

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOLOĢIJAS NODAĻA

DRONKU EZERA NOGULUMU RAKSTUROJUMS

Bakalaura darbs

Autore: **Lāsma Jauniņa**

Stud. apl. nr. Ij11036

Darba vadītāja: M. dab. zin. Agnese Pujāte

RĪGA 2014

ANOTĀCIJA

Bakalaura darba mērķis ir izpētīt Dronku ezera nogulumus, lai noskaidrotu ezera attīstības gaitu un tā tuvākās apkārtnes ģeoloģisko un ģeomorfoloģisko raksturu, kā arī atrast liecības par cilvēku klātbūtni un darbību ezera tuvumā. Pētījumā izmantotas nogulumu karsēšanas zudumu un augu makroatlieku analīzes.

Tika secināts, ka Dronku ezers un tam blakus esošais Kausiņš leduslaikmeta beigās ir bijis viens ezers. Ne tikai nogulumu karsēšanas zudumu analīze, bet arī augu makroatlieku analīze labi parāda veģetācijas mainību Dronku ezera gultnes attīstības gaitā, ko var skaidrot ar ūdens līmeņa svārstībām. Atrastas liecības par cilvēku darbību - glazūras fragmentu, ruderālu sēklas. Tika konstatētas ūdens svārstības ezerā.

Bakalaura darbs sastāv no 44 lappusēm, tas ietver ievadu, 3 nodaļas, secinājumus, diskusiju literatūras sarakstu, 9 attēlus, 1 pielikumu.

Atslēgas vārdi: Dronku ezers, makroatlieku analīze, karsēšanas zuduma analīze

ANNOTATION

The aim of the Bachelor thesis is to characterize sediments of Lake Dronku, to find out lakes geological, geomorfological character. As well to find evidences for humans presence and impact to this lake. Main methods were plants macrofossils and loss on ignition analyses.

Loss on ignition and plant macrofossil research show vegetation changes in development of Lake Dronku, it shows water level changes too. There were found evidences of human impact such as fragment of paint and ruderal seminal in lake sediments.

On top of all that, got to know that Lake Dronku and the nearby Lake Kausiņš in the end of ice age was connected as one lake.

Bachelor thesis consists of: 44 pages, introduction, 3 chapters, conclusion, disscusion, bibliography, 9 figures and 1 attachment.

Key words: Lake Dronku, plants- macrofossils analysis, loss on ignition analysis

SATURS

ANOTĀCIJA	2
ANNOTATION	3
Ievads	5
1. LITERARŪRAS APSKATS	6
1.1. Ezera veidošanās	6
1.2. Glaciālas izcelsmes ezeri.....	7
1.3. Ezera nogulumi.....	7
1.4. Vides arheoloģija.....	9
1.5. Dronku ezera fiziogēogrāfiskais raksturojums	10
1.6. Augšzemes augstiene	11
1.7. Aknīstes nolaidenums	11
1.8. Dronku ezera ģeoloģiskā uzbūve.....	12
2. Materiāli un metodes	13
2.1. Lauka darbi	14
2.2. Laboratorijas pētījumi	19
2.2.1. Karsēšanas zudumu metode	19
2.2.2. Augu makroatlieku analīze	21
2.3. Kamerālie darbi	22
3. Rezultāti.....	23
3.1. Lauka darbu rezultāti.....	23
3.2. Karsēšanas zudumu rezultāti	25
3.3. Makroatlieku analīzes rezultāti	29
Secinājumi	36
Izmantotā literatūra	38
Pielikums	44

IEVADS

Ezeri ir dabiski saldūdens baseini, kuri aizņem 1,5% no Latvijas teritorijas kopējās platības. Latvijā ir 2256 ezeri, kuru platība aizņem vairāk par 1 ha (Tidriķis, 1995).

Jau kopš akmens laikmeta cilvēki apmetnes ierīkojuši ūdenstilpju piekrastē. Arī Dronku ezera apkārtnē ir atrastas liecības par apmetnēm, kuras pēc savrupa atradumiem ir datētas ar vēlo dzelzs laikmetu (9.-12. gs.) un viduslaikiem (13.-15. gs.), iespējams, ir bijušas arī senākas apmetnes. Apdzīvoto vietu izvietojumu vēsturiski ir ietekmējuši teritorijas ģeoloģiskie un ģeomorfoloģiskie, kā arī paleoģeogrāfiskie apstākļi. Tāpēc darba autore veic pētījumu sadarbībā ar arheoloģi Elīnu Guščinku, kas pēta apdzīvotību un apbedīšanas tradīcijas dzelzs laikmetā Dronku apmetnē, kas atrodas Dronku ezera dienvidu krastā.

Pētījuma mērķis ir izpētīt Dronku ezera nogulumus, lai noskaidrotu ezera attīstības gaitu un tā tuvākās apkārtnes ģeoloģisko un ģeomorfoloģisko raksturu, kā arī atrast liecības par cilvēku klātbūtni un darbību ezera tuvumā.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi tika veikti šādi darba uzdevumi:

1. apzināta, apkopota un analizēta pieejamā publicētā un nepublicētā literatūra, izskatīti kartogrāfiskie materiāli, dažāda veida pētījumi par Dronku ezeru un tā apkārtnes antropogēno ietekmi;
2. izpētīti un analizēti iepriekšējo pētījumu materiāli LVĢMC Ģeoloģijas fondā;
3. veikta pētāmās teritorijas apsekošana;
4. veikti divi lauka darbi, kuru laikā tika apsekota teritorija un iegūti ģeoloģiskie nogulumu urbumi tālākām laboratorijas analīzēm;
5. veikta karsēšanas zudumu analīze;
6. iegūto datu apstrāde un analīze;
7. veikta augu makroatlieku analīze
8. iegūto datu apstrāde
9. iegūto rezultātu interpretācija un salīdzināšana ar citiem pētījumiem;
10. sagatavots Dronku ezera nogulumu raksturojums.

Darba autore iepazīstoties ar zinātnisko literatūru par ezera nogulumu pētījumiem, kā ar literatūru par pētījuma galveno metodi karsēšanas zudumu analīzi, kuras rezultāti sniedz informāciju par vides izmaiņām nogulumu uzkrāšanās laikā. Taču, lai šīs izmaiņas varētu precīzāk rekonstruēt, ir nepieciešama informācija no vairākām analīzēm, tādēļ 2,2 m dziļā urbumā iegūtie ezera nogulumi tika analizēti arī ar makroatlieku analīzi.

1. LITERARŪRAS APSKATS

Lai sekmīgi realizētu bakalaura darba izstrādi, darba autore sākotnēji apzināja un apkopoja literatūru par ezeru veidošanos, to nogulumu veidiem un tajos sastopamajām liecībām par vides apstākļiem to uzkrāšanās laikā. Tāpat arī apkopoja un analizēja pieejamo kartogrāfisko materiālu par Dronku ezeru un tā apkārtni.

1.1. Ezera veidošanās

Ezers ir dabiska ūdenstilpne sauszemes reljefa pazeminājumos (Cimdiņš, 2001). Latvijas dabā tas ir viens no pierastākajiem ainavas veidojošajiem elementiem.

Salīdzinoši ģeoloģiskajā laikā, tas ir jauns veidojums. Vecākie mūsdienu ezeru ir izveidojušies leduslaikmeta beigu posmā pirms apmēram 14500 gadu (Veski et al., 2012), kā arī daļa no tiem nepastāv ilgstoši, jo ezera noslēdzošā fāze bieži vien ir purvs. Ir zināms, ka Latvijā vairāk nekā 2000 purvu ir izveidojušies aizaugot ezeriem (Lācis un Kalniņa, 1998).

Tiek izteikti dažādi faktori, pēc kuriem iedala ezera veidus. No tiem visizplatītākais ir iedalījums pēc ezerdobes ģenēzes. Tiek izšķirti: tektoniskie, glaciālie, piejūras, vecupes, purvu, sprostezeru un vulkāniskie u.c., kopā 7 dažādi veidi. Lielāko īpatsvaru sastāda ezeri, kuri pēc ezerdobes ģenēzes ir tektoniskie, glaciālie vai fluviālie. Pasaulē visizplatītākie ir tektoniskie un glaciālas izcelsmes ezeri (Cohen, 2003). Lielākoties mērenajā joslā esošie ezeri pēc ģenēzes ir glaciālas izcelsmes, kuri ir veidojušies pirms 14 - 15 tūkstošiem gadu, kad ledājs sācis savu atkāpšanos. Kopš tā laika var novērot šo ezeru novecošanos (Cimdiņš, 2001). Arī darba autores pētītais Dronku ezers ir glaciālas izcelsmes.

Ezera attīstību ietekmē dažādi faktori, gan tas kādos apstākļos tas ir izveidojies, gan kādi vides apstākļi ir ezera sākumposmā, kas ietekmē tā tālāko virzību. Ļoti liela nozīme ir sateces baseinam, kas ir teritorija, kura pieguļ ezeram, no kuras virszemes ūdeņi un gruntsūdeņi satek ezerā un tā tiek norobežota ar ūdensšķirtni (nosacītu līniju, kura tiek novilta caur augstākajiem punktiem visapkārt ezeram) (Leinerte, 1988).

Atbilstoši Latvijas ģeogrāfiskajam stāvoklim, ezeri šajā teritorijā ir pieskaitāmi pie mērena platuma ezeriem. To klimatiskos apstākļus raksturo izteikta sezonālitate un četri gadalaiki, kas ietekme arī ezeru attīstību un ūdens temperatūras svārstības. Ezeru veidi tiek iedalīti arī pēc trofijas klasēm. Tiek izšķirtas 5 klases: ultra- ologotrofs, ologotrofs, mezotrofs, eitrofs un hipertrofs. Tie tiek iedalīti pēc ezera dziļuma un barības vielu daudzuma (Cimdiņš, 2001). No tipoloģiskās klasifikācijas darba autores izpētītais ezers atbilst eitrofam ezeram. Pēc ezera pases datiem vidējais ezera dziļums ir 4,4 m (Alksnītis, 1998). Šis ezers ir

salīdzinoši sekls, ar augstu pirmsprodukciju, aļģu masu, daudz barības vielām, var veidoties masveidā zilaļģes un ar nabadzīgu dziļūdens faunu (Cimdiņš, 2001). Tātad ir augsta bioloģiskā produktivitāte- sapropeļa un kūdras veidošanās, kuru procentuālais daudzums ir atkarīgs no ezera aizaugšanas pakāpes (Jaunputniņš, 1973).

1.2. Glaciālas izcelsmes ezeri

Darbā autores pētītā Dronku ezera ezerdobe ir glaciālas izcelsmes (Leinerte, 1988). Glaciālas izcelsmes ieplakas, kādā atrodas arī Dronku ezers ir veidojis ledājs un tā kušanas ūdeņi. Vispirms ledājam uzvirzoties, tas iegrauzās mīkstākos iežos atraujot un tālāk pārnesot drupu materiālu (piemēram, akmens monolītus, šķembas, oļus, smiltis un mālus). Veicot tālāko kustību tika cietais materiāls pulēts, skrāpēts, pārveidots ledājam līdzī virzoties uz priekšu veidojot nešķiroto drupu materiālu jeb morēnu. Ledājam zaudējot plastiskumu tas sāka aprimt un veidot plašus ledāja laukus (Zelčs, 1995). Visbeidzot, izmainoties klimatiskajiem apstākļiem - kļūstot siltākam ledājs sāka kust un līdzī nestais materiāls sāka uzkrāties izveidotajos reljefa padziļinājumos (Leinerte, 1988). Attiecīgi, ne velti ezera izcelšanās un veidošanās tiek uzskatīta par vienu no sarežģītākajiem ģeoloģiskajiem procesiem, un nevar bieži izdalīt svarīgos un mazsvarīgos apstākļus, kas to ietekmē (Leinerte, 1988). Ledāji lielākoties atrodas starp drumliniem, osiem, vai arī morēnpauguriem (Zelčs, 1995). Glaciālie ezeri ir veidojušies ledus laikmeta beigu posmā, kad ledāja mēlei pārtraucot savu kustību, ir izveidojusies plaši ledāja lauki. Reljefs tiek mainīts gan ledāja kustības, gan arī tā kušanas procesos, kad ar ledāja kušanas ūdeņu plūsmām un to akumulāciju notiek pārvietotā materiāla sedimentācija. Pārveidojot ainavu un radot savdabīgas reljefa formas un glaciālas izcelsmes ezerus (Apsīte, 2006).

Latvija sastopamajiem glaciālas izcelsmes ezeriem ir liela morfoloģiskā daudzveidība, sakarā ar to, ka tie veidojās nevienmērīgiem zemledāja nogulumu atrašanās, sabīdīšanās un izspiešanas ietekmē, tie var būt līčaini, salām bagāti un ar bedrainiem dibieniem (Zelčs, 1995).

1.3. Ezera nogulumi

Ezeru attīstība notiek nepārtraukti, jo līdz ko parādās reljefa pazeminājuma ūdens virs smilts, oļu un grants nogulumiem sāk uzkrāties ezera nogulumu slānis (Leinerte, 1988). Ezera nogulumi bieži vien veidojas no organiskām vielām, kas, atmirstot un nogulsņējoties ezerā augu un dzīvnieku atliekām, mikroorganismiem, putekšņiem un dažādām augu daļām,

piemēram, sēklām, lapām, sakņu fragmentiem u.c., kas nokļūst ezerā no apkārtējās vides nokrišņiem, vēju, drenāžas ūdeņiem (Kalniņa, 2002).

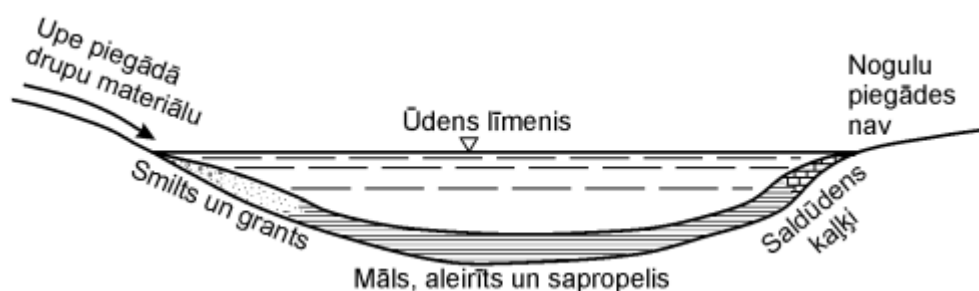
Nogulumu uzkrāšanās notiek ātrāk, ja ir vairāk atmirstošo organismu un biogēno vielu, kurām nogrimstot ezera gultnē vairāk tiek patērēts skābeklis, veidojot bezskābekļa ilgstošu vidi, kam pateicoties rodas piemērota vide, lai vairāk ūdenī uzkratos fosfors. Sezonāli bezskābekļa vide ezeros lielākoties tiek novērota rudenī un pavasarī, kad vairāk fosfora nonāk epilimnionā un vairo dziļo ezeru produktivitāti, tādējādi sekmējot dziļo ezeru produktivitāti un ezerdobe kļūst seklāka veicinot ezera aizaugšanu (Leinerte, 1988).

Nogulumu uzkrāšanas ātrums ir atkarīgs no dažādiem faktoriem, ezera dziļuma, dzidruma, drenāžas sistēmas, caurteces, gāzu apmaiņa, cilvēku ietekme, dažādus ezerus šie rādītāji ietekmē citādi.

