa (intervāls 1,25 – 0,00 m) tiek attiecināta uz subatlantisko laiku. Šajā intervālā strauji krītas egles līkne, pieaug priedes un bērza nozīme. Tā kā purvā ir veikta kūdras ieguve un daļa kūdras virskārtas noņemta, tad subatlantiskā laika nogulumi nav konstatēti.

Tā kā autore arī ir pētījusi tieši Rūjas purva nogulumus, tad, lai iegūtu plašāku priekšstatu par organogēno nogulumu veidošanos un purva attīstību iegūtie dati tika salīdzināti ar L. Mednes (Medne, 1977), kā arī L. Kalniņas (Eberhards, u.c., 2003) Kalnina, 2006) pētījumiem (7.2.1. att). Informācijas salīdzinājuma un analīzes rezultātā radušies sekojoši secinājumi par purvu veidošanos un izplatību laika gaitā:

1. Līdz šim ir maz informācijas ģeoloģiskajiem apstākļiem un nogulumu raksturu Rūjas un Sedas pazeminājumā. Informācijas par Balstoties uz L. Mednes un G. Eberharda (Eberhards, u.c., 2003; Eberhards, 2006) datiem var secināt, ka senajā Burtnieku kušanas

ūdeņu baseinā tagadējā Rūjas pazeminājumā Rūjas purva ieplakas teritorijā aleroda un augšējā driasa laikā notika intensīva mālu un aleirītu uzkrāšanās. Organogēnie nogulumu leduslaikmeta beigu posmam atbilstošajos slāņos nav konstatēti. Laikā no bēlinga vai vidējā driasa sākuma līdz alerodam, Burtnieku ezera ieplaku aizpildīja aprimuša ledus blāķi.

Reģionālās putekšņu zonas	137 Zvejnieki (Kalnina, 2006)	211 Zvejnieki (Kalnina, 2006)	139 Sedas delta (Kalnina, 2006)	165 Silzemnieki (Kalnina, 2006)	Rūja IG	Rūja Medne (1977)
SA3					<i>Pn-Be-Al</i>	
SA2					<i>Pc-Pn-Be</i>	
SA1					<i>Pn-Al</i>	
SB3					<i>Pc</i>	<i>Pn-Al</i>
SB2					<i>Pc</i>	<i>Pc-Be</i>
SB1					<i>Be-Al-Pn</i>	<i>Pc-Al-Be</i>
AT3			<i>Pc-Al-Q</i>		<i>T-Crap-Pc</i>	<i>Al-T</i>
AT2			<i>Pc-Al-Q</i>		<i>Be-Al-Cor</i>	<i>Al-Pn-Q</i>
AT1	<i>U-Al-T</i>	<i>Al-Cor-U-Q</i>	<i>T-Al-Cor</i>	<i>Al-Cor-Gr</i>	<i>Al-Cor-U-Q</i>	<i>Al-Cor-U</i>
BO2-2	<i>Al-Cor-Be</i>	<i>Be-Pn</i>	<i>T-Al-Cor</i>	<i>Be-Pn</i>	<i>Be-Al-Pn</i>	
BO2-1	<i>Pn-Pc-l.a.</i>	<i>Be-Pn</i>	<i>Pn-Be</i>	<i>Be-Pn</i>	<i>Be-Al-Pn</i>	
BO1	<i>Pn-Be</i>	<i>Pn</i>		<i>Pn</i>	<i>Pn</i>	
PB	<i>Be-Pn</i>	<i>Pn-Be</i>			<i>Be-Pn</i>	
DR3						<i>Pn-Be</i>

	grīšļu spilvju kūdra		aleirīts	
	koku – grīšļu kūdra		aleirītiska smilts	<i>Pc-Picea</i>
	hipnu kūdra		smalka smilts	<i>Pn-Pinus</i>
	priežu kūdra		smilts ar granti	<i>Be-Betula</i>
	<i>Fuscum</i> kūdra		kūdraina smilts	<i>Al-Alnus</i>
	kompleksā kūdra		smilts ar augu atliekām	<i>Q-Quercus</i>
	sapropelis		māls	<i>Ca-Carpinus</i>
	augšne		saldūdens kaļķieži	<i>Gr-Gramineaceae</i>
				<i>l.a-lakstaugi</i>

7.1.2.attēls. Senā Burtnieka ezera teritorijā veikto palinoloģisko analīžu rezultātu salīdzinājums.

