

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOGRĀFIJAS NODAĻA

**PALEOĢEOGRĀFISKO APSTĀKĻU IZMAIŅU
ATSPOGUĻOJUMS USMAS EZERA KOŠĶĒNU LĪČA NOGULUMOS**

BAKALĀURA DARBS

Autore: **Andra Štūbe**
Stud. apl.: as15121
Darba vadītāja: Laimdota Kalniņa
Dr. ģeogr., vad. pētn.

RĪGA 2018

ANOTĀCIJA

Štube. A. 2018. **“Paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņu atspoguļojums Usmas ezera Košķēnu līča nogulumos”**. Bakalaura darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Ģeogrāfijas nodaļa.

Usmas ezers mūsdienās pēc platības ir piektais lielākais ezers Latvijā, bet pēc ūdens tilpuma - otrs lielākais, taču savos pirmsākumos tas bija ievērojami lielāks. Paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas ir būtiski ietekmējuši Usmas ezera attīstību, nogulumu uzkrāšanās apstākļus un seklo līču izzušanu.

Bakalaura darbā noskaidrotas un rekonstruētas Usmas ezera Košķēnu līča paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas nogulumu uzkrāšanās gaitā izmantojot karsēšanas zudumu analīzi, augu makroskopisko atlieku analīzi un kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes analīzi.

Interpretējot pētījumā izmantoto analīžu rezultātus, var secināt, ka paleoģeogrāfiskie apstākļi Usmas ezera Košķēnu līča nogulumu uzkrāšanās gaitā ir vairākkārt mainījušies un ietekmējuši ezera līmeņa svārstības, kā rezultātā ezera līcī smilšainus nogulumus nomainījis sapropelis. Pēc tam, līcim aizaugot uzkrājusies zemā tipa kūdra.

Atslēgas vārdi: Košķēnu līcis, ezeru aizaugšana, sapropelis, kūdra, Baltijas ledus ezers, augu makroskopisko atlieku analīze

ANOTATION

Štubē. A. 2018. **“Reflection of the paleogeographical condition changes in the sediments of the Lake Usma Košķeni Bay”**. Bachelor thesis. Riga, University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, Department of Geography.

Nowadays Lake Usma is the fifth largest lake in Latvia by area and the second largest by water volume, but at its very beginning it was significantly larger. The development of Lake Usma, sediment accumulation conditions and overgrowing of shallow bays are significantly influenced by changes in palaeogeographical conditions.

The Bachelor Thesis clarifies and reconstructs the changes in the paleogeographical conditions in the shallow Košķeni bay of the Lake Usma using by results of analysis of Loss on ignition (LOI), macroscopic analysis of remains, botanical composition and decomposition degree of peat.

According to the interpretation of the analytical results used in the study, it can be concluded that palaeogeographical conditions during the accumulation of sediments in Košķeni bay of Lake Usma have changed several times affected by the fluctuations of lake level. In the result the sandy sediments in the bottom of shallow bay has been replaced by the sapropel and afterwards covered by well decomposed fen type peat due to overgrowing of bay.

Keywords: Košķeni Bay, lake overgrowing, sapropel, peat, Baltic Ice Lake, macroscopic analysis of plant remains

Satura rādītājs

| | |
|--|----|
| Anotācija..... | 2 |
| Anotation | 3 |
| Ievads..... | 5 |
| 1. Literatūras apskats | 7 |
| 1.1. Ezeru veidošanās un attīstība Latvijas teritorijā | 7 |
| 1.2. Ūdenstilpju aizaugšana un purvu izveidošanās | 9 |
| 1.3. Ezeru nogulumi | 10 |
| 2. Pētījuma teritorijas raksturojums | 12 |
| 2.1. Ugāles līdzenuma fiziogēogrāfiskais raksturojums | 13 |
| 2.2. Usmas ezera attīstība leduslaikmeta beigu posmā un pēcleduslaikmetā | 16 |
| 2.3. Usmas ezers | 17 |
| 2.4. Košķēnu mezolīta apmetne | 19 |
| 3. Materiāli un metodes | 21 |
| 3.1. Lauka darbi | 21 |
| 3.2. Laboratorijas pētījumu metodes..... | 22 |
| 3.2.1. Karsēšanas zudumu analīze..... | 22 |
| 3.2.2. Augu makroskopisko atlieku analīze | 24 |
| 3.2.3. Kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes noteikšana | 25 |
| 3.3. Kamerālie pētījumi | 26 |
| 4. Rezultāti..... | 27 |
| 4.1. Karsēšanas zudumu analīzes rezultāti..... | 28 |
| 4.2. Augu makroskopisko atlieku analīzes rezultāti | 29 |
| 4.3. Kūdras botāniskā sastāva analīzes rezultāti | 34 |
| 5. Diskusija..... | 37 |
| Secinājumi | 39 |
| Izmantotā literatūra un avoti..... | 41 |
| Pielikumi..... | 44 |