Nozīmīga ietekme ir drupu materiālam (smiltij, mālam, aleirītam), kas tiek lielākoties erodēts no krasta un ar atmosfēras nokrišņiem nonāk ezerā (Davis, 1968). Tiek novērota likumsakarība, ka rupjgraudainākais materiāls nogulsņējas pie ezera krastiem, bet padziļinoties nogulumi paliek arvien smalkgraudaināki, jo ir ūdens mierīgāks un to vairs tā neietekmē, piemēram, ietekošās straumes. Ezera nogulumi veidojas slāņoti, tādēļ var izsekot nogulu vecumam pēc dziļuma – augšā būs jaunāki un apakšā senāki. Tomēr var būt arī neliela virsējo nogulu sajaukšanās, ko ietekmē bioturbulence un ūdens viļņošana (Cimdiņš, 2001).

Ezera nogulumos tiek izšķirti divu veidu sedimenti: Dy, kas ir ar augu atliekam un humusvielām bagātināti ūdeņi, lielākoties augu atliekas ir ar mazu sadalīšanas pakāpi un ir tipisks brūnūdens. Izplatīts distrofiem ezeriem (Cimdiņš, 2001).

Gitija jeb sapropelis ir smalks, tumšbrūns līdz gaišzaļas krāsas organiskais materiāls, dūņas, kas ir veidojies atmirstot organismiem un to atliekam. Sastopams gan eitrofos, gan ologotrofos ezeros. (Cimdiņš, 2001) Organiskas vielas saturs ir ap 70%. Gitijas minerāla daļa veidojas no terīgēnajiem minerāliem – smilts, mala un karbonātiem (1.1. att.) (Kuršs, Stinkule, 1997).

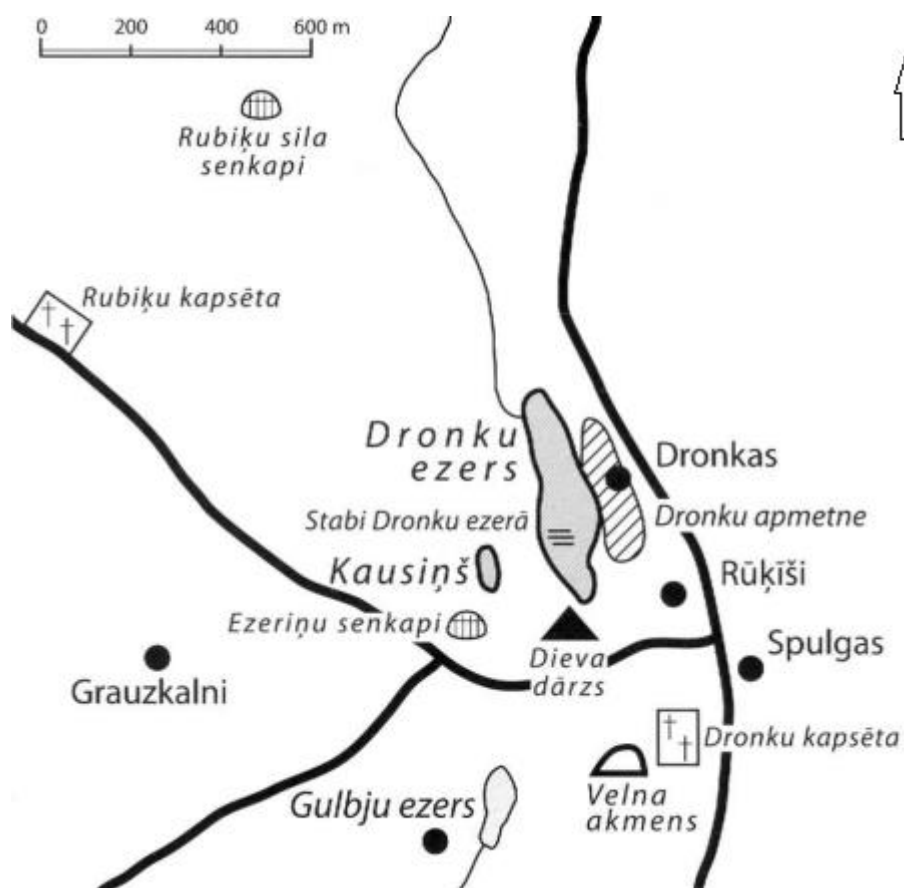


1.1. attēls. Ezera nogulumu sedimentācija (pārveidots pēc Stinkulis, 2006)

1.4. Vides arheoloģija

Pēdējā laika ar vien vairāk tiek atklāta arheoloģijas un kvartāra pētījumu sasaiste, kas ļauj rekonstruēt seno cilvēku un vides mijiedarbību, izprast tā laika floru, faunu, klimatiskos apstākļus. Ilgu laiku kā efektīvākā paleoekoloģijas metode tiek izmantota sporu-putekšņu analīze. Fiksējot putekšņu sastāva maiņu, var arī noteikt kā ir mainījies klimats, kā arī atrodot kultūraugu vai arī ogļu daļiņu klātbūtni, var spriest par cilvēka klātbūtni un aktivitātēm. Veicot makroatlieku analīzes, bieži vien no kultūrslāņa tiek atrasti augu makroatlieku fragmenti, kas dod priekšstatu par cilvēku darbību. Paralēli veicot gan makroatlieku, gan sporu - putekšņu analīzes tiek iegūta detālāka aina par floru un faunu (Rasiņš, Tauriņa, 1983).

Rubeņu pagasta Rubiķu apkārtnē ir fiksētas dzelzs laikmeta apmetnes, kuras ir izkārtājušās gar Dronku ezera labo krastu (1.2. att.). Pēc ģeoloģiskās periodizācijas, šis laiks atbilst vēlajam holocēnam 2500 - 800 gadus pirms Kristus (Urtāns, 2008).



1.2. attēls. Dronku ezera un arheoloģisko atradumu karte (Urtāns, 2008)

1937. gadā arheologs Pēteris Stepiņš veica izrakumus Jēkabpils novadā Rubenes pagastā Rubiķu sila uzkalniņa senkapos (1.2. att.). Vietējie iedzīvotāji ir dalījušies ar informāciju, ka ir atrasti seni priekšmeti, akmens cirvis, dzirnakmens, māla trauku lauskas Dronku māju apkārtnē, kas taisnā līnijā pāri laukiem atrodas apmēram 1 km attālumā no

arheoloģiskajiem izrakumiem. 1986. gadā tīrumā tika atklāta aptuveni 3,5 ha liela teritorija ar apmetnes kultūrslāni. Tas varētu būt dzelzs laikmeta paliels ciems, kas aizņēma šī brīža nolaideno krasta nogāzi pret Lielo Dronku ezeru un kalna virsotni (Urtāns, 2008).

1.5. Dronku ezera fiziogēogrāfiskais raksturojums

Ģeogrāfiskais ezera novietojums ir Latvijas DA Austrumlatvijas zemienes dienvidu daļā, Augšzemes augstienes, Aknīstes nolaidenumā, kas veido Augštaitijas nolaidenuma ziemeļu malu. Rietumos šis pacēlums robežojas ar Sēlijas valni, bet ziemeļos un austrumos ar Vidusdaugavas zemieni, kas iet pa līniju - Vidsala - Rubene - Dviete. Pacēlumu veido augšdevona dolomīta slāņkopa, kuru rietumos nomaina smilšakmens. Pamatiežu virsas reljefs ir lēzens, kuru ir šķērsojis ledājs izgrebjot, no 60 - 70 m v. j. l. sākotnējā dziļuma 210 - 290 m z. j. l. dziļu pirmsledāja ieleja. Baltijas republikā šī ir visdziļākā šāda tipa ieleja, kura ir aizpildīta ar visdažādākajiem kvartāra nogulumiem. Augšējās 15 - 30 m no kvartāra nogulumiem ir veidojis pēdējais ledājs, un nogulumu sastāvs ir akmeņains smilšmāls, fluvioglaciālās smiltis (Juškēvičs u.c., 2003).

Reljefs ir viegli viļņots, kur pauguri mijas ar nolaidenumiem. Dronku ezers atrodas glaciolimniskajā līdzenumā, rietumu krastā netālu pieguļ marginālā nogāze. Pats ezers atrodas strappauguru ieplaka (Jaunputniņš, 1973).

Administratīvi darba autores pētāmais ezers atrodas Jēkabpils novadā Rubenes pagastā, tā austrumos. No Rubenes centra līdz ezeram ir 5,5 km AZA virzienā. Bet līdz Jēkabpils centram ir 41 km DDA virzienā.

Apmēram 150 m uz DR no Dronku ezera atrodas neliels ezers – Kausiņš. Abus ezerus savieno aktīva ūdenstece un teritorija ap tiem ir pārpurvojusies, kas radīja aizdomas, ka leduslaikmeta beigās šie ezeri ir ietilpuši vienā baseinā. Lauka darbos izdarot nogulumu kontrolzondējumus, šajā zonā zem kūdras tika konstatēts sapropelis sākot ar 1.8 m dziļumu. Kausiņam nav savas atsevišķas ezera pases, pēc dotās informācijas ezeru datubāzes - 1990. gada ezera spoguļa virsmas laukums ir bijis 1,0 ha, bet 2008. gadā vairs tikai 0,5 ha (ezeri.lv). Nepaies pārāk ilgs laiks līdz arī Kausiņš būs pilnībā pārpurvojies. Katru gadu samazinās ezeru virsmas platība Latvijā par vairākiem simtiem hektāru kopumā (Cimdiņš, 2001)

Dronku spoguļa laukums ir 4,2 hektāri, maksimālais dziļums 5,5 m, tā vidējais dziļums ir 4,4 m (ezeri.lv). Pētāmais ezers ir noteces ezers, iekļaujas Daugavas lielbaseina hidroloģiskajā tīklā. Ezera aizaugšanas pakāpe ir aptuveni 3 m niedru josla pēc dotās informācijas mājas lapā (ezeri.lv).

1.6. Augšzemes augstiene

Ģeogrāfiski Latvijas kartē augstiene ir izvietojusies dienvidaustrumu daļā. Sīkāk var iedalīt Ilūkstes un Skrudalienes pauguraines, kas tiek savienotas ar Sēlijas paugurvalni. Salīdzinoši izteikti var novērot pāreju Aknīstes pacēlumā ziemeļrietumos, bet no Vidusdaugavas zemienes ziemeļos to šķir Daugavas ieleja un Latgales augstienes ziemeļaustrumos.

Tā ir pieskaitīta pie marginālo augstieņu tipa. Reljefs ir izteikti paugurains. Tā atbilst ledāja vairoga perifērajai zonai, kurā galvenā ledus plūsma sadalījās vairākas mazākās ledus mēlēs, starp kurām izveidojas nosacītas ledusšķirtnes. Tika izveidojušās ledāja malas zonai atbilstošas reljefa formas un to komplekss: saspieduma, sabīdījuma un uzbīdījuma gala morēnu vaļņu un to grēdas, glaciostruktūrformas. Šīs formas un to pamatnes veido pēdēja ledus laikmeta nogulumi, pietam to biezums ir diezgan iespaidīgs 60-70 m. Nogulumu akumulācija notika zemledus apstākļos vai arī brīdī, kad notika ledāja uzvirzīšanās, tomēr lielākoties tas notika iekšledus apstākļos ledāja segas degradācijas fāzē. (Juškēvičs u.c., 2003)

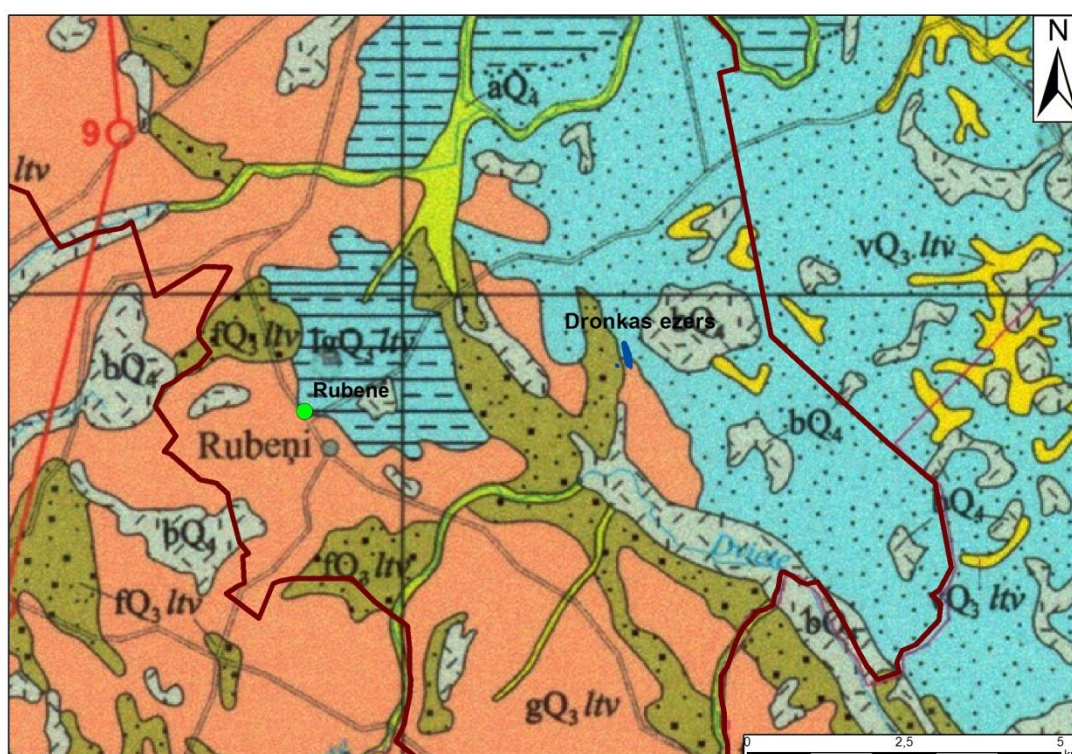
1.7. Aknīstes nolaidenums

Izvietojies ir Austrumlatvijas zemienes dienvidrietumu daļā, atrodas starp Sēlijas un Ilūkstes paugurvalni Augšzemes augstienē. Reljefs ir viļņots līdzenums ar gariem pacēlumiem, kas ir orientēti ziemeļaustrumu virzienā, tie ir līdz 2 km plati un 5- 15 m gari. Starp tiem ir reti, zemi pauguri un plaši, pārpuvoti pazeminājumi starp tiem, kādā ir arī novietojies autores apskatītais Dronku ezers. Zemes virsma veidojās Austrumlatvijas ledus plūsmas malas zonā un lielākoties apskatāmas reljefa formas ir ledāja frontālie veidojumi. Nogulumi ir ledāja deformēti, var novērot dažādas saspieduma krokas un sabīdījumus, zvīņveida uzbīdījumus un dažāda lieluma atrauteņus. (Juškēvičs u.c., 2003). Šobrīd aktīvākie ģeoloģiskie procesi ir pārpuvošanās, kas tiek veicināta ar apgrūtinātu virszemes ūdeņu noteci, nepietiekami attīstītu meliorācijas sistēmu un līdzeno reljefu (Juškēvičsu.c, 2003). Kā to varēja arī novērot Dronku ezera apkartē, apstaigājot ezeram piegulošo mežu teritoriju pauguri mijās ar pārpuvotām zemienēm, kur kūdras biezums vidēji bija biezāks par 2 m, kā to pierādīja nogulumu kontrolzondējumi.

1.8. Dronku ezera ģeoloģiskā uzbūve

Pirmskvartāra nogulumus veido augšdevona nogulumi (D_3), Franās stāva. Starp Rubeni un Dronku ezeru ir robeža starp Amatas svītu (D_{3am}), kuri ir dzeltenpelēki smilšakmeņi ar sarkanbrūnu aleirolītu un malu starpslāņiem, un Gaujas (D_{3gj}), dzeltenpelēki smilšakmeņi - sarkanbrūni, gaišzaļganpelēki, raibi aleirolīti, mali, aleirītiski māli (1.3. att.).