2. Rūjas purva teritorijas austrumu daļā kūdra sākusies uzkrāties boreāla pašās beigās, bet rietumdaļā - atlantiskā laika vidū. Kūdras dažādaus augu atlieku un putekšņu sastāvs atspoguļo klimatisko un augu barošanās apstākļu maiņu to uzkrāšanās laikā. Autore ir salīdzinājusi senā Burtnieka ezera teritorijā veikto palinoloģisko analīžu rezultātus (7.1.2.att.).

3. L. Medne (Medne, 1977) rakstīja, ka laikā no augšējā driasa beigām līdz atlantiskā laika vidum lielā daļā Burtnieku ezera apkārtnes nogulumu uzkrāšanās nav notikusi. Tomēr autores pētījumā iegūtie dati no griezuma, kas atrodas apmēram 750 m uz austrumiem no minētā L. Mednes urbuma (3.1.1. att.) norāda, ka preboreālā Rūjas pazeminājumā uzkrājušies māli, boreāla sākumā aleirīts, bet otrajā pusē jau sācis uzkrāties sapropelis (7.1.2. att.). Šī atšķirība nogulumos abos minētajos urbumos iespējams izskaidrojama ar to, ka pazeminājuma dažādās vietās bija atšķirīgi apstākļi. Rūjas purva austrumdaļā purvs ir izveidojies aizaugot bijušā paleoezera līča reliktam baseinam, kamēr rietumdaļā purvs ir sācis veidoties pārmitrā vietā pārpurvojoties sauszemei. Par to liecina grīšļu zemā purva kūdra ar nelielu smilts piejaukumu ieplakas pamatnē.

Sedas pazeminājumā kūdras veidošanās procesi ir vājāk izteikti (7.1.1. att.). Kūdras slānis nav vienlaidus visā teritorijā, un slāņa biezums parasti nepārsniedz 1,5 līdz 2 m. Kūdras slānis Sedas deltas līdzenumā ir izveidojies virs Sedas upes deltu atzarojumiem. Vienlaidus kūdras sega izveidojusies teritorijā ezera tuvumā, kur abi pazeminājumi savienojas.

7.2. Akmens laikmeta apdzīvotība senā Burtnieka ezera piekrastē

Analizējot akmens laikmeta apmetņu novietojumu senā Burtnieku ezera krastos (1. pielikums) var secināt, ka apmetnes ir bijušas ezera tiešā tuvumā, kā, piemēram, Zvejnieku apmetne. Sporu putekšņu analīžu dati, kas iegūti no Zvejnieku sensalas austrumu nogāzes šurfā noņemtajiem paraugiem, liek secināt, ka ezerkaļķis sācis uzkrāties jau preboreālajā laikā un turpinājies izgulsnēties boreālajā laikā. Grants-oļu lēca ezerkaļķī, kas pazeminās no dienvidiem uz ziemeļiem un satur arheoloģiskos atradumus, uzkrājusies BO1-2 laikā. Šī intervāla nogulumos atrastie putekšņi (*Plantago major/media*, *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosa/acetosella*, *Urtica*, Chenopodiaceae) liecina par cilvēka klātbūtni un arī nelielu ietekmi uz veģetāciju Zvejnieku akmens laikmeta apmetnes apkārtnē. Pēc arheoloģisko pētījumu datiem Zvejnieku apmetne ir bijusi apdzīvota mezolītā un neolītā, taču daži uz saldūdens kaļķiežiem atrastie apstrādātie krami varētu būt arī no vēlā paleolīta (I. Zagorskas mutiska informācija). Šo ideju zināmā mērā apstiprina arī putekšņu analīzes dati, jo augšēja driasa beigu posma nogulumos Zvejnieku apkaimē ir konstatēti putekšņi – antropogēnie indikatori (Chenopodiaceae, *Plantago*, u.c.)