IEVADS

Daudzi ezeri Piejūras zemienē Latvijas teritorijā ir veidojušies pirmās Baltijas jūras stadijas Baltijas ledus ezera darbības ietekmē, paceļoties vai pazeminoties tā ūdens līmenim. Baltijas ledus ezers ir Baltijas jūras pirmā stadija - Baltijas ledus ezers izveidojās, pēdējā apledojava ledāju kušanas ūdeņu baseiniem savienojoties un ieplūstot Baltijas jūras ieplakā ledus laikmeta beigu posma otrajā pusē (Grīnbergs 1957). Baltijas ledus ezera akumulācijas līdzenumu dziļākajās ieplakās izveidojās ezeri, kas Baltijas ledus ezera līmenim pazeminoties, atdalījās no tā, un izveidojās atsevišķi ezeri. Viens no tādiem ir Usmas ezers, kas mūsdienās pēc platības ir piektais lielākais ezers Latvijā, bet pēc ūdens tilpuma — otrs lielākais. Taču savos pirmsākumos tas bija ievērojami lielāks, jo seklākie līči ir aizauguši.

Mūsdienās ezeru aizaugšana ir ļoti aktuāls dabas process, kas izmaina ainavu. Tā rezultātā no ainavas izzūd mazi ezeri vai lielu ezeru seklie līči, bet savukārt palielinās purvu platības, jo, aizaugot ūdenstilpēm, virs ezera nogulumiem uzkrājas kūdra un veidojas purvi. Purvs savā attīstības gaitā, līdzīgi kā ezers, uzkrāj nogulumus, kas ietver informāciju par veģetācijas raksturu gan tieši purvā, gan arī tā apkārtnē, kā arī par klimata izmaiņām un cilvēka klātbūtni un vēsturiskajiem notikumiem kopš tā pirmsākumiem līdz mūsdienām.

Paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas ir būtiski ietekmējuši Usmas ezera nogulumu uzkrāšanās apstākļus, seklo līču izzušanu, kā arī akmens laikmeta apmetņu izvietojumu un cilvēku dzīves apstākļus. Lai izzinātu kā mūsdienās apsaimniekot ezeru ir svarīgi izprast tā attīstību. Izteiktākās izmaiņas vērojamas Usmas ezera ziemeļu un rietumu daļā, kur aizaugšanas procesi ir intensīvāki. Tādēļ par pētījuma teritoriju tika izvēlēta Usmas ezera senā Košķēnu līča teritorija, kas izteikti iezīmējas reljefā.

Darba mērķis ir noskaidrot paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas Usmas ezera Košķēnu līču nogulumos.

Darba uzdevumi:

- Apzināt pieejamo publicēto un nepublicēto literatūru par ezeriem Baltijas ledus ezera akumulācijas līdzenumā.
- Apzināt iepriekšējos pētījumus, kas veikti Usmas ezera teritorijā.
- Izvēlēties pētījuma metodes un apgūt nogulumu paraugu sagatavošanas metodiku.
- Veikt senā Košķēnu līča nogulumu sastāva analīzes, tajā skaitā karsēšanas zudumu, augu makroskopisko atlieku un kūdras botānisko sastāva un sadalīšanās pakāpes noteikšanu.
- Veikt iegūto datu analīzi, vizualizēšanu un interpretāciju.

Darba izstrādes ietvaros darba autore ir apguvusi un veikusi šādus pētījumus laboratorijā:

- karsēšanas zudumu analīzes 90 nogulumu paraugiem,
- augu makroskopisko atlieku analīzes 46 paraugiem,
- kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes noteikšana 7 paraugiem.