Augšdevona nogulumus pārsedz augšpleistocēna Latvijas svītas glaciolimmiskie nogulumi (lgQ_3ltv), ezera D piekraste robežojas ar glaciģēnajiem nogulumiem (gQ_3ltv), gar R krastu ir arī glaciofluviālie nogulumi (fQ_3ltv). Mūsdienās ir paplašinājušās pārpurvotās teritorijas.



Apzīmējumi

Holocēns

bQ₄ Purvu nogulumi

aQ₄ Aluviālie nogulumi. Smilts, grants, oļājs un aleirīts

Augšpleistocēns

Latvijas svīta

gQ₃ltv Glaciģēnie nogulumi. Morēnas mālsmilts un smilšmāls

Kūdra

1.3. attēls. **Kvartāra nogulumu karte** ((LVGD Kvartargeologija) Valsts Ģeoloģijas Dienesta Kvartāra nogulumu karšu mozaīka mērogā 1:200 000, LU ĢZZF WMS, autores papildināts)

2. MATERIĀLI UN METODES

Bakalaura darba ietvaros tika izpētīts kartogrāfiskais materiāls un apkopots literatūras avoti un veikta to analīze. Sākumā tika pētīti kartogrāfiskie materiāli, kuri ir pieejami LVĢMC Ģeoloģijas fondā, Latvijas Universitātes karšu serverī, lai varētu pēc iespējas labāk sagatavoties lauka darbiem. Tika apzināts teritorijas reljefs, platība, iepriekš veiktie ģeoloģiskie apraksti utt. Jāmin, ka darba autore veiktas ezera nogulumu urbuma dziļums atšķiras no iepriekš veiktajiem pētījumiem ko veica R. Alksnītis 1998. gadā, tāpēc darba autorei radās šaubas par iepriekš veikto pētījumu ticamību (1. pielikums).

Lai iegūtu labāku priekšstatu un noskaidrotu nogulumu raksturu Dronku ezerā un tā apkārtnē, divas reizes tika veikti lauka darbi (2.1 att), kuru laikā tika veikti ģeoloģiskie urbumi, nogulumu aprakstīšana, paraugu ievākšana tālākiem pētījumiem laboratorijās, zondējumi, teritorijas apsekošana, fotografēšana.



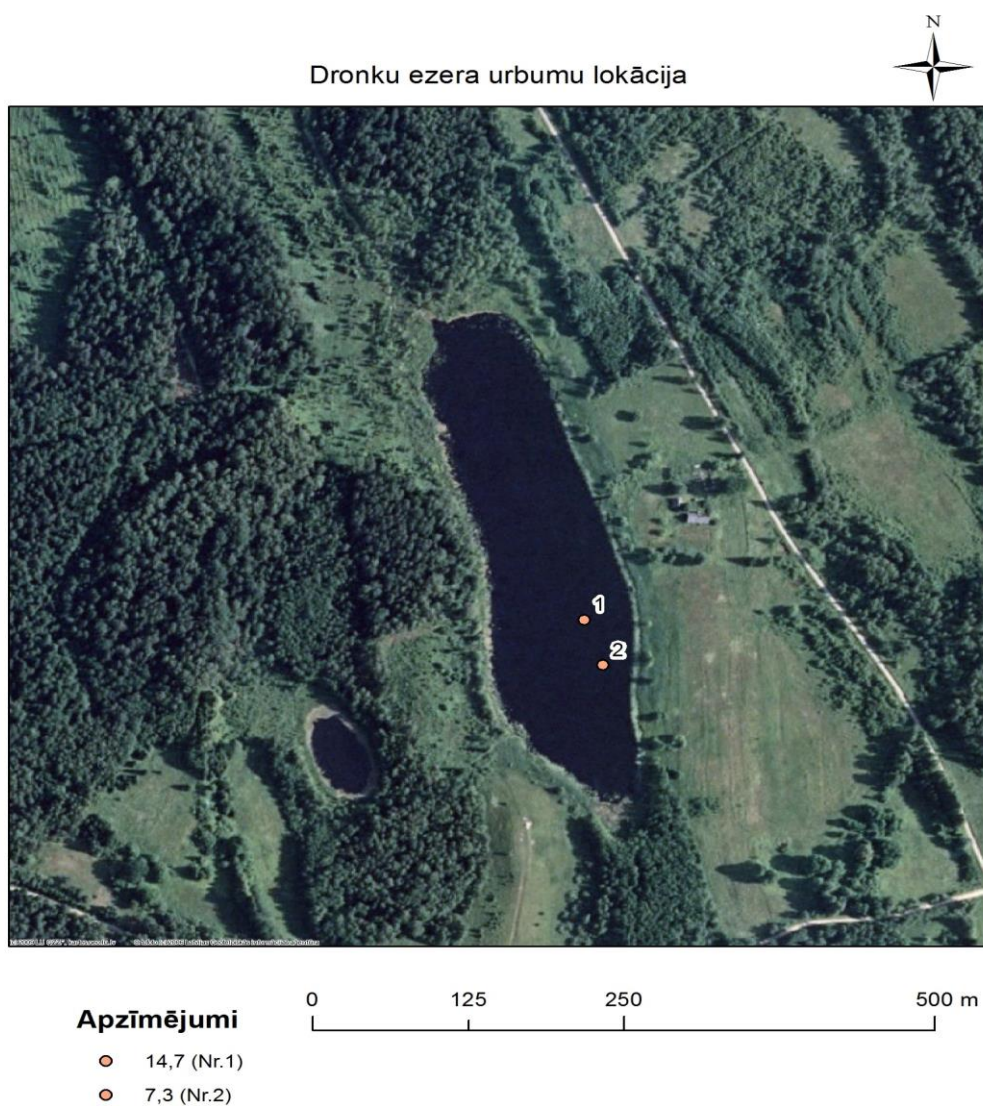
2.1.attēls. Lauka darbu veikšana ar mīksto nogulumu urbi Dronku ezera krastā, to sagatavošana pārvietošanai (Elīnas Guščinka foto, 2013)

Paleoecoloģiskajos pētījumos ezeru nogulumu analīzei bieži izmanto dažādas metodes, tai skaitā augu makroatlieku analīzi (Battarbee, 2000) un karsēšanas zudumu analīzi. Vienlaicīga šo metožu pielietošana ļauj rekonstruēt vietējās un reģionālās izmaiņas ezerā un tā tuvumā, kā arī spriest par ūdens līmeņa svārstībām saistībā ar klimata pārmaiņām vai cilvēka

darbību izraisītajām sekām (Harrison et al., 1993; Feurdean and Bennike, 2004; Hang et al., 2008; Stančikaitē et al., 2008).

2.1. Lauka darbi

Pirmo lauka darbu ietvaros, kuri notika 2013. gada 15. martā, tika veikti divi ezera nogulumu urbumi: pirmais urbums sasniedza 14,70 m dziļumu un otrs pie krasta 7,30 m. (2.2. att.). No abiem urbumiem tika noņemti nogulumu monolīti, kas tika iesaiņoti un aiztransportēti tālākajiem pētījumiem Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Kvartārvides laboratoriju, kur tie tika tālāk apstrādāti. Pirmie lauka darbi notika ziemā, lai atvieglotu urbšanas darbus, kad ar mīksto nogulumu urbi tiek ievākti ezera nogulumu no ledus, kas kalpo kā stingrs plosts.



2.2.attēls. Dronku ezera urbumu novietojums kartē ((ORTOFOTO 2) VZD Latvijas 2. etapa ortofoto karšu mozaīka, LU ĢZZF WMS, pārveidojusi darba autore, 2014)

Dronku ezera urbumu un zondējumu apraksts

1. Urbums ezera vidū, sporu - putekšņu analīzēm

E 0628617 N 6223967

Ūdens slānis līdz nogulumiem ir 5,80 m, tiek izurbti 4 urbumi, no kuriem secīgi pēc kārtas tiek ņemti paraugi

1. 5.80- 6.80 m sapropelis, slāņots vāji konsolidēts, tumšākas līnijas mijas ar gaišāk brūnām, aptuveni pēc 40 cm no metra augšas, beigu daļā ir salīdzinoši izteiktāki stingrāki nogulumi.

2. 6.80- 7.70 m sapropelis ar izteiktāku slāņojumu, 7,60 m dziļumā sapropelis kļūst vienmērīgi gaišāk brūns.

3. 7.70 -8.70 m sapropelis, 20 cm no augšas beidzas gaišāk brūnais vienmērīgais slānis, atkal ir izteikti slāņojumu, krāsu mija iegūst mazliet zaļganu nokrāsu.

4. 8.70- 9.70 m sapropelis, slāņa vidusdaļā ir izteikti gaišāk brūni slāņi, slāņojuma izteiksmīgums beidzas 15 cm no beigām, sapropelis kļūst masīvs vienmērīgi tumši brūns.

5. 9.70- 10.70 m, sapropelis, viendabīgi sulīgi brūni zaļš, masīvs.

6. 10.70-11.70 m, sapropelis, aptuveni 11, 50m dziļumā atkal parādās slāņojums, mijas tumši brūns ar gaišāk zaļgani brūnu, uz slāņa beigām sapropelī ir konstatēta neliels aleirīta piejaukums.

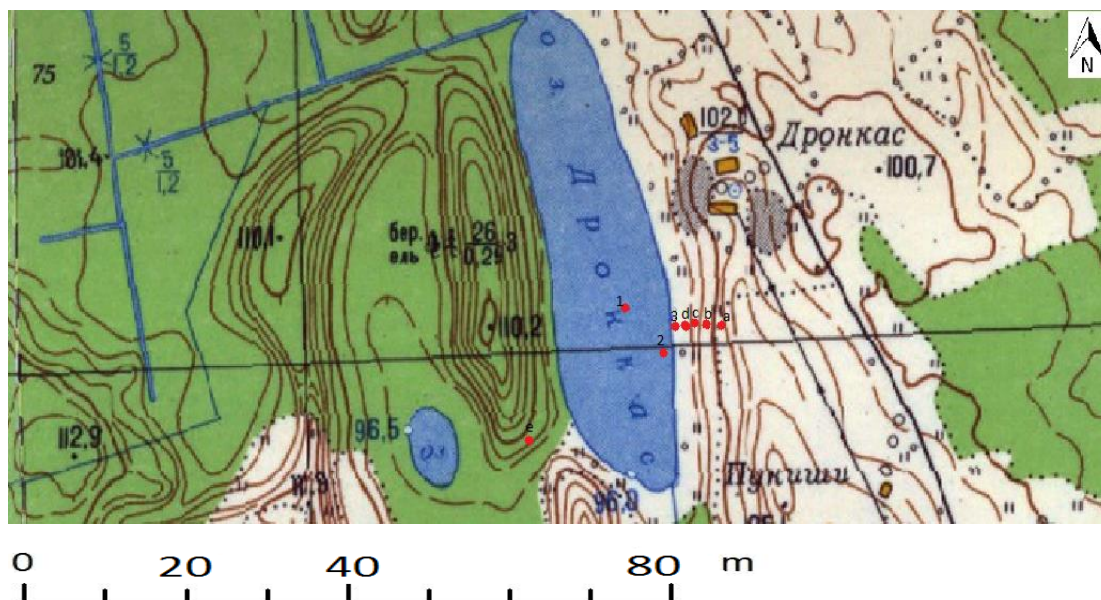
7. 11.70- 12.70 m, sapropelis, 20 cm no slāņa sākuma ir zaļgans apmēram 10 cm biezs sapropelis, tālāk turpinās sapropeļa slāņojums.

8. 12.70- 13.70 m, sapropelis, slāņojums sāk izzust, kļūst neizteiksmīgs, apmēram 40 cm no slāņa pamatnes ir jūtama māla klātbūtne, parādās atkal slāņojums.

9. 13.70-14.70 m, sapropelis, slāņots, tumši brūns mijas ar zaļganu,

Urbums tiek noslēgts pie šīs atzīmes nesasniedzot minerālgruntij.

Lauka darbi tika veikti arī rudenī, 2013. gada 26. septembrī. To laikā tika veikts viens ģeoloģiskais urbums tuvu pie ezera austrumu krasta, netālu no dzelzs laikmeta Dronku apmetnes, kur tika paņemti nogulumi makro analīžu veikšanai. Lai noskaidrotu krasta raksturu apmetnes tuvumā, tika veikta krasta zondēšana līdz ezera malai, kopā tika veikti 5 zondējumi. Tika veikts arī viens kontrolzondējums starp Lielo Dronku ezeru un Mazo Dronku ezeru, kura laikā tika apstiprinātas aizdomas, ka kādreiz šie ezeri ir bijuši savienoti, jo 1,80 m dziļumā zem zemā tipa kūdras sākās ezera nogulumi(2.3 att).



2.3 Attēls. Dronku ezera urbumu un zondējumu lokācija ((TOPO 10K PSRS) Bijušās PSRS armijas ģenerālštāba topogrāfisko karšu mozaīka mērogā 1:10 000. LU ĢZZF WMS, pārveidoja darba autore)

Izmantotais aprīkojums lauka darbiem: kartes (ortofotokartes, fiziogēogrāfiskās), ezera pase, GPS (globālās pozicionēšanas sistēma), mīksto nogulumu urbis (ar kameru 1 m garumā un 7 cm diametrā), urbja stieņi, mērlenta, polietilēna plēve, plastmasas paliktņi, fotoaparāts, lauka grāmatiņa, kur veikt lauka darbu pierakstus.

Ezera nogulumu parauga iegūšana notiek ar atvērtu urbja kameru vertikāli ielaižot pirms tam ar ledus urbi izurbtā āliņģī, sasniedzot noteikto ezera nogulumu dziļumu, mīksto nogulumu urbis tiek pagriezts pretēji pulksteņrādītāja virzienam par 180°, urbis aizveras iegūstot parauga serdi. Pēc katras paraugošanas urbis tiek izskalots un notīrīts, lai varētu iegūt netraucētus un nepiesārņotus nogulumus, pareizā hronoloģiskajā secībā. Tad katra urbuma nogulumu serde tiek aprakstīta lauku darbu grāmatiņā, uzmanīgi notīrīta un iesaiņota plēvē, lai netraucēti varētu ezera nogulumu serdi nogādāt LU ĢZZF Kvartārvides laboratorijā. Tur nogulumi tiks tālāk sagatavoti laboratorijas darbiem. Serdes transportē horizontālā stāvoklī, lai nogulumi nesablīvētos un nesajauktos. Nogulumi pie krasta tika iegūti ar tādu pašu metodi kā urbums ezera vidū.

2. Urbums tiek veikts aptuveni 2-3 m no krasta, makroatliekām

E 0628652 N 6223925

Ūdens slānis virs nogulumiem ir 1,90 m

1. 1,90- 2,90 m, sapropelis, brūnganā krāsa, no 30-40 cm ir izteikta gliemežvāku josla. Ir sastopamas gan niedru, koku sākņu, gliemežvāku daļas viscaur nogulumu slānī.