Boreālā notika ievērojama ezera līmeņa celšanās un apdzīvotības pārtraukums, par ko liecina virs grants-oļu lēcas uzgulošais ezerkaļķu slānis. Savukārt atlantiskā laika sākumā līmenis pazeminājās.

Ģeologu un palinologu pētījumi ļāva secināt, ka akmens laikmetā abas senā Burtnieka daļas - Ziemeļu un Dienvidu ezers - ar savām izrobotajām krasta līnijām, ielīčiem, pussalām un salām, ietekošo upju deltām bija ideāla vieta akmens laikmeta zvejniekiem – medniekiem (Eberhards, u.c. 2003a).

Burtnieka krastos pie upju ietekām un iztekām, augstākajos pauguros un to no vējiem aizsargātajās nogāzēs varēja ierīkot senās apmetnes un kapulaukus. Sekojot ģeologu iezīmētajām senajām krasta līnijām, arheologi 2001. gada vasarā senā Burtnieka krastā atklāja septiņas jaunas dzīves vietas, kas saistījās gan ar akmens laikmetu, gan vēlākiem apdzīvotības periodiem līdz pat viduslaikiem.

Zvejnieku-Bērzu sensalā senie cilvēki apmetušies jau preboreālā laika beigās, uzturējušies arī boreālā laika dažādos posmos, taču stabilāka un nepārtrauktāka apdzīvotība Zvejnieku apmetnē (7.2.1. att.) veidojusies tikai atlantiskā perioda sākumā. Pēc pēdējo gadu pētījumiem kļuvis skaidrāks arī tas, kādēļ iegarenā grants paugura nogāzes apbedījumiem izmantotas kādā noteiktā akmens laikmeta posmā, bet paugura augstākajā korē atsegti dažādu periodu apbedījumi, jo tas acīmredzot pēc ledāja atkāpšanās visu laiku atradies virs apkārtējā baseina ūdens līmeņa.

Uz ziemeļiem no Zvejniekiem 0,5 km uz ziemeļiem no Melnupītes-Košķeles purva malas mežā paceļas lēzens pacēlums – pussala. Tā labi iezīmējas arī uz alerodu un preboreālu attiecināto krasta līniju kartēs (6.3.2. un 6.3.1. att.). Tā iespējams ir bijusi ideāla apmetnes vieta. Pēc I.Zagorskā domām (mutisks ziņojums) mezolītā šo vietu varēja izmantot arī zvejošanai ar harpūnām.

Senā Burtnieku ezera krasti akmens laikmetā bija intensīvi apdzīvoti. Iegarenajā Burtnieku - Bērzu sensalā cilvēki ar īsākiem vai garākiem pārtraukumiem uzturējušies jau no kopš 9400 gadiem, bet kapulauks veidojies un intensīvāk izmantots četru tūkstošu gadu garumā - pirms apmēram 8200 līdz 4200 gadiem.



7.2.1.attēls. Skats uz „Zvejnieki II” apmetnes vietu un kapulauku.

Līdz šim atklātā lielākā akmens laikmeta apdzīvotā vieta Burtnieka paleoezera krastos ir Zvejnieku apmetne. Tās teritorijā apmetnē atklāti 315 akmens laikmeta apbedījumi. Bet varētu būt, ka šeit apglabāti ap 400 seno Burtnieka ezera krastu iedzīvotāji. Tādejādi “Zvejnieku” kapulauks ir visplašākais no pašreiz zināmajiem akmens laikmeta kapulaukiem Ziemeļeiropā. Apbedījumi datēti ar vēlo mezolītu un agro neolītu. Tātad vienā pieminekļī iespējams izsekot, kā mainījušās apbedīšanas paražas un ticējumi trīs tūkstošu gadu laikā - no vēlā mezolīta pirms 7 000 gadu līdz vēlajam neolītam pirms 4000 gadu (2. pielikums; Zagorskis, 2004).