Sākotnējie rezultāti tika prezentēti Latvijas Universitātes 76. Starptautiskajā zinātniskajā konferences sēdē “Klimata mainība un tās ietekme uz vidi” (Štube, A., Kalniņa, L., Ceriņa, A. 2018. Liecības par paleoģeogrāfiskām izmaiņām Usmas ezera Z līcī pie Košķēniem).

Darba kopējais apjums ir 49 lappuses. Darbs ietver 9 attēlus, 3 tabulas un 4 pielikumus.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Ezeru veidošanās un attīstība Latvijas teritorijā

Ezeri ir dabiskas ūdenstilpes sauszemes padziļinājumos. Ģeoloģiskā laika skatījumā ezeri ir jauns veidojums un tie atrodas nepārtrauktā attīstībā. Ezeri ir nepastāvīgs dabas un ainavas elements, jo to attīstības beigu fāzē tie visbiežāk aizaug un izveidojas purvs. Daudzi mērenās zonas ezeri ir glaciālas izcelsmes, un to rašanās laiks ir ledus laikmeta beigu posms pirms apmēram 12 – 15 tūkstošiem gadu ledāju un to kušanas ūdeņu darbības ietekmē (Stivriņš 2018).

Mūsdienās Latvijā ir 2256 dabiskie ezeri, kas lielāki par vienu hektāru, bet, pieskaitot mazos purvu ezerus un ūdenskrātuves, to skaits ir ievērojami lielāks. Ezerdobju rašanās cēloņi Latvijas teritorijā ir dažādi tāpēc tās ir dažādas izcelsmes un vecuma. Lielākais ezeru sakopojums ir augstienēs, starp morēnas pauguriem un grēdām (Glazačeva et al. 2004). Ezerdobes veids, platība, dziļums to tilpums, garums un krasta līnija daļēji saistīta ar ezeru izcelšanos (Leinerte 1988).

Latvijas ezerus pēc to izcelšanās var iedalīt vairākos tipos: glaciālajos, atteku ezeros un vecupēs, lagūnu, karsta un sufozijas ezeros kā arī sūnu purvu ezeros (Leinerte 1988).

Glaciālās izcelsmes ezeri Latvijas teritorijā ir visizplatītākie un visvecākie. Tie veidojušies ieplakās, savukārt šīs ieplakas galvenokārt veidoja ledājs un tā kušanas ūdeņi. Pēc ezeru izvietojuma attiecībā pret reljefa formām, glaciālos ezeros var iedalīt divās grupās: ezeri, kuri atrodas dažādas izcelsmes senajās ielejās un starppauguru ieplaku ezeros (Leinerte 1988). Latvijā ir daudz tādu ezeru, kas saglabājušies dažādās senajās ledāja un tā kušanas ūdeņu veidotās ielejās, it sevišķi subglaciālo vagu padziļinājumos, bet visvairāk to ir starppauguru ieplakās. Starppauguru ieplakas veidojušās plūstošā un aprimušā ledāja iedarbībā un tā kušanas ūdeņu ietekmē, kā arī no ledāja nestā materiāla – morēnas (akmeņains smilšmāls ar grants, smilts, oļu piejaukumu vai to starpslāņiem). Starppauguru ieplaku ezeriem ir neregulāra forma ar izrobotu krasta līniju kā arī daudziem līčiem un salām (Leinerte 1988; Juškevičš, Mūrniece 1998).

Bijušās upju attekas un vecupes arī pieskaitāmas pie dabiskas izcelsmes ezeriem. Tie ir savdabīgi, nelieli, sekli, garenī vai lokveida ezeriņi upju palienēs (Leinerte 1988). Vecupes rodas upei pāraujot līkumu un iztaisnojot gultni, kas pārsvarā notiek palu laikā. Atstātie līkumu gali ar laiku aizsērē ar sanešiem un aizaug izveidojot patstāvīgu ūdenstilpni – vecupi (Ancāne 2000; Leinerte 1988). Savukārt attekas, veidojas galvenokārt upju lejtecēs. Upei kļūstot platākai, vienotā ūdens straume sadalās vairākās straumēs. Šīs straumes izraisa sarežģītu ūdens masu un sanešu riņķojumu. Šiem sanešu materiālam uzkrājoties noteiktās

vietās, izveidojas viena vai vairākas salas, kas upes gultni sadala attekās. Gultnes attīstības gaitā kāda no attekām nodalās un pārvēršas par atteku ezeru. Atteku un vecupju ezeru mūžs ir samērā īss, jo tie ātri aizaug un pārpurvojas (Leinerte 1988; Ancāne 2000). Baltijas ledus ezera paliku ezeri ir izveidojušies ieplakās Baltijas ledus ezera akumulatīvajos līdzenumos, kas, līmenim pazeminoties, izveidojās kā atsevišķi paliku ezeri.