2. 2.90-3.90 m, sapropelis, visā slāņa garumā ir daži mazi, balti gliemežvāciņi, kā arī augu atliekas. Parādās neizteikts slāņojums brūns mijas ar gaišāk brūnu.
3. 3.90-4,90 m, sapropelis, brūnā krāsā, bet tās intensitāte mainās, ir manāmas augu atliekas, materiāls nedaudz kūdrais, vietām novērojami smilšaināki slāņi.
4. 4.90- 5,90 m, sapropelis, ir jau izteikti smilšaini slāņi, kas mijas ar sapropeli, it īpaši slāņa vidusdaļā palielinās to biezums, ir vietām manāmas gliemeņu čaulas.
5. 5,90- 6,90 m, sapropelis viscaur smilšains, ir satrūnējuša koka gabals, brīžiem ir novērojami izteiktāki smilšu slāņi
6. Līdz 7,30 m, smilšaini ezera nogulumu, vietām mālaini slāņi, materiāls pelēkā krāsā, slāņots, dziļāk nav iespējams iegūt.

1. Zondējums ezera krastā, tiek veikts sākot 3 m no niedru joslas. 2m virs ūdens līmeņa

628680 E, 06223953 N.

1. 0,00- 0,40 m augsne ar organisma vielām bagāta
2. 0,40- 0,70 m grants, ūdens piesātināta
3. 0,70-0,80m grants paraugs paliek smilšaināks
4. 0,80- 1,00m grants vietām ir manāmi līdz 30 mm lieli oļi
5. 1,00- 1,20 m grants, bet jūtāmāka ir māla klātbūtne paliek plastiskāks(keramikas atradums)
6. 1,20- 1,60m, pie 1,45m aleirīts gaiši brūns ar smilts piejaukumu
7. 1,60- 1,80m aleirīts ar smilti, tiek atrasts satrunējis koka gabals
8. 1,80- 2,00m smilts, materiāls paliek mālaināks, mazāk aleirītisks

2,00- 2,40 m morēna, pelēkbrūngana

Zondējums tiek noslēgts

2. Zondējums 628691E, 6223952 N. 1,6 m virs ūdens līmeņa

1. 0,00- 0,20 augsne smilšaina, tumša
2. 0,20- 0,40 augsne paliek smilšaināka, daudz niedru sakņu
3. 0,40- 0,60m kūdra
4. 0,60- 1,00m kūdra sadalījusies, kura pie intervāla beigām ir vairāk sadalījusies
5. 1,00- 1,60m aleirolīts birstošs 10 cm no beigām

Zondējums tiek noslēgts

3. Zondējums 628680E, 628395 N.
1. 0,00- 0,20m augsne tumša, kūdraina
2. 0,20-0,40m augsne, kūdraina, kuru nomaina 0,35 m vidējgraudainas smilts slānis
3. 0,40-0,60m smilšainais slānis, kuru nomaina kūdras slānis
4. 0,60 – 0,80 kūdras slānis, parādās pelēcīgs aleirīts, ar mālaini smilšainu piejaukumu
5. 0,80- 1,00m aleirīts smilšains
6. 1,00- 1,20m, smilts, smalkgraudaina ar aleiritisku piejaukumu
7. 1,20- 1,40m morēna, smilšaina
8. 1,40- 1,70m morēna mālaina gaišpelēcīgbrūngana

Zondējums tiek noslēgts

4. Zondējums 628671 E, 6223952 N.
1. 0,00-0,20m augsne kūdraina
2. 0,20- 0,40 kūdra, vāji sadalījusies tumša
3. 0,40- 1,00 kūdra, labi sadalījušas
4. 1,00- 1,30 sapropelis ar egles čiekuru nogulumos
5. 1,30-1,60m smilts vidējgraudaina
6. 1,60-1,80m smilts, pie 1,70 m aleirīts smilšains
7. 1,80- 2,00 smilts smalkgraudaina ar aleirīta piejaukumu
8. 2,00-2,20m smilts smalkgraudaina ar aleirīta piejaukumu

Zondējums tiek noslēgts

5. Zondējums 628665 E, 6222952 N. Tiek blakus izdarīts arī ģeoloģiskais urbums nogulumu iegūšanai makroatliekam.

1. 0,00-0,20m augsne, kūdraina
2. 0,20-0,60m kūdra, vidēji sadalījusies
3. 0,60- 0,80m kūdra
4. 0,80- 1,40m sapropelis, kūdrains
5. 1,40- 2,00m kūdrains sapropelis, kuru nomaina smalkgraudaina smilts 2 cm no intervāla beigām

Zondējums tiek noslēgts

1. Zondējums starp ezeriem
628522 E, 6223804N
1. 0,00- 0,30 augsne kūdraina, tumša
2. 0,30- 0,80m kūdra tumša, vidēji sadalījusies
3. 0,80- 1,80m kūdra
4. 1,80-2,00 sapropelis kūdrains
5. 2,00-2,20 sapropelis, tumši brūns

Zondējums tiek noslēgts

2.2. Laboratorijas pētījumi

Darba autore lauka darbu laikā iegūtos Dronku ezera nogulumu monolītus nogādāja LU ĢZZF Kvartārvides laboratorijā, kur tie tika sadalīti tālākām laboratorijas analīzēm atbilstoši katras metodes nosacījumiem. Karsēšanas zudumu metodei ezera nogulumu monolīti, kas tika iegūti ģeoloģiskās urbšanas laikā ar mīksto nogulumu urbi pirmo lauka darbu laikā, tika sadalīti ik pa 2 cm. Karsēšanas zudumu metode tika veikta LU ĢZZF Vides ķīmijas un Kvartārvides laboratorijā.

Otro lauka darbu laikā (26.09.2013.), tika ievākti nogulumi no blakus ezeram esošās aizaugušās daļas makroatlieku analīzēm. Šī analīze tika veikta Kvartārvides laboratorijā katriem urbuma 5 cm.

2.2.1. Karsēšanas zudumu metode

Karsēšanas zudumu metodi plaši izmanto paleolimnoloģiskajos pētījumos, lai noteiktu nogulumos esošo organisko un karbonātisko vielu daudzumu (Heiri, Lotter, and Lemcke, 2001).

Šīs metodes priekšrocības vieni no pirmajiem novērtēja V. Dīns (Dean, 1974; Santisteban, 2004), Bengstons un Ennelu (Bengston, Ennel, 1986), kuri secināja, ka attiecīgi izkarsējot paraugus var salīdzinoši lēti un ātri iegūt datus par organisko vielu daudzumu paraugu izkarsējot 550 °C un karbonātu daudzumu paraugu izkarsējot 950 °C.

Darba autore veicot karsēšanas zudumu metodi izmantojot ziemas periodā ievāktos ezera nogulumus, ES 225SM-DR (max 225g, min 10 mg, Swiss made) svāri (iegādāti ar ESF finansējumu) ar precizitāti līdz tūkstošdaļai, žāvkapi, mufelkrāsni, porcelāna tīģelīšus, eksikatoru, tīģelknaibles, lineālu, nazi un pielāgotu šprici paraugu precīzai noņemšanai.

Darba autore analizējot literatūru nonāca pie secinājuma, ka karsēšanas zudumu analīzi jāveic ar vienu žāvskapi un mufeļkrāsni, jo pētījumi par to, ka metodes dati var nedaudz atšķirties izmantojot atšķirīgu aizdegšanās temperatūru, ekspozīcijas laiku, vai pat stāvokli krāsnī var izraisīt starplaboratoriju mainīgumu datus (Heiri, Lotter, Lemcke, 2001; Luczak, Janquin, Kupka, 1997). Kā arī jāņem vērā kādi nogulumi tiek dedzināti, jo dažādiem nogulumiem var atšķirties CO₂ zudums no karbonātiem (neorganiskās vielas) (Hirota, Szyper, 1975), un māla minerālu strukturālā ūdens zudums (Ball, 1964).

Organisko vielu saturs tiek noteikts dedzinot nogulumus kontrolētos apstākļos mufeļkrāsnī. Bet tā kā dažādos pētījumos ir redzēts, ka izmanto dažādas temperatūras un arī tiek izmantotas dažādas laboratorijas, tas var dot mainīgu rezultātu, kā arī rezultāts var mainīties atkarībā no nogulumu veida (Goldin, 1987; Ben-Dor, E. And Banin, A. 1989; Davies, 1974; Ball, 1964, Howard and Howard, 1990). Darba autore izvēlējās organiskās vielas dedzināt pie 550 °C, izvēli balstot uz Heiri O. (Heiri et al., 2001) zinātnisko rakstu.

Lai uzsāktu karsēšanas zudumu analīzi darba autore izkarsēja tīģelīšus (1 h, 550 °C temperatūrā), lai neitralizētu gaistošo vielu ietekmi. Porcelāna tīģelīši tiek nosvērti un tālāk tajos tiek ievietoti ezera nogulumu paraugi no monolīta. Paraugi tika ņemti ik pēc 2 cm, ar tilpumu apmēram 1 cm³. Sasvērtie paraugi tika žāvēti 12 h 105 °C LU ĢZZF esošajā *Nahita drying oven Model 631/632* žāvēšanas krāsnī. Pēc šīm 12 h paraugs tiek atdzesēts un nosvērts, iegūstot procentuālu mitruma daudzumu paraugā.

Organiskās vielas un karbonātu attiecības noteikšana pamatojas uz paraugu secīgu karsēšanu mufeļkrāsnī. Tika izmantota *Omron E5CK –T* mufeļkrāsns. Paraugi tika karsēti 4 h 550 °C, lai noteiktu organisko vielu daudzumu paraugā, tie tiek oksidēti 550 °C temperatūrā līdz oglekļa dioksīdam un pelniem (Dean, 1974; Santisteban, 2004). Zuduma masu var aprēķināt, nosverot paraugus pirms un pēc karsēšanas, vēlāk skaitļus ieliekot vienkāršā formulā:

$$LOI_{550} = ((DW_{105} - DW_{550}) / DW_{105}) * 100, \text{ kur}$$

- LOI₅₅₀ ir karsēšanas zudumi 550°C temperatūrā (procentuāli);
- DW₁₀₅ ir sausais parauga svars pirms dedzināšanas;
- DW₅₅₀ sausa parauga svars pēc dedzināšanas 550°C temperatūrā.

Tālāk nogulumi tiek karsēti 950 °C, un panākts efekts, kad no oglekļa dioksīda tiek atdalīti karbonāti un citi minerāli. Pēc tam aprēķinot, pēc šādas formulas:

$$LOI_{950} = ((DW_{550} - DW_{950}) / DW_{105}) * 1,36 * 100, \text{ kur}$$

- LOI₉₅₀ ir karsēšanas zudumi 950 °C temperatūrā (procentuāli);
- DW₅₅₀ ir sausais parauga svars pēc organisko vielu sadedzināšanas 550 °C temperatūrā;

- DW_{950} sausa parauga svars pēc dedzināšanas 950 °C temperatūrā;
- DW_{105} ir atkal parauga svars pirms organisko karbonātu dedzināšanas.

Šis ir vienkāršs veids, kā var precīzi noteikt karbonātu un organisko vielu daudzumu māliem, aleirītiem, karbonātiskos nogulumos (Dean, 1974; Santisteban et al., 2004).

2.2.2. Augu makroatlieku analīze

Augu makroatlieku metode tiek plaši izmantota, lai rekonstruētu agrāko paleovidi, paleobotānikas apstākļus dažādās vietās un ir lielisks palīgs arī vides arheoloģijā u.c. Kvartāra nogulumos var atrast dažādas auga daļas, sākot ar auga lapām, saknēm, kātiņiem u.c. līdz auga vairošanās daļām - sēklām, putekšņiem, megasporām, riekstiņiem (Warner, 1990). Tās ir atliekas, kas ir saskatāmas ar aci, bet lai vieglāk būtu identificēt darba autore tās skatīja binokulārajā mikroskopā ar palielinājumu 40 reizes.

Cilvēka ietekmi uz pagātnes veģetāciju var izsecināt no makroatlieku pētījumiem kopā ar putekšņu ierakstiem un karsēšanas zudumu metodi (Van Geela, 2003). Svarīgs antropogēnās vides izmaiņu indikators ezerā var būt eitrofikācija, ko izraisa mēsli no apmetņu tuvuma ūdenstilpei. Arī lapu un barības uzlasīšanai, ganībām, mežu izciršanai un kultūru audzēšanai var būt ievērojama ietekme uz dabisko ainavu. Cilvēks un mājdzīvnieki bieži ir atbildīgi par virkni jaunu biotopu veidošanos, kā arī par apmetņu mikofloru (Van Geela, 2003).

Makroatlieku metode galvenokārt ir balstīta uz sēkļu noteikšanu – atpazīšanu, ko sauc par karpoloģisko metodi. Lielākoties saglabājas sēkļu sēklapvalks un augļapvalks, kura galvenais uzdevums ir aizsargāt sēklas dīgļi. Tie mēdz būt ar dažādiem izaugumiem, pumpiņām, rievīņām, kas sekmē sēkļu izplatīšanos un palīdz makroatlieku identificēšanai.

Lai sēklas un augļi varētu saglabāties vairākas simtgades un tūkstošgades tam ir vajadzīgi ātri sedimentācijas apstākļi, kad attiecīgā sēkla nonāk skābos, bezskābekļa vides apstākļos. Nosakot tos līdz sugai un ģintij var secināt par vidi, kādos tie ir auguši vadoties pēc mūsdienās sastopamajām sēklām vai augļiem.

Paraugi tika ņemti netālu no ezera krasta, lai iegūtu lielāku sēkļu daudzveidību. Tika iegūts nogulumu griezum, kur varēja novērot pārkūdotā krasta pāreju ezera nogulumos. Tika iegūti 1,80 m nogulumu, kuri tika ar plastmasas palikņu palīdzību nogādāti LU ĢZZF. Vēlāk Kvartārvides laboratorijā notika tālāka materiāla apstrādāšana.

Paraugi tika ņemti ik pēc 5 cm un tie tālāk tiek skaloti caur 125 mikronu acs sietu. Makroatlieku parauga tilpums no 5 cm bija 100 cm³. Kopumā darba autore analizēja 33 paraugus. Ūdens strūklai ir jābūt pietiekami spēcīgai, lai viss liekais tiktu aizskalots caur sietu prom, bet ne pārāk, lai netiktu sabojātas augu atliekas. Kad ūdens, kas tek caur paraugu vairs

neduļkojas ir dzidrs, tad paraugs tiek rūpīgi pārlikts polietilēna maisīņos, lai saglabātu tos mitrus.

Tālākā darbība tiek veikta pie stereoskopiskā mikroskopa Stemi 1000/2000/2000- C Stereo Microscope un stereoskopisko binokularo – MBC - 2. Tika paņemta neliela daļā no lielā parauga un uzlikta uz Petri trauciņa, kur tālāk caur mikroskopu skatoties tika izlasītas sēklas, ieliktas kamerās un noteiktas paraugā esošās sēklas ar dažādu noteicēju un etalonu palīdzību, tika identificētas arī citas makro atliekas kā piemēram uzskaitītas oglītes un atrastās insekta daļas.

Augu makroatlieku identificēšanai tika izmantota dažāda literatūra un sēklu atlanti (Katz, Katz, 1933; Beijerinck, W. 1947; Grosse-Brauckmann, Streitz, 1992; Anderberg, 1994), kā arī konsultējoties ar M. ģeol. A. Ceriņu.

Iegūtos datus darba autore apstrādāja ar datorprogrammu *Tilia* (Grimm, 2010). Tika iegūta makroatlieku diagramma, pēc diagrammā izdalītajām zonām tika veikts urbuma un skaidrotas nogulumu zonas.

2.3. Kamerālie darbi

Kamerālie darbi, iegūto datu apstrāde, kā arī vizualizācija notiks Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes ĢIS laboratorijā.

Kamerālo darbu izpildei tika izmantota šāda specializētā programmatūra:

- „ArcMap 10”, kā arī „ArcMap 9,2”;
- „CorelDraw x4”;
- Microsoft Office programmas (MS Word, MS Excel u.c.).
- Tilia 1.5.12.