Kapulauks izvietots uz ziemeļrietumu dienvidaustrumu virzienā izstieptā, šļūdoņa veidotā grants paugura - drumlina dienvidaustrumu daļā. Drumlins vēlā leduslaikmeta beigās un pēcdeduslaikmeta sākumā veidojis pussalu, kas iesniegusies ezerā. Ezers vairākkārt mainījis līmeni. Preboreālā perioda beigās un boreālā perioda sākumā ezera līmenis pazeminājies un Bērzu-Zvejnieku drumlins, kā pussala beigusi pastāvēt (Eberhards, u.c., 2003a).

Izdevīgā ģeogrāfiskā stāvokļa dēļ paugurs jau kopš pēcdeduslaikmeta sākuma bija piemērota vieta senajām zvejnieku un mednieku ciltīm. Netālu no drumlina dienvidaustrumu gala ziemeļu nogāzē, nelielā ieplakā, atklāts uz agro mezolītu jeb

preboreālo klimatisko periodu (pirms 10 000 gadu) attiecināms slānis ar kaula, raga un krama izstrādājumiem, kā arī ar paleo- un ihtiofaunas paliekām.

Starptautiskā projekta ietvaros, kurā piedalās Latvijas, Igaunijas un Zviedrijas dažādu nozaru pētnieki šī gada vasarā plānoti gan arheoloģiskie izrakumi, gan arī paleoģeogrāfiskie pētījumi. Izrakumi plānoti Rūnu māju apkārtnē (7.2.2. att.), kuru apkārtnē jau iepriekšējo gadu ekspedīcijās atrasti akmens laikmeta savrupatradumi. Darba autorei tā būs lieliska iespēja piedalīties šajos lauka darbos, kur blakus speciālistiem no Latvijas strādās arī studenti no Francijas, Somijas un Zviedrijas.

Ģeoloģiskie un paleoģeogrāfiskie pētījumi un lauka darbi plānoti Pantenes purvā un tā apkārtnē, kuros piedalīsies arī darba autore.



7.2.2.attēls. Iespējamā apmetnes vieta pie Rūnām, kur 2006. gada vasarā plānoti arheoloģiskie izrakumi.

8. Secinājumi

Bakalaura darba izstrādes gaitā apkopojot pieejamo literatūru par Burtnieka ezera apkārtni, Rūjas un Sedas pazeminājumiem, paleoģeogrāfiju un arheoloģiju, apskatot izpētes teritoriju, izsekojot senā Burtnieka krasta līnijas dabā, fotografējot (darbā ievietoti tikai autores uzņemtie fotoattēli), apskatot arheoloģisko izrakumu vietas, veicot lauka pētījumus, veicot sporu un putekšņu analīzes, sastādot Rūjas un Sedas pazeminājumu, bijušā Burtnieka paleoezera kartes, autore nonāca pie šādiem secinājumiem:

1) Intensīva nogulumu (galvenokārt mālu un aleirītu) uzkrāšanās senajā Burtnieku kušanas ūdeņu baseinā notika aleroda un augšējā driasa laikā. Tā kā autorei zināmajos griezumos pētītajā teritorijā vecāki ledus laikmeta beigu posma baseina nogulumu nav konstatēti, tad var domāt, ka laikā no bēlinga vai vidējā driasa sākuma līdz alerodam, Burtnieku ezera ieplaku aizpildīja aprimuša ledus blāķi;

2) Rūjas purva teritorijas austrumu daļā kūdra sākusies uzkrāties boreāla pašās beigās aizaugot relikta baseinam, bet rietumdaļā - atlantiskā laika vidū, pārpurvojoties minerālgruntij;

3) Kūdras slānis Sedas deltas līdzenumā galvenokārt izveidojies virs Sedas upes deltu atzarojumiem. Vienlaidus kūdras sega izveidojusies teritorijā ezera tuvumā, kur abi pazeminājumi savienojas un nepārsniedz 1,5 līdz 2 m.