Piejūras jeb piekrastes ezeri, kas ir bijušās Litorīnas jūras lagūnas, ir visjaunākie ezeri. To vecums ir 2 – 4 tūkstoš gadu. Šie ezeri radušies Litorīnas jūras regresijas laikā, kad pazeminājās jūras līmenis. Sākotnēji Litorīnas jūras līmenis bija augstāks par tagadējās Baltijas jūras līmeni un ezers bija klājis sauszemi vietām pat apmēram par 12 – 17 kilometriem tālāk nekā pašlaik. Piejūras ezeru rašanās gaitā var izdalīt vairākas stadijas pēc tā kā viņš cēlies. Vispirms izdala embrionālās lagūnas stadiju. Šajā stadijā noteikta jūras daļa atdalījusies no pārējās jūras teritorijas vai nu ar zemūdens sēkļiem, vai nepilnīgi izveidotiem virsūdens smilšu vaļņiem un kāpām. Šāda veida lagūna no jūras pilnīgi nodalījusies vēlāk, augot sanešu veidojumiem vai arī pazeminoties jūras līmenim izveidojot lagūnas ezeru. Kad saistība starp lagūnu un jūru pārtrūka pilnīgi izveidojās piejūras jeb lagūnas izcelsmes ezers (Leinerte 1988).

Karsta un sufozijas ezeri ir vieni no retākajiem ezeru tipiem Latvijā. Karsta ieplakas veidojas pazemes un virszemes ūdeņiem šķīdinot viegli šķīstošus iežus (kaļķakmeni, dolomītu vai ģipsi). Izšķīstot šiem iežiem, pazemē paliek tukšums, tāpēc zeme iegrimst vai iegrust. Karsta ezeru ieplakām raksturīga apaļa, piltuveida forma. Karsta piltuves piepildās ar ūdeni, jo notece ir aizsprostota, tas šāda veida ezeriņš var pastāvēt tik ilgi, kamēr noteka tiek izskalota no jauna (Ancāne 2000; Leinerte 1988). Sufozijas ezeru ieplakas veido pazemes ūdeņu izskalošanās darbības rezultātā, līdzīgi kā tas notiek karsta procesa ietekmē.

Savukārt sūnu purvu ezeriņi sāk veidoties purva attīstības cikla pakāpē, kad purva augstums ir krietni pārsniedzis apkārtējo nepārpurvoto zemju līmeni (Leinerte 1988). Šāda veida ezeriņi nav lieli, to kontūra un robežas mainās laika gaitā, ko ietekmē purva – kupola augšana un kūdras slāņu plīšana gravitācijas spēku ietekmē (Glazačeva et al. 2004; Kalniņa, Markots 2016).

Pēc hidrobioloģiskajiem rādītājiem, augu un dzīvnieku sastāva ezerus nošķir oligotrofos, mezotrofos, eitrofos un distrofos ezeru tipos, kas attīstības gaitā secīgi nomaina cits citu (Ancāne 2000; Eipurs 1995).

Oligotrofie ezeri ir maz produktīvi, tiem ir maz minerālo un organisko vielu. Šiem ezeriem raksturīgs liels dziļums un ar ūdensaugiem maz apaugusi piekrastes zona. Oligotrofiem ezeriem ir laba caurredzamība vismaz 10 – 20 metri dziļumā. Nogulšņu kārtā

parasti uzkrājas ezera dziļākajā daļā. Šāda veida ezeros ir liels skābekļa daudzums, tajos pārsvarā ir liela planktonu sugu daudzveidība, bet ļoti maza biomasa (Eipurs 1995).

Mezotrofajiem ezeriem parasti ir mazāks ūdens dziļums un caurredzamība 4 – 6 m, kā arī tie ir bagātāki ar organiskām vielām. Arī mezotrofajos ezeros ir liela planktona daudzveidība, taču to biomasa ir daudz lielāka nekā oligotrofajos ezeros (Eipurs 1995).