3. REZULTĀTI

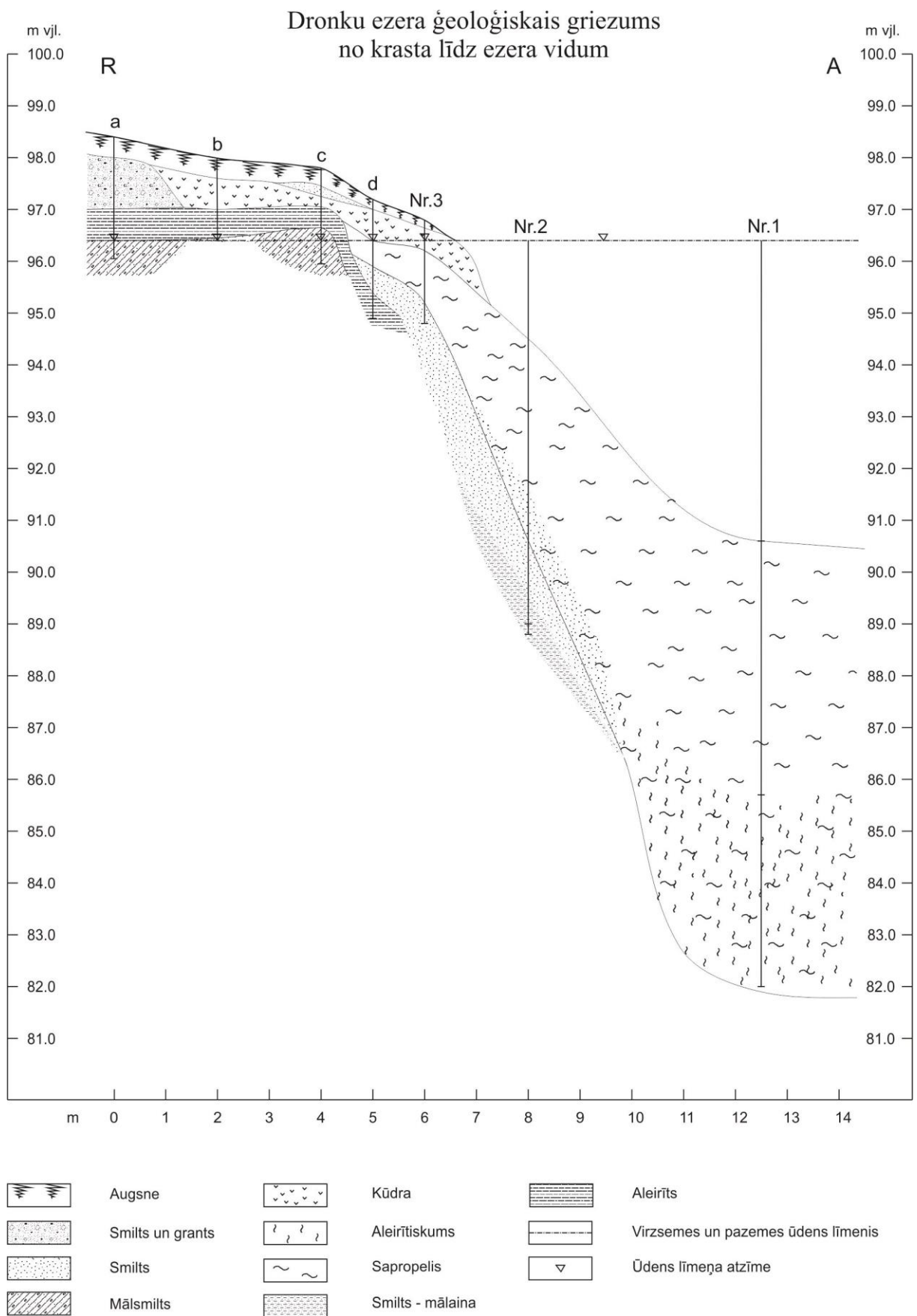
Bakalaura darba autore pēc lauka darbiem un laboratorijas analīžu veikšanas pētāmajā Dronku ezerā un tā aizaugušajā daļā ir veikusi rezultātu apkopošanu.

3.1. Lauka darbu rezultāti

Pirms lauka darbiem izpētot kartogrāfisko materiālu un ģeoloģiskās izpētes materiālus (Alksnītis, 1998; Juškevičs u.c. 2003) tika secināts, ka ezers varētu būt glacigēnas izcelsmes, jo tas atrodas starppauguru ieplakā marginālajā Augšzemes augstienē ar izteikti paugurainu reljefu, ko galvenokārt veido ledāja veidotie morēnas nogulumi. Darba autore veicot zondējumus Dronku ezera krastā, c zondējumā sasniedza morēnu (3.1. att.). Visi darba autores veiktie ģeoloģiskie urbumi ar mīksto nogulumu urbi un zondējumu apraksti ir sniegti nodaļas Materiāli un metodes apakšnodaļā Lauka darbi.

Dronku ezerdobe ir ar stāviem krastiem un ezers strauji paliek dziļš, kā tas ir redzams ģeoloģiskajā griezumā (3.1. att.). Izpētot kartogrāfisko materiālu tika pieņemts, ka blakus esošais Kausiņa ezers leduslaikmeta beigu posmā ir ietilpis vienā glaciālā ezerā kopā ar Dronku ezeru. Darba autore veicot kontrolzondējumus starp ezeriem 1,80 m dziļumā tiešām konstatēja, ka sākas ezera nogulumi, kas apstiprināja darba autores pieņēmumu. Šobrīd tā zona ir pārpurvojusies, un Kausiņš arī samazina savu spoguļa laukumu (ezeri.lv).

Veicot zondējumus krasta zonā var novērot, cik plašs agrāk ir bijis ezera ūdens spoguļa laukums, jo šobrīd tur ir uzkrājusies kūdra. Ezera patieso dziļumu tehnisku iemeslu dēļ nevarēja noskaidrot, toties katrā ziņā var secināt pēc ezera nogulumu biezuma, ka tā ūdens dziļums ir samazinājies gandrīz trīs reizes. Tas jau ir atdalījies no Kausiņa, kurš ir gandrīz vai pilnībā pārpurvojies.



3.1. attēls. Dronku ezera ģeoloģiskais griezum (veidojusi darba autore, 2014).

3.2. Karsēšanas zudumu rezultāti

Karsēšanas zudumu analīzei darba autore veica ģeoloģisko urbšanu relatīvi ezera vidū (1. urbums), lai iegūtie dati būtu reprezentatīvāki un sniegtu informāciju par visu ezeru un tā apkārtnes vides izmaiņām tā attīstības gaitā. Kā arī darba autore vēlējās noskaidrot, vai karsēšanas zudumu analīze atspoguļos Dzelzs laikmeta vēsturisko apmetni Dronku ezera krastā.

Darba gaitā tika apstrādāti 8,90 metri ezera nogulumu, kas tika iegūti no pirmā urbuma (skat. 3.1. att.). Urbuma ezera nogulumu monolīti tika sadalīti paraugos ik pa 2 cm. Darba autore karsēšanas zudumu analīzi veica 447 ezera nogulumu paraugiem. Kā jau iepriekš darba autore minēja 1. urbums tika veikts ezera vidus daļā, lai varētu iegūt pilnīgāku nogulumu griezumam, jo ezera vidus daļā notiek lielākā sapropeļa uzkrāšanās. Šajā urbumā ezera nogulumu sākās pie 5,80 m dziļuma.

Darba autore pēc karsēšanas zudumu analīzes veikšanas izdalīja 8 zonas (3.2. att.):

3.2attēls. Karsēšanas zudumu analīzes diagramma (izveidojusi autore, 2014)

I-LOI zona ir intervālā no 14,70 līdz 13,76 m. Organisko vielu procentuālais daudzums ir salīdzinoši vienmērīgs (25 %), bet karbonātu daudzums ir ļoti nevienāds, tas svārstās no 2 – 53 %. Šajā zonā vislielāko procentuālo daudzumu sasniedz minerālvielas, to vidējā vērtība ir 57 %. Arī mitruma daudzums šajā zonā ir salīdzinoši vienmērīgs.

II-LOI zona ir intervālā no 13,74 līdz 13,24 m. Šajā zonā var novērot strauju organisko vielu kritumu pie 13,74 m dziļuma salīdzinājumā ar iepriekšējo I-LOI zonu, kā arī ir izteiktas fluktuācijas gan organisko vielu daudzumā (~ 5 – 23 %), gan minerālvielu daudzumā. Vienīgi karbonātu daudzums ir nemainīgs vidēji 2 %. Šajā intervālā neskatoties uz lielajām fluktuācijām var novērot minerālvielu strauju kāpumu, kas vidēji ir 82 %. Šādas izteiktas fluktuācijas var liecināt par ūdens līmeņa fluktuācijām ezerā.

Mitruma daudzums šajā zonā arī ļoti svārstās, kas netieši norāda uz mainīgiem apstākļiem.

III-LOI zona ir intervālā no 13,22 līdz 11,66 m. Organisko vielu daudzums vidēji ir 29 %. Ja neņem vērā izlecošo pīķi pie 12,48 m dziļuma, var teikt, ka organisko vielu daudzums šajā zonā ir vienmērīgs. Diagrammā var redzēt, ka karbonātu daudzumam ir tendence, nedaudz, tomēr pieaugt. Vidēji šajā zonā ir 17 % karbonātu. Minerālvielas svārstās no 64 – 49 %.

IV-LOI zona ir intervālā no 11,64 – 11,22 m. Šajā intervālā organisko vielu daudzums ir nevienmērīgs, svārstās no 24 līdz 32 %, bet vidēji nedaudz pieaug salīdzinot ar iepriekšējo III-LOI zonu, sasniedzot 30 %. Karbonāti samazinās līdz vidēji 13 %, kas ir zemāka par iepriekšējās zonas rādītājiem. Minerālvielu daudzums šajā zonā ir 57 %, sasniedzot savu maksimumu pie 11,52 m dziļuma (67 %).

V-LOI zona ir intervālā no 11,22 līdz 9,32 m. Diagrammā ir vērojamas nelielas organisko vielu svārstības, bet salīdzinot ar iepriekšējām karsēšanas zudumu zonām kopumā ir vērojams neliels organisko vielu kāpums no 30 % līdz 37 % virsējos zonas 110 cm (vidēji 34 %).

Karbonātu daudzums šajā zonā pieaug no 12 līdz 19 % (10,70 m dziļumā) un tad atkal krīt līdz ~ 5 %. Savukārt minerālvielas šajā zonā krīt no ~ 58 % līdz 47 % un tad atkal sāk pieaug. Mitruma daudzums šajā zonā ir ļoti vienmērīgs, vidēji 73 % no kopējās ezera nogulumu masas.

VI-LOI zona ir intervālā no 9,30 līdz 7,50 m. Šajā karsēšanas zudumu zonā organiskās vielas vidēji ir 38 % no ezeru nogulumu sausās masas. VI-LOI zonā organisko vielu daudzums dažādos dziļumos svārstās, bet kopumā ņemot organisko nogulumu uzkrāšanās ir nemainīga.

Minerālvielām ir tendence pieaugt līdz vidēji 60 %, salīdzinot ar iepriekšējo karsēšanas zudumu zonu. Minerālvielām šajā zonā var izsekot līdzīgas tendencēm, kad no zonas sākuma (9,30 m), kur minerālvielas ir 61 %, un, tad nogulumiem turpinoties uzkrāties, minerālvielu daudzums pakāpeniski krīt līdz 51 % (8,62 m dziļumā) un tad sāk parādīties lielākas fluktuācijas un minerālvielu daudzums atkal sāk nedaudz pieaugt.

Karbonātu daudzums visā zonā ir nemainīgs ~ 5 %. Karbonātu” pīķis” izlec pie 8,40 m dziļuma, kur tas uzrāda ļoti augstu vērtību 53 %. Iespējams tā ir kļūda, bet tā kā darba autore nav veikusi šim paraugam atkārtojumu tas netika izņemts ārā.

VII-LOI zona ir intervālā no 7,48 līdz 6,30 m. Analizējot organisko vielu procentuālo daudzumu var novērot diezgan lielas svārstības, kad organisko vielu „pīķis” parādās pie 7,30 (65 %), 6,84 - 6,78 (53 %), 6,44 (58 %) un 6,40 - 6,36 (51 %) m dziļuma.

VII-LOI zonā karbonātiem ir tendence samazināties no ~ 5 % līdz 3 %.

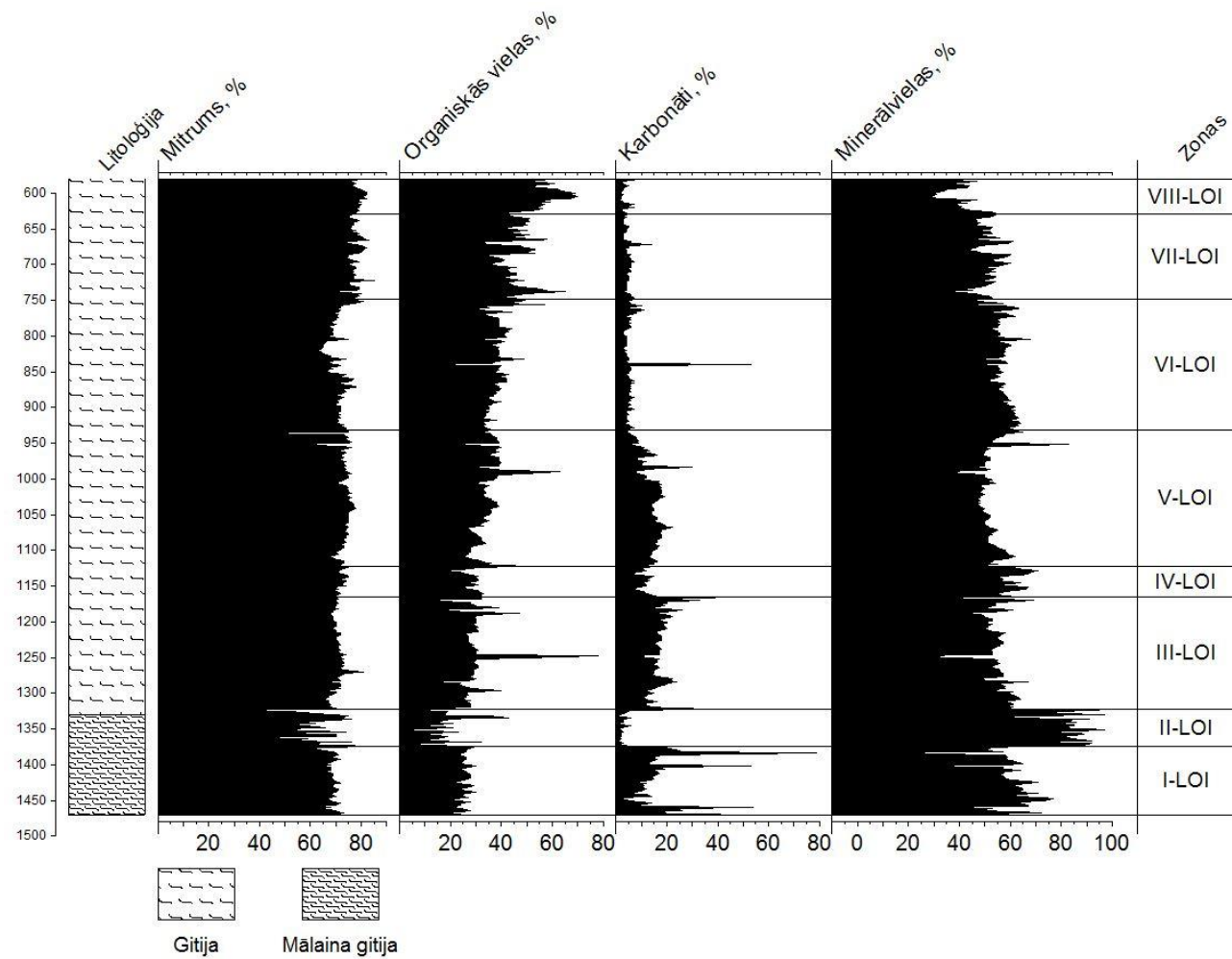
Minerālvielu procentuālais daudzums, salīdzinot ar iepriekšējo zonu, krītas par 7 %. Un ir novērojamas daudz lielākas svārstības nogulumu uzkrāšanās gaitā.