Izmantotā literatūra

- Avotiņš V., Lukss I., 2002. Salacas Pērles. Ceļvedis pa Salacu un tās apkārtni laivotājiem, velotūristiem un autobraucējiem. Izdevniecība AGB, Rīga. 7.lpp.
- Eberhards G., 2006. Geology and Development of Palaeolake Burtnieks during the Late Glacial and Holocene. In: Acta Archeologica. Back to origin. New research in the Mesolithic-Neolithic Zvejnieki cemetery and environment, northern Latvia" (in print).
- Eberhards G., Kalniņa L., Zagorska I., 2003. Senais Burtnieku ezers un akmens laikmeta apdzīvotās vietas. Arheoloģija un etnogrāfija XXI. Pētījumi par akmens laikmetu un agro metālu periodu. Latvijas vēstures institūta apgāds, Rīga. 27-40 lpp.
- Eberhards, G., Kalniņa, L., Zagorska, I., 2003a. Stone Age habitation in the environs of Lake Burtnieks, northern Latvia. International Symposium on Human impact and geological heritage. Excursion Guide and Abstracts, 12-17 May 2003, Tallinn, Estonia. 65-67 pp.
- Eipurs I., 1997. Seda. Latvijas daba. Enciklopēdija. 5. sējums. Rīga, "Latvija un latvieši", Preses nams. 66.-68. lpp.
- Galenieks M., 1935. Latvijas purvu un mežu attīstība pēcdeduslaikmetā. Rīga. LU raksti, Lauksaimniecības fakultātes sērija II (20), 582. – 646. lpp.
- Juskevičs V., 2000. Latvijas ģeoloģiskā karte. Kvartāra nogulumi. M 1:200 000. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests.
- Juskevičs V., Brangulis A.J., S. Kondratjeva S., Gavēna I., 2000. Latvijas ģeoloģiskā karte. M 1:200 000. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests. 19., 20.lpp.
- Kalnina L., 2006. Paleovegetation and human impact in the the surrounding of the ancient Burtnieks Lake as reconstructed from pollen analysis. In: Acta Archeologica. Back to origin. New research in the Mesolithic-Neolithic Zvejnieki cemetery and environment, northern Latvia" pp. 51-71.
- Kalnina, L., Zagorska, I., Eberhards, G., Bērziņš, V., 2002, Geological conditions and the earliest inhabitation of the coastal area of Latvia. Environment and settling along the Baltic Sea coasts through time. NorFA seminar. 3-6 October in Parnu, Estonia. Tartu. pp.15-16.
- Kalnina, L., Pakalne, M., 2003. Hydrological change and mire stratigraphy in Latvia. Jārvet, A., Lode, E. (Eds), Ecohydrological processes in Northern wetlands. Selected papers. Tallinn-Tartu. 71-78 pp.