Šajā zonā pieaug nogulumu mitrums.

VIII-LOI zona ir intervālā no 6,28 līdz 5,80 m, kur organisko vielu daudzums sasniedz savu maksimumu 70 % pie 6,04 m dziļuma. Arī vidējais organisko vielu daudzums ir ievērojami lielāks nekā visās iepriekšējās karsēšanas zudumu zonās (58 %). Bet karbonātu daudzums šajā zonā ir tikai vidēji 3 %. Minerālvielas šajā zonā ir mainīgā daudzumā, zonas sākumā ir ~ 46 %, bet intervālā no 6,16 līdz 5,94 m karbonātu daudzums krīt, bet virsējos 12 cm strauji uzkāpj līdz ~ 41 %.

Analizējot karsēšanas zudumu analīzi no Dronku ezera var novērot organisko vielu pakāpenisku pieaugumu, izņemot II-LOI zonu.

Karbonāti strauji krīt II-LOI zonā un no 9,30 m dziļumam līdz mūsdienām. Kopumā minerālvielas svārstās visā 1. urbuma griezumā, bet visstraujāk izlec II-LOI zonā.



3.1. attēls. Karsēšanas zuduma analīzes diagramma (izveidojusi darba autore, 2014)

3.3. Makroatlieku analīzes rezultāti

Darba autore pēc makroatlieku analīžu rezultātiem sastādīja diagrammu (3.2. att.), kas parāda 3. urbuma augu un sēklu atlieku izplatību nogulumos.

Analizējot sastādīto diagrammu, tika izdalītas piecas augu makroatlieku asociāciju zonas:

I-AMAZ no 205 līdz 175 cm. Pirmā augu makroatlieku zona ir izdalīta urbuma nogulumu intervālā no 205 līdz 180 cm dziļumam. Pašā griezuma apakšā, kur bija smilts ar ezera nogulumu (gitijas) piejaukumu, tika konstatēta meža avenes *Rubus idaeus* sēkla (kaulis), Fungi sklerociji un dažādi insektu fragmenti. Meža avenes *Rubus idaeus* aug mežos, krūmājos, izcirtumos, ceļmalās un ūdenstilpju krastos (latvijasdaba.lv).

No koku atliekām šajā zonā parādās egles *Picea abies*, priedes *Pinus sylvestris*, bērza *Betula sect. Albae*, melnalkšņa *Alnus glutinosa* un liepas *Tilia cordata* riekstiņi.

Šajā I-AMA zonā parādās grīšļu *Carex spp.* sēklas (pūslīši) (no 190 cm dziļuma) un meža meldra sēklas *Scirpus sylvaticus* (no 185 cm dziļuma), kas, visticamāk, ir ieskalējušās no krasta un ir sastopamas līdz pat urbuma augšai, mainoties sēklu daudzumam katrā AMA zonā. Ūdens augi šajā zonā nav konstatēti, kas varētu būt skaidrojams ar to, ka ūdens līmenis bijis par dziļu, lai tie iesakņotos.

II-AMAZ intervālā no 175 līdz 160 cm. parādās ūdensaugu (baltās ūdensrozes *Nymphaea alba* un najāde *Najas major*) sēklas un samazinās mitru vietu augu sēklas (meža meldra *Scirpus sylvaticus* un ložņu gundegas *Ranunculus reptans*), kas var liecināt par labvēlīgāku augšanas apstākļu izveidi. Domājam, notika neliela ezera īmeņa pazemināšanās, gan barības vielu pieaugums, kas deva iespēju gan peldlapu, gan iegremdēto ūdensaugu izplatībai. Baltās ūdensrozes *Nymphaea alba* aug dažādos barības vielām bagātos stāvošos un lēni tekošos ūdeņos (latvijasdaba.lv), kā arī šad tad purvā (latvijasdaba.lv). Tā var paciest plašas ūdens ķīmijas izmaiņas, bet jutīga pret iegremdēto lapu trūkumu un, tāpēc ir neaizsargāta pret šādiem traucējumiem, kā piemēram, lapu noplēšana ar laivām (latvijasdaba.lv).

Darba autore šajā intervālā konstatēja arī grīšļu *Carex spp.* un garlapu gundegas *Ranunculus lingua* sēklas, kas aug zāļu purvos, grāvjos, ūdenstilpju palienes joslā un seklūdenī (Galenieks, 1960; latvijasdaba.lv).

Arī šajā intervālā tika konstatētas oglītes (170 - 160 cm dziļumā).

III-AMAZ no 160 līdz 135 cm. Šajā AMA zonā netika atrasta neviena ūdenauga sēklas atlieka, visticamāk, ūdens līmeņa paaugstināšanās dēļ. Vairāk sāk parādīties koku riekstiņi no bērza *Betula sect. Albae* un melnalkšņa *Alnus glutinosa*, kā arī tika konstatēti liepas *Tilia cordata* riekstiņi, kas savu maksimumu sasniedz 160 - 155 cm dziļumā. No mitru pļavu un purva augiem darba autore atrada grīšļu *Carex spp.* un meža meldra *Scirpus sylvaticus* un ložņu gundegas *Ranunculus reptans* sēklas, kas bija sastopamas visā AMAZ-III gandrīz nemainīgā daudzumā.

IV-AMAZ no 135 līdz 100 cm. Bērza *Betula sect. Albae* riekstiņi šajā zonā dominē, un sasniedz savu maksimumu. Arī melnalksnis *Alnus glutinosa* šajā zonā sasniedz savu maksimumu. Tas var liecināt par pārmitriem apstākļiem, jo melnalksnis pārsvarā aug pārmitros mežos, krūmājos, krūmainās un pārpurvotās pļavās (Galenieks, 1960). Auglis - pārkoksnējies augļu sastats, kas sākotnēji zaļš, vēlāk melns un līdzīgs čiekuram. Melnalksnis *Alnus glutinosa* ir koku suga Eiropas mēroga diapazonā. Ziemeļos tas sasniedz polāro loku, savukārt uz dienvidiem sniedzas pat līdz Ziemeļāfrikai. Melnalksnis arī var augt kā zemiņēs, tā ar līdz 1800 m virs jūras līmeņa Alpos un 1300 m v.j.l. Karpatos (Gömöry, Ladislav, 2002). Tas nozīmē, ka šī suga spēj pielāgoties ļoti mainīgiem klimatiskajiem apstākļiem. Taču tajā pat laikā melnalksnim ir īpašas prasības pret augsnes apstākļiem, galvenokārt saistībā ar mitrumu (Gömöry, Ladislav, 2002). Tas aug galvenokārt vietās ar tekošiem ūdeņiem - gar upēm un arī vietās ar stāvošiem gruntsūdeņiem, piemēram, kūdras purvos (Prat, Leger, Bojovic, 1992). Tomēr, atšķirībā no lielākās daļa higrofilo koku sugu, tas izdzīvo arī sausākās vietās. Pa kādam tika atrasti arī citu koku riekstiņi (egles, priedes, liepas).

Šajā zonā darba autore konstatēja ūdenaugu sēklu parādīšanos, kas bija sastopamas II AMA zonā (baltās ūdensroze *Nymphaea alba* un najāde *Najas major*), bet vēl papildus tika konstatēta glīveņu Poatamogetonaceae sēkla.

Visā šajā intervālā, tāpat kā iepriekšējā, ir sastopami arī mitru pļavu un purva augi - grīšļu *Carex spp.* un meža meldra *Scirpus sylvaticus* un ložņu gundegas *Ranunculus reptans* sēklas. Intervālā no 110 līdz 100 cm dziļumam grīšļu *Carex spp.* un meža meldra *Scirpus sylvaticus* sēklu daudzums pieaug, un nomainās AMA zonas no IV uz V. Šajos 10 cm parādās un pieaug arī insektu fragmentu un oglīšu skaits.

V-AMAZ no 100 līdz 30 cm. Darba autore šo zonu izdalīja, balstoties uz meža meldru sēklu *Scirpus sylvaticus* strauju palielināšanos nogulumos. Šis meldrs aug pārmitrās vietās, mežos un krūmājos, pļavās, purvos, ūdenstilpju piekrastē un peļķēs. Raksturīga (bieži monodominējoša) suga augu sabiedrībās pārmitrās pļavās (latvijasdaba.lv). Šajā zonā tika

atrasti priedes *Pinus sylvestris*, bērza *Betula sect. Albae* un alkšņa *Alnus glutinosa* koku atliekas. Par cilvēka klātbūtni ļoti labi liecina miežu *Hordeum* graudu klātbūtne urbumā. Šī suga labi jūtas mērenā klimata zonā ziemeļu puslodē (latvijasdaba.lv). Augšējā augu makroatlieku zonā (AMAZ-III) līdz ar miežiem parādās arī ruderālie augi, kas netieši norāda uz cilvēka saimniecisko darbību (Jeraj, Velušček, Jacomet, 2009). Bastarda balandas *Chenopodium hybridum* šķautņaini iedobumainās sēklas tika atrastas intervālā no 45 – 90 cm. Mūsdienās, piemēram, balto balandu *Chenopodium album* izmanto lopbarības sēklu maisījumiem (latvijasdaba.lv). Vēl viens augs, kas liecina par iespējamo cilvēka darbību, ir trijkrāsu vijolīte *Viola tricolor*, kas aug smilšainās atmatās, skrajās pļavās. Latvijā lielākoties ir sastopama visā teritorijā (latvijasdaba.lv). Intervala sākumā tika atrasta arī izplestā balodene *Atriplex patula*, kas aug nezāļainās vietās, dārzos, kas vēlreiz norāda, ka visticamāk ir noskalojusies no tīruma teritorijas ezera piekrastē (latvijasdaba.lv). Ir konstatēta arī nezāle *Polygonum persicaria*. Līdz ar cilvēka klātbūtni apliecinošo sēklu parādīšanos samazinās bērzu un alkšņu makroatlieku daudzums nogulumos.

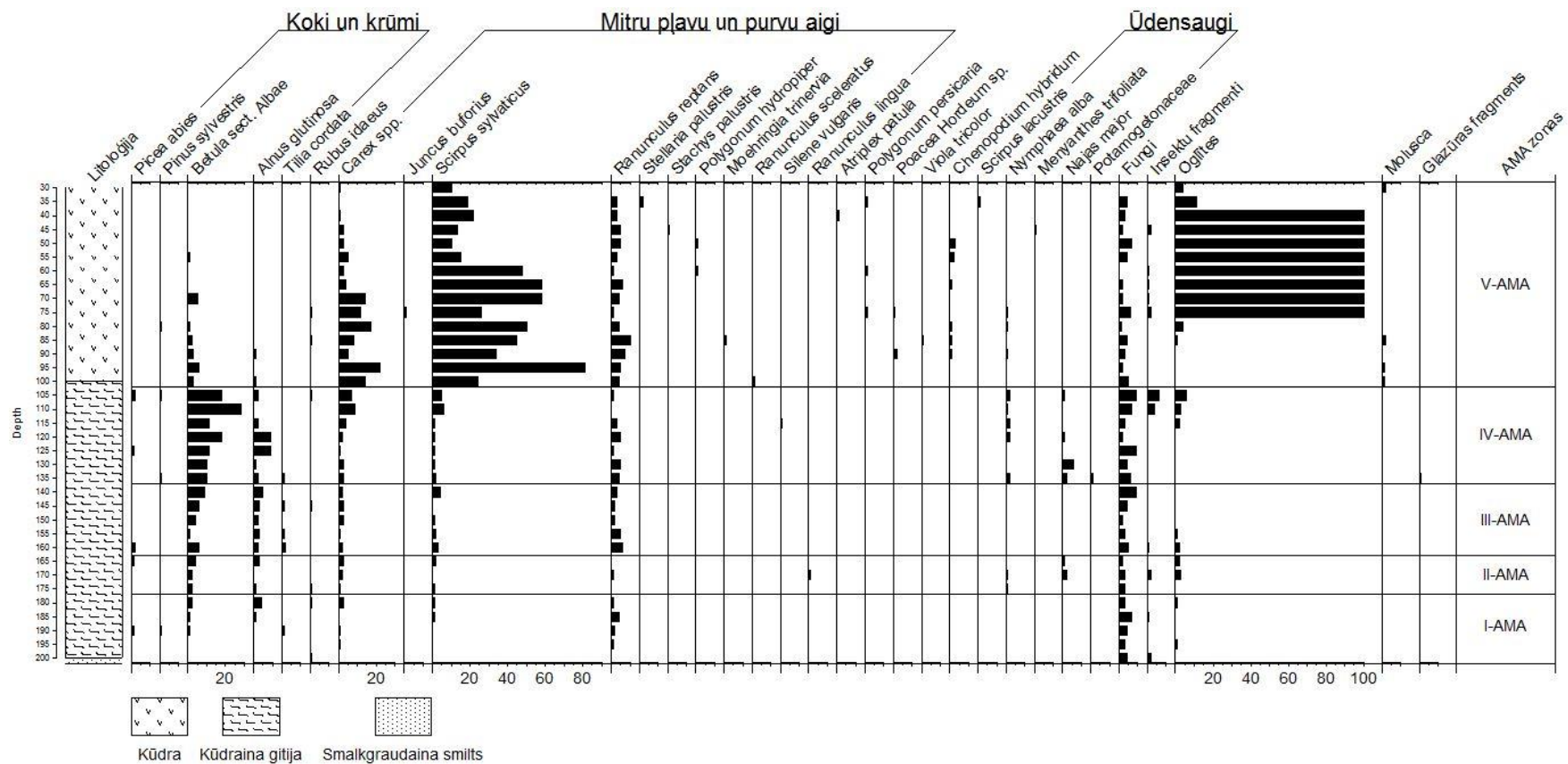
Visā urbuma griezumā tika konstatēti grīšļu *Carex spp.* pūslīši un ložņu gundegas *Ranunculus reptans* riekstiņi, vienīgi mainījās atrasto sēklu daudzums dažādos slāņos. Ložņu gundegas *Ranunculus repens* sastopama mitrās vietās mītņu tuvumā, applūstošās pļavās, grāvjos, pārmitros mežos un dažādās palienēs (latvijasdaba.lv), kā litorāles/piekrastes pioniersuga (Kienasta, Schirrmeistera, Siegerta, Tarasovb 2005). Šī suga aug uz mitras, kailas, erodētas augsnes, diapazonā svārstās ūdens līmenis pie krastiem sekliem ezeriem un regulāri appludinātas ieplakām (Dierßen, 1996; Hilbig, 1995). Ložņu gundega *R. reptans* var augt gan iegremdētās ūdenī, gan sausākās piekrastes augsnēs (Dierßen, 1996).

Sēnīšu sporas (Fungi) ir ļoti izturīgas pret sadēdēšanu, un var būt noderīgs informācijas avots paleoekoloģiskajos pētījumos (van Geel, 1986). Bet tā kā darba autore neizdalīja sēnīšu sporu sugas sīkāk, tad raksturot ekoloģisko vidi pēc tām nav iespējams. Tās liecina par augsnes noskalojuma zonu krastā.

Diagrammā atspoguļotas arī oglītes, kas sastopamas visās augu makroatlieku zonās. Intervālā no 40 – 75 cm dziļumam oglīšu fragmenti bija ļoti lielā skaitā, tāpēc diagrammā atspoguļots tik līdz simts daļiņām.

Diagrammā darba autore arī atspoguļoja molusku čaulas, jo tās tika konstatētas, analizējot makroatliekas 3. urbuma nogulumos. Tās parādījās AMA-III zonā (30 cm, 85 cm un 90 - 100 cm dziļumā).

Darba autore nogulumos 135 cm dziļumā konstatēja glazūras fragmentu.



3.2 attels. Augu makroatlieku analīze (izveidojusi darba autore, 2014)

DISKUSIJA

Tika veikta literatūras analīze, kuras laikā tika secināts, ka darba autore pētāmais ezers ir glaciālas izcelsmes, kas atrodas starppauguru ielejā. (Leinerte, 1988) Tika izpētīti kartogrāfiskie materiāli, lai labāk varētu sagatavoties notikušajiem lauka darbiem un varētu vairāk izprast iespējamo antropogēno ietekmi.

Tika izvirzīta hipotēze pēc kartogrāfiskajiem materiāliem, ka abi ezeri (Kausiņš un Dronku) ir bijuši agrāk savienoti, par ko arī darba autore pārliecinājās otro lauka darbu laikā. Jo pēc 1,80 bieza kūdras slāņa tika izzondēti ezera nogulumu ieplakā starp ezeriem. Tā kā nav veikti nekādi datējumi nevar noteikt pirms cik ilga laika šī zona ir sākusi savu pārpurvošanos, un cik ilgi Kausiņš blakus būs kā ezers nevis kā purvs, jo spoguļa laukums tam samazinās (pēc kartogrāfiskajiem materiāliem spriežot). Acīm redzot zona starp šiem ezeriem ir atradusies uz sava veida paaugstinājuma. Šobrīd starp ezeriem ir novērojama aktīva ūdens tece, kas tos savieno. Tālākajos pētījumos būtu vērts apsekot Kausiņu, veikt ģeoloģisko urbumu tur, jo nav nekādu datu, cik viņš varētu būt dziļš un par nogulumu slāņu biezumu.

Veicot fondu materiālu izpēti, tika iegūta informācija par iepriekšējo Dronku ezera nogulumu pētījumiem, darba autore nonāca pie secinājuma, ka dotā informācija ir apšaubāma, jo lauka darbos iepriekš aprakstīto 2 m vietā ar sapropeli, tika iegūti 9,80 m un vēl netika sasniegti ezerdobes dibenam raksturīgie nogulumu slāņi. Urbumu nācās noslēgt tehnisku iemeslu dēļ. Blakus ezeram nenotiek aktīva darbība, šobrīd blakus ir viens pamests dzīvojamās ēkas komplekss. Ezeru gandrīz vairs neietekmē antropogēna ietekme, vienīgi cik makšķernieki, tādēļ šobrīd tas netraucēti turpina aizaugt.

Darba autore, lai rekonstruētu Dronku ezera nogulumu raksturojumu izmantoja ģeoloģisko urbšanu, karsēšanas zuduma analīzes un makroatlieku metodes. Balstoties uz makroatlieku metodi bieži var izsekot dažāda veida dabiskajām un cilvēku darbības izraisītām botāniskajām izmaiņām tādām kā, piemēram, mežu izciršana, kultūraugu audzēšana u.c. (Kreuz, 2008; Oeggl, 2009).

Jo plašāka pieeja pētījumam, jo vairāk secinājumus var iegūt par pētāmo vietu, un katrs jauns informācijas avots un metode var papildināt esošo informāciju un dot plašāku skatījumu uz risināmo jautājumu, šajā gadījumā Dronku ezera nogulumu attīstību. Tāpēc darba autore ir sadarbojusies ar arheoloģi Elīnu Guščinku un iegūtie rezultāti tiks izmantoti arī kā papildmateriāls, lai varētu precīzāk interpretēt arheoloģisko pētījumu rezultātus. Tāpēc darba autore plāno arī maģistra darbā turpināt pētījumu pie Dronku ezera nogulumu raksturojuma papildinot to ar jauniem urbumiem un pētījuma metodēm, tādām kā, putekšņu

un palinomorfu metodi. Tāpat sadarbībā ar arheologiem tiks meklēta iespēja veikt pētāmās teritorijas tiešo ^{14}C AMS datēšanu, jo šobrīd nav datu par nogulumu vecumu.

Mitrāju vietas sniedz labus saglabāšanas nosacījumus makroatliekām (Barthelmes et al., 2006; Van Geel, Aptroot, 2006), ko ir iespējams izmantot apkārtējās veģetācijas interpretācijai. Tāpat arī darba autore šajā darbā ir mēģinājusi integrēt arheobotānikas pieeju rekonstrējot cilvēka ietekmi un veģetāciju, izmantojot makroatlieku metodi, mēģinot atrast fosilo antropogēno horizontu ezera nogulumos. Tika konstatētas daudzas mazas oglītes no 40-80 cm, un tālāk visā urbumā izkliedēti. Par cilvēka darbību esamību iespējams liecina balandas *Chenopodium hybridum*, avenes, *rubus ideus*, trejkrāsu vijolīte *viola tricolor*, blusu sūrene *polygonum persicaria*, *atriplex patula*- izplesta balodene un *poacea hordeum*. Tika atrasts arī iespējamās trauka glazūras fragments, 1,30 m 3. Urbumā, kas sākotnēji bija zaļš, bet oksidējoties kļuva tumšs. Mazajā fragmenta bija manāma irizācija, kas norāda, ka tas nav fragments no dzīvnieku valsts. Veicot zondējumu tika atrasta arī trauka lauska. Tā ka nav datējumu nevar noteikt, cik veci apmēram ir šie atradumi, bet iespējams tas ir kādas daļas no blakus ezeram pieguļošās Dronku dzelzs apmetnes.

Augu makroatlieku metodi izmanto dažādos pētījumos gan paleolimnologi, gan arheologi. Bieži šai metodei ir dažādas interpretācijas atbilstoši pētījuma mērķim un nogulumu veidam. Piemēram, arheobotāniķi izmanto mitro sijāšanu un flotācijas (ar un bez ķīmiskām piedevām). Dažādi pētnieki, piemēram, Badhams K. un Džons G. (Badham, Jones, 1985), Vāgners G. E. (Wagner, 1988), Paine S. (Payne, 1972), de Moulīns D. (de Moulins, 1996) un Persals D. M. (Pearsall, 1989) apraksta salīdzinošus pētījumus par dažādām reģenerācijas metodēm. Viņi secina, ka peldināšana ir maigāka metode, lai izskalotu botāniskās augu makroatliekas, salīdzinot ar slapjo sijāšanu caur virkni sietu, tā nav piemērota visiem nogulumu veidiem. Mitrās sijāšanas trūkums ir risks iznīcināt vai zaudēt trauklās makroatliekas, kas var sadēdēt paraugu sijājot caur daudzajiem sietiem (Badham, Jones, 1985; Wagner, 1988). Flotācija ir labi piemērota smilšainiem nogulumiem, bet mazāk piemērota mālainiem paraugiem. Darba autore izvēlējās slapjo makroatlieku metodi balstoties uz zinātnisko literatūru par piemērotāko metodes izvēli, jo ar ūdeni piesātinātiem paraugiem šī metode ir minēta kā vislabākā (Pearsall, 1989).

Melnalksnis ir diezgan plaši izplatīta suga visos reģionos, kur dabiskā raksturs ainavas nav stipri mainījusies (Gömöry, Ladislav, 2002).

Paleoekoloģiskajos pētījumos Eiropā par pēdējiem divpadsmit tūkstošu gadiem tiek bieži izmainas ezeru ūdens līmeņa svārstības, ko apskata daudzi pētnieki, kā piemēram, Magņu M. (Magny, 2004), Veliranta M. (Väliranta et al., 2005) un Sītonens S. (Siitonen et al., 2011).

Dažādi sausuma periodi vai pārmitri apstākļi, kas saistīti ar ilgtermiņa klimata pārmaiņām, var labi parādīties veģetācijā, it īpaši, ezeru piekrastes zonā (Barnekow, 2000; Vāļiranta 2006). Tika veikta krasta profilēšana, kur arī griezumā parādās kādā secība ir uzkrājusies nogulumu un iespējamo ezera sākuma spoguļa laukumu. A un C zondējums tika noslēgts atduroties pret morēnu, kas apliecina, ka ezeram apkārt ir ledāja nogulumu.

Attiecīgā auga prasības pēc ūdens un attiecībā uz ūdens dziļumu ļauj rekonstruēt ūdens līmeņa svārstības ezerā un tā tuvumā (Harrison and Digerfeldt, 1993; Hannon and Gaillard, 1997), jo augu makroatliekām ir ierobežotas iespējas izkliedēties un biostratigrāfijas izmaiņas var atklāt ūdens līmeņa svārstības (Birks and Birks, 1980; Vance and Mathewes, 1993).

Gan tūlītējas, gan ilgtermiņa ezera ūdens dziļuma izmaiņas parādās arī nogulumos, piemēram, uzkrājas kūdra uz sapropeļa, kas parasti notiek ezera piekrastes zonā, liecina par ūdens līmeņa samazināšanos (Gaillard, 1985; Digerfeldt, 1986; Magny et al., 2007; Feurdean et al., 2013). Šāda situācija ir vērojama arī pētītās teritorijas 3. urbumā, kur virs ezera nogulumiem uzguļ kūdra.

Tika veikta arī karsēšanas zuduma analīze, kas ļauj spriest par ezera attīstību, nogulumu uzkrāšanās raksturu. Dronku ezeram šai metodei nogulumu tika ņemti no ezera vidus, kur ir vispilnīgākais, netraucētākais nogulumu griezumus.

Galvenā virzība sākot no urbuma sākuma 14,70 ir organisko vielu pieaugums, kas varētu būt skaidrojams ar to, ka sākumā ezers ir salīdzinoši jauns veidojums ainavā, oligotrofs ezers, kurā nav attīstījusies vēl flora un fauna, attīstoties tam laikā, veidojas vairāk organisko vielu, ezera apkārtnē nonāk vairāk sugas. Ezerā ir izsekojamas svārstības gan organisko vielu daudzumā, gan karbonātu gan minerālvielu, kas norāda uz ūdenslīmeņa svārstībām, klimatiskajam izmaiņām utt. Ezeram attīstoties tajā nonāk vairāk barības vielu, kuru pēc rodas lielāka augu dažādība, sāk uzkrāties nogulumu straujāk, nav tik blīvi.

Augšzemes augstienes teritorija paleolimnoloģiski ir salīdzinoši maz pētīta. Ir veikti pētījumi Sventes ezerā Ievas Grudzinskas vadībā, bet salīdzinot makrofosīliju datus kopīgi ir tādi kokaugi kā melnalksnis *Alnus glutinosa*, bērzs *Betula sect. Alba*, tādi augi kā baltās ūdensrozēs *Nymphaea alba*, kas atbilst lielākoties visiem ezeriem. Ir atrastas arī najādes-*Najas marina*, bet Dronku ezerā tika konstatētas *Najas major*, kas atšķiras lielākoties pēc izmēriem- *Najas major* pēc izmēriem ir lielākas. Sventes ezera pētījumos tika izmantota arī Sporu- putekšņu analīze, pēc kuras ir izdalīta zona *Alnus- Corylus- Tilia*, kas varētu atbilst 3 zonai augu makroanalīžu rezultātos.

Ezera nogulumu no urbuma serdes tiek izmantoti, lai rekonstruētu pagātnes vides un klimata mainību (Talbot, Allen, 1996).

SECINĀJUMI

Darba autore izanalizējot darba gaitā iegūtos rezultātus secina, ka:

1. Dronku ezers un Kausiņš ezera attīstības sākumā, leduslaikmeta beigu posmā ir bijuši kā viens ezers, ko apliecina veiktais zondējums starp abiem mūsdienu ezeriem, kurā zem kūdras atsegts sapropeļa slānis, kas liecina, ka šai teritorijā starp ezeriem ir bijuši baseina apstākļi;
2. karsēšanas zudumu analīzes rezultāti labi parādīja ezera nogulumu mainību tā attīstības gaitā un ezera bagātināšanos ar barības vielām VIII-LOI zonā;
3. ezera ūdens līmenis ir bijis stipri augstāks un nogulumu uzkrāšanās nevienmērīga intervālā no 13,76 līdz 13,22 m dziļumam, ko parāda karsēšanas zudumu analīze;
4. ezera aizaugušajā daļā par cilvēka klātbūtni, intervālā no 90 - 45 cm dziļumam liecina ruderālo augu sēklu atradumi, kā arī paraugos tika atrasts glazūras fragments un keramikas lauska. Šie atradumi, iespējams, attiecināmi uz Dzelzs laikmetu, jo vēsturiski ir zināms, ka tajā laikā blakus ezeram ir bijusi apmetne;
5. ne tikai karsēšanas zudumu analīze, bet arī augu makroatlieku analīze labi parāda veģetācijas mainību Dronku ezera gultnes attīstības gaitā, ko var skaidrot ar ūdens līmeņa svārstībām;
6. Dronku ezera ģeoloģiskajā griezumā nogulumi mainās no aleirītiska un mālaina sapropeļa (gitijas) griezuma apakšējā daļā uz ar organiskām vielām bagātu sapropeļa griezuma augšējā daļā. Tas kā arī Dronku ezera krastu un tam piegulošo hipsometriski zemo teritoriju pārpurvošanās liecina par pakāpenisku ezera eitrofikāciju, aizaugšanu un ezera spoguļa platības samazināšanos.

7.

PATEICĪBAS

Darba autore vēlas pateikt lielu paldies darba vadītājai Agnesei Pujātei par konsultācijām, veltīto laiku un padomu bakalaura darba, bakalaura darba projekta un kursa darba laikā. Tāpat arī Laimdotai Kalniņai un Aijai Ceriņai par padomiem darba tapšanas laikā un lauka dienās.

Paldies arī Aigaram Antiņam, Mārtiņam Rimšelim, Edgaram Zālītim par palīdzību lauka darbos.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētie materiāli

- Anderberg, A. L. 1994. In *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species with Morphological Descriptions: Part 4. Resedaceae-Umbelliferae*. Swedish Museum of Natural History, Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla, 281.
- Badham, K. Jones, G. 1985. An experiment in manual processing of soil samples for plant remains. *Circaea*, Volume 3, Issue 1, 15–26.
- Ball, D. F. 1964. Loss-on-ignition as an estimate of organic matter and organic carbon in non-calcareous soils. *Journal of Soil Science*, 15, 84–92
- Barnekow, L. 2000. Holocene regional and local vegetation history and lake-level changes in the Torneträsk area, northern Sweden. *Journal of Paleolimnology*, 23, 399–420.
- Barthelmes, A., Prager, A., Joosten, H. 2006. Palaeoecological analysis of *Alnus* wood peats with special attention to non-pollen palynomorphs. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141, 33–51.
- Battarbee, R. W. 2000. Palaeolimnological approaches to climate change, with special regard to the biological record. *Quaternary Science Reviews*, 19, 107–124.
- Beijerinck, W. 1947. *Zadenatlas der Nederlandsche flora*. Backhuys & Meesters, Wageningen.
- Ben-Dor, E., Banin, A. 1989. Determination of organic matter content in arid zone soils using a simple “loss-on-ignition” method. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 20, 1675-1695.
- Bengtsson, L. and Enell, M., 1986. Chemical analysis. In: Berglund B.E. (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, John Wiley and Sons, Chichester, UK, 423–454.
- Birks, H. J. B. Birks, H. H. 1980. In *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold, London
- Cimdiņš, P. 2001. *Limnoekoloģija*, Rīga, 139-143.
- Cohen, A. 2003. The History and Evolution of lake systems. Oxford. Publisher Oxford University. 263-268.
- Davies, B. E. 1974. Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter. *Soil Science Society of America. Proceedings*, 38, 150-151.
- De Moulins, D. 1996. Sieving experiment: the controlled recovery of charred plant remains from modern and archaeological samples. *Vegetation History and Archaeobotany*, 5, 153–156.