- Korhola A., 1995. Lake terrestrialisation as a mode of mire formation – a regional review. Helsinki, Finnish-karelian symposium on mire conservation and classification. National board of waters and the environment. pp. 11 – 21.
- Krauklis I., 1997. Rūja. Latvijas Dabas Enciklopēdija. 5. sējums. Rīga, “Latvijas enciklopēdija”. 21 – 22. lpp.
- Kuršs V., Stinkule A., 1997. Latvijas derīgie izrakteņi. Rīga, Latvijas Universitāte. 153. – 158. lpp
- Lācis A., 1996. Kūdras atradņu ģeomorfoloģiskā piesaiste un purvu ieplaku klasifikācija. Rīga, LU, Latvijas Universitātes 55. Zinātniskā konference. Ģeogrāfijas un zemes zinātņu sekcija. Tēzes un programmas. 30. lpp.
- Maksimov A., 1995. The use of peat botanical composition for reconstruction of ecological conditions of mire plant communities. Helsinki, Finnish-karelian symposium on mire conservation and classification. National board of waters and the environment. pp. 29 – 35.
- Markovs M. (1965). Vispārīgā ģeobotānika. Rīga, Liesma, 435 lpp.
- Medne L., 1977. Ledus laikmeta beigu posma un pēcledus laikmeta nogulumu stratigrāfija un ģenēze Burtnieku ezera apkārtnē. Latvijas PSR Ģeogrāfiskie kompleksi un cilvēks. P. Stučkas Latvijas Valsts universitāte Rīga, 1977 126.-137. lpp (no 183).
- Nusbaums J., Rieksts I., 1997. Purvi. Latvijas daba. Enciklopēdija. 4. sējums. Rīga, Latvijas enciklopēdija. 195 – 199. lpp.
- Pakalne M., Kalniņa L. 2001, Past, present and future of Latvian mires. II Pasaules Latviešu zinātnieku kongress. Tēžu krājums. 2001. g. 14.-15. augusts. 38. lpp.
- Tjurenovs S., 1976 – Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения. Москва, (Недра) 488 с.
- Tracevskis G., Juškevičs V., Poļviko J. u.c., 1965 Трацевский Г. Б. Юшевич В.В. Полвико Ю. Л. и др. Отуот о комплексной геолого-гидрогеологиуеской съемке масштаба 1:200 000 на терриории листа 0-35-XX. Valsts ģeoloģijas fonds. Rīga
- Šnore A., 1996. The peat resources of Latvia. In: Lappalainen E. (ed.) Global peat resources. International Peat Sociey, Geological Survey of Finland. pp. 101-105.

- Vasiliauskiene M., 1986. Peculiarities of sedimentation in littoral shallows of Lithuanian Lakes. Abstracts of reports for the International Symposium. Vilnius, 78 – 80.
- Zagorska I., Eberhards G., Kalniņa L., 2004. Akmens laikmeta apdzīvotība senā Burtnieka ezera krastos. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: Referātu tēzes. Rīga, Latvijas Universitātes 62. zinātniskā konference, Latvijas Universitāte. 183-185 lpp.
- Zagorskis F., 2004. Zvejnieki (Northern Latvia) Stone Age Cemetery. BAR International Series 1292, 147 pp
- Zelčs V., 1994. Burtnieka drumlinu lauks. Latvijas Dabas Enciklopēdija " 1. sēj. Rīga, Latvijas Enciklopēdija, 173-174 lpp.
- Zelčs V., 1994. Burtnieka līdzenums. Latvijas Dabas Enciklopēdija, 1. sēj. Rīga, Latvijas Enciklopēdija, 174-175. lpp.
- Zelčs V., Dreimanis A. 1997. Morphology, Internal Structure and Genesis of the Burtnieks Drumlin Field, Northern Vidzeme, Latvia. Journal of Sedimentary Geology Vol. 111, Nos.1-4, pp.73-90.
- Zelčs V., 1998. Sedas līdzenums. Latvijas Dabas Enciklopēdija, 5. sēj. Rīga, Preses nams, 66-68.lpp.
- Zelčs V., Markots A., 2003. Deglaciation history of Latvia. XVI INQUA Congress Reno, USA. Abstracts.
- Zīvertis A., 1997. Rūja. Latvijas daba. Enciklopēdija. 5. sējums. Rīga, Latvijas enciklopēdija. 21 – 22. lpp.

Informācijas avoti internetā

www.dap.gov.lv 21.03.2006.

Pielikums. Burtnieka paleozera krastu izolīnijas un akmens laikmeta apmetņu vietas.