- Dierßen, K. 1996. In *Vegetation of North Europe*. Eugen Ulmer, Stuttgart, In German
- Digerfeldt, G. 1986. Studies on past lake-level fluctuations. In *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, B.E. Berglund (Ed.), Wiley, Chichester, 127–144.
- Dean, W. E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology* 44, 242-248.
- Davis, M. B. 1968. Pollen grains in lake sediments. Redeposition caused by seasonal water circulation science 15. Volume 162, 796-799.
- Fægri, K. Iversen, J. 1989. In *Textbook of Pollen Analysis*. Eds. by Fægri, K., Kaland, P.E., Krzywinski, K.). John Wiley and Sons, Chichester.
- Feurdean, A. Bennike, O. 2004. Late Quaternary palaeoecological and palaeoclimatological reconstruction in the Gutaiului Mountains, northwest Romania. *Journal of Quaternary Science*, 19, 809–827.
- Feurdean, A. Liakka, J., Vannièrè, B., Marinova, E., Hutchinson, S. M., Mosburgger, V., Hickler, T. 2013. 12,000-years of fire regime drivers in the lowlands of Transylvania (Central-Eastern Europe): a data-model approach. *Quaternary Science Reviews*, 81, 48–61.
- Gaillard, M. J. 1985. Postglacial palaeoclimatic changes in Scandinavia and central Europe – a tentative correlation based on studies of lake level fluctuations. *Ecologia Mediterranea*, 9, 159–175.
- Galenieks, P. 1960. Augu sistemātika. Latvijas valsts izdevniecība, otrs pārstrādātais izdevums. Rīga. 466.
- Goldin, A. 1987. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 18, 1111-1116.
- Gömöry, D. Ladislav, P. 2002. Spatial and microgeographical genetic differentiation of black alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.) populations. *Forest Ecology and Management*. Volume 160, Issues 1–3, pp 3–9.
- Grimm E. C. 2010. TILIA: pollen spreadsheet and graphics programs.
- Grosse-Brauckmann, G. Streitz, B. 1992. Pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe: III. Früchte, Samen und einige Gewebe (Fotos von fossilen Pflanzenresten). *Telma* 22, 53–102.
- Hang, T. Kalm, V. Kihno, K., Milkevičius, M. 2008. Pollen, diatom and plant macrofossil assemblages indicate a low water level phase of Lake Peipsi at the beginning of the Holocene. *Hydrobiologia*, 599, 13–21.
- Hannon, G. E. Gaillard, M. J. 1997. The plant-macrofossil record of past lake-level changes. *Journal of Paleolimnology*, 18, 15–28.

- Harrison, S. P. Digerfeldt G. 1993. European lakes as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators. *Quaternary Science Reviews*, 12, 233–248.
- Harrison, S. P. Prentice, C., Guiot, J. 1993. Climatic controls on Holocene lake-level changes in Europe. *Climate Dynamic*, 8, 189–200.
- Heiri, O. Lotter, A. F. Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproductibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25, 101–110.
- Hilbig, W. 1995. In *The vegetation of Mongolia*. SPB Academic Publishing, Amsterdam
- Howard, P. J. A., Howard, D. M. 1990. Use of organic carbon and loss-on-ignition to estimate soil organic matter in different soil types and horizons. *Biology and Fertility of Soils*, 9, 306–310.
- Jaunputniņš, R., 1937. Latvijas PSRS ģeogrāfija. Otrais izdevums., Rīga, 208–209.
- Jeraj, M., Velušček, A., Jacomet, S. 2009. The diet of Eneolithic (Copper Age, Fourth millennium cal b.c.) pile dwellers and the early formation of the cultural landscape south of the Alps: a case study from Slovenia. *Vegetation History and Archaeobotany*. Volume 18, Issue 1, 75–89.
- Juškevičs, V. Misāns, J., Mūrnieks, A., Skrebels, J. 2003. Latvijas ģeoloģiskā karte, Mērogs 1:200 000, 34.lapa- Jēkabpils, 24. Lapa- Daugavpils, Paskaidrojuma teksts un kartes, Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga
- Katz, N. J. Katz, S. W., 1933. Atlas rastitel'nyh ostatkov v torfje (Atlas of plant remnants in peat). Gosudarstvennoye izdatel'stvo kolkhoznoih i sovkhoznoih literatury, Moscow (in Russian).
- Kienasta, F. Schirrmeistera, L., Siegerta, C., Tarasovb, P. 2005. Palaeobotanical evidence for warm summers in the East Siberian Arctic during the last cold stage. *Quaternary Research*, Volume 63, Issue 3, 283–300.
- Kreuz, A. 2008. Closed forest or open woodland as natural vegetation in the surroundings of Linearbandkeramik settlements? *Veget Hist Archaeobot*, Volume 17, Issue 1, 51–64.
- Lācis, A., Kalniņa, L. 1998. Purvu uzbūve un attīstība Teiču valsts rezervātā. Latvijas purvu veģetācijas klasifikācija un dinamika, *LU zinātniskie raksti*, 613 sējums. Rīga. 39–55.
- Leinerte M. 1988. *Ezeri deg!* Zinātne, Rīga, 36–50.
- Luczak C. M.-A. Janquin, A. Kupka, 1997. Simple standard procedure for the routine determination of organic matter in marine sediment. *Hydrobiologia*, 345, pp. 87–94
- Magny, M. 2004. Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, 113, 65–79.

- Magny, M. Vannière, B., de Beaulieu, J.-L., Bégeot, C., Heiri, O., Millet, L., Peyron, O., Walter-Simonnet, A.-V. 2007. Early-Holocene climatic oscillations recorded by lake-level fluctuations in west-central Europe and in central Italy. *Quaternary Science Reviews*, 26, 1951–1964.
- Oeggl, K. 2009. The significance of the Tyrolean Iceman for the archaeobotany of Central Europe. *Veget Hist Archaeobot*, Volume 18, Issue 1, 1–11.
- Payne, S. 1972. Partial recovery and sample bias: the result of some sieving experiments. *Papers in Economic Prehistory*, Ed. E. S. Higgs, University Press, Cambridge, 49–64.
- Pearsall, D. M. 1989. Paleoethnobotany. In *A Handbook of Procedures*. Academic Press, San Diego
- Prat, D. Leger, C. Bojovic, S. 1992. Genetic diversity among *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Populations. *Acta Œcologica*, 13, 469–477.
- Rasiņš, A. Tauriņa, M., 1983. Pārskats par Latvijas PSR arheoloģiskajos izrakumos atrastajām kultūraugu un nezāļu sēklām. *Arheoloģija un etnogrāfija, XIV*, Rīga, Zvaigzne, 152.
- Santisteban, J. I. Mediavilla, R., López-Pamo E., Dabrio C. J., Zapata M. B. R., García M. J. G., Castaño S. and Martínez-Alfaro, P. E. 2004. Loss on ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediments? *Journal of Paleolimnology* 32: 287-299.
- Siitonen, S. Väiliranta, M., Weckström, J., Juutinen, S., Korhola, A. 2011. Comparison of Cladocera-based water-depth reconstruction against other types of proxy data in Finnish Lapland. *Hydrobiologia*, 676, 155–172.
- Stančikaitė, M., Šinkunas, P., Šeirienė, V., Kisielinė, D. 2008. Patterns and chronology of the Lateglacial environmental development at Pamerkiai and Kašučiai, Lithuania. *Quaternary Science Reviews*, 27, 127–147.
- Talbot, M. R., Allen, P. A. 1996. In *Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy*, 3rd ed. Chap 4. 83- 24. Blackwell Science, Oxford.
- Tidriķis, A. 1995. 2003. Linezers. Enciklopēdija Latvija un Latvieši. Grām. G. Kavacs (red.). *Latvijas daba: enciklopēdija*. 3. sēj. Rīga, Latvijas enciklopēdija, 254.
- Urtāns J. 2008. Augšzemes ezeri. Arheoloģija un folklorā. Rīga. Nordic. 141-142.
- Väiliranta, M., Kultti, S., Nyman, M., Sarmaja-Korjonen, K. 2005. Holocene development of aquatic vegetation in a shallow Lake Njargajavri, Finnish Lapland with evidence of water level fluctuations and drying. *Journal of Paleolimnology*, 34, 203–215.

- Väiliranta, M. 2006. Terrestrial plant macrofossil records; possible indicators of past lake-level fluctuations in northeastern European Russia and Finnish Lapland? *Acta Palaeobotanica*, 46, 235–243.
- Vance, R. E. Mathewes, R. W. 1993. Deposition of modern pollen and plant macroremains in a hypersaline prairie lake basin. *Canadian Journal of Botany*, 72, 539–548.
- Van Geel, B., Aptroot, A. 2006. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia*, 82, 313–329.
- van Geel, B. 1986. Application of fungal and algal remains and other microfossils in palynological analyses. In *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Berglund, B. E. (Ed.), Wiley, Chichester, 497–505.
- Van Geela, B., Buurmanb, J., Brinkkemperb, O., Schelvisc J., Aptrootd A., van Reenena, G., Hakbijla, T., 2003. Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science*, Volume 30, Issue 7, 873–883.
- Veski, S., Amon, L., Heinsalu, A., Reitalu, T., Saarse, L., Stivrins, N., Vassiljev, J. 2012. Lateglacial vegetation dynamics in the eastern Baltic region between 14,500 and 11 400 cal yr BP: A complete record since the Bølling (GI-1e) to the Holocene. *Journal of Quaternary Science Reviews*, 40, 39–53.
- Zelčš, V. 1995. Ezeru ģenēze. Grām. G. Kavacs (red.). *Latvijas daba: enciklopēdija*. 2. sēj. Rīga, Latvijas enciklopēdija, 65.
- Zelčš, V. Markots A., 2004. Deglatication history of Latvia, In: J. Ehlers, P. L.Gibbard (eds.). *Quaternary glaciations: extent and chronology*, Elsevier, Amsterdam. 119-134.
- Wagner, G. E. 1988. Comparability among recovery techniques. In *Paleoethnobotany*, Eds. C. A. Hastorf, V. S. Popper. The University of Chicago Press, Chicago/London, pp 17–35.

Nepublicētie avoti

- Alksnītis, R. 1998. *Pārskats par ezeru sapropeļu atradņu meklēšanas darbiem Rēzeknes, Preiļu un Jēkabpils rajonos, 1.grāmata, Pārskata teksts un grafiskais pielikums*. SIA „Geo-Konsultants”, Rīga, Valsts ģeoloģijas fonds, inv.Nr.11875. 11 – 47.
- Apsīte E. studiju kursa „Zemes zinātnes” lekciju materiāli, 2006, Sniega un ledāju valstība, 11. ;
- Jauniņa, L. 2013. Lauka darba grāmatiņa
- Kalniņa L., studiju kursa „Kvartāra paleoekoloģija” lekciju materiāli, 2002, Ezeri holocēnā, 79. ;

Stinkulis Ģ. studiju kursa „Sedimentācijas procesi un nogulumi” lekciju materiāli, 2006, Ezeru (limniskie) apstākļi, 4. ;

Stinkulis Ģ. studiju kursa „Sedimentācijas procesi un nogulumi” lekciju materiāli, 2006, Kūdra, sapropelis, 4. .

Zelčs, V. studiju kursa „Kvartārģeoloģija” lekciju materiāli, 2013, kvartāra ievadlekcija, 3.;

Interneta resursi

Lielais dronku ezers, *sine anno*. Portāls Ezeri.lv. Sk. 10.05.2014. Pieejams <http://www.ezeri.lv/database/>.

Mazais dronku ezers, *sine anno*. Portāls Ezeri.lv. Sk. 10.05.2014. Pieejams <http://www.ezeri.lv/database/>.

ORTOFOTO 2. *LĢIA Latvijas 2. etapa ortofoto karšu mozaīka*. LU ĢZZF WMS. Skatīts 02.04.2014. Pieejams <http://kartes.geo.lu.lv>

LVGD kvartārģeoloģijas karte. LVGD kvartārģeoloģijas karšu mozaīka. LU ĢZZF WMS. Skatīts 02.04.2014. Pieejams <http://kartes.geo.lu.lv>

(TOPO 10K PSRS) Bijušās PSRS armijas ģenerālštāba topogrāfisko karšu mozaīka mērogā 1:10 000 LU ĢZZF WMS. Skatīts 10.05.2014. Pieejams <http://kartes.geo.lu.lv>

Meža meldra biotopa raksturojums. Skatīts 19.05.2014. Pieejams <http://www.latvijasdaba.lv/audi/scirpus-sylvaticus-l/>

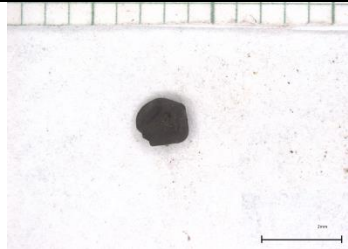

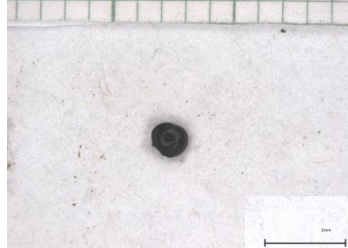

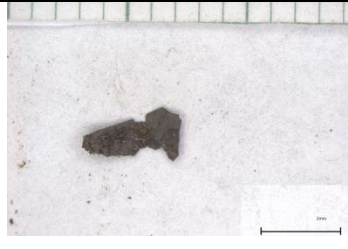




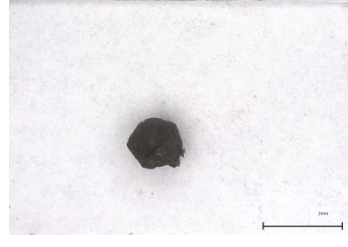
Platās gundegas biotas raksturojums. Skatīts 19.05.14. Pieejams <http://www.latvijasdaba.lv/audi/ranunculus-lingua-l/>

Trijkrāsu vijolītes biotaraksturojums. Skatīts 19.05.14. Pieejams <http://www.latvijasdaba.lv/audi/viola-tricolor-l/>

<http://www.latvijasdaba.lv/audi/atriplex-patula-l/>

Blusu sūrenes apraksts. Skatīts 19.05.14. Pieejams <http://www.mabeno.com/uploads/documenten/foxl2013-1.2021.pdf>

PIELIKUMS

Nosaukums	Attēls	Nosaukums	Attēls
<i>Alnus glutinosa</i>		<i>Pinus sylvestris</i>	
<i>Chenopodium hybridum</i>		<i>Poacea Hordeum marinum</i>	
Glazūras fragments		<i>Rubus ideus</i>	
<i>Najas major</i>		<i>Scirpus sylvaticus</i>	
<i>Nymphaea alba</i>		<i>Tilia cordata</i>	

1.pielikums. Augu makroatlieku un glazūras fragments no Dronku ezera aizaugušās daļas (3. urbums) (izveidojusi autore, 2014)