Mūsdienās Latvijas ezeri galvenokārt ir eitrofi ar augstu produktivitāti. Šiem ezeriem raksturīgi stipri aizauguši krasti jeb litorāle kā arī neliela ūdens caurredzamība līdz 3 m un mazs skābekļa daudzums ūdenī. Eitrofiem ezeriem ir zaļa vai dzeltenzaļa ūdens krāsa, biezs dūņu, sapropeļa slānis. Šāda veida ezeros ir daudz zilaļģu, kā rezultātā ir novērojama ūdens “ziedēšana”. Parasti šie ezeri ir sekli, silti un bagāti ar barības vielām (Eipurs 1995).

Distrofos ezeros ir augsta humusvielu daudzums un zems pirmprodukcijas līmenis. Šāda veida ezeri galvenokārt ir nelieli un tie atrodas mežos vai purvos, kūdrainā gruntī. Dzeltenu vai tumši brūno krāsu ūdenim piešķir lielais humusa saturs, šiem ezeriem ir maza caurredzamība - tikai 0,5 - 1 metrs (Eipurs 1995).

Laika gaitā lielākā daļa ezeru piepildās ar sanešiem, aizaug un pārvēršas purvos (Daija 1991).

Ir divi galvenie purvu veidošanās veidi: pārpurvojoties sauszemei vai pāraugot un aizaugot ūdenstilpēm.

1.2. Ūdenstilpju aizaugšana un purvu izveidošanās

Ezeri, nepārtraukti attīstoties, ir mainījuši savu formu un saturu. Lielākā daļa ezeru sākotnēji bija oligotrofi, bet pamazām, uzkrājoties organiskajām vielām tie pārveidojas par mezotrofiem ezeriem (Ancāne 2000). Ūdeņu aizaugšanu un pāraugšanu ietekmē vairāki faktori: ūdens dziļums un baseina dibena reljefs, valdošie vēji, temperatūra un gaisma (Leinerte 1988). Straujāk aizaug tie ezeri, kuriem ir maza caurtece vai neliels dziļums (Ancāne 2000). Galvenokārt izšķirt divus ezera aizaugšanas veidus: aizaugšanu un pāraugšanu (Leinerte 1988).

Ezera aizaugšana ir raksturīga ezeriem ar plašu un seklu piekrastes joslu jeb litorāli. Aizaugšana notiek, vienam augu atlieku slānim klājoties virs otra. Seklākajās vietās uzkrājas nogulumu slānis un ūdens parasti tam vairs nepārplūst pāri. Taču atsevišķos gadījumos, kad ezera līmenis uz kādu laiku paaugstinās, tas var pārklāt kūdrainos nogulumus. Tā rezultātā pāreja no ezera apstākļiem uz purvu notiek pakāpeniski. Šādās vietās sāk augt mitrumu mīloši augi, piemēram, grīšļi, kalmes, meldri, kosas, puplakši, niedres u.c.. Savukārt augi ar peldošām lapām – ūdensrozes, lēpes, sūrenes u.c. un zemūdens augi – glīvenes, daudzlapas,

raglapes u.c. sāk augt aizvien vairāk uz ezera vidus daļu. Uzkrājoties dūņām, arī ezera vidusdaļa pakāpeniski kļūst par atbilstošu vietu, kur ieviesties ūdens augiem. Pamazām piekrastes augi pārņem visu ezeru, bet ezera bijušajos krastos sāk augt dažādi krūmi un koki (Leinerte 1988).

Ezera pāraugšana raksturīga ezeriem ar stāvām piekrastēm. Šāda veida aizaugšanu veicina piekrastes augi, kuri saista savas saknes krastā, tās sāk stiepties pār brīvo ūdens klaju, radot peldošu augu režģi (Leinerte 1988). Atmirstot šiem ūdensaugiem, veidojas peldošs kūdras slānis, kurā pamazām sāk augt dažādi augi, galvenokārt puplakši, vārnkājas, grīšļi, kosas vai arī sūnas un sfagni (Ancāne 2000; Leinerte 1988). Šī peldošā kūdras slāņa un augāja biezums var sasniegt 2 metrus. Šo aizaugušo ūdenstilpes daļu sauc par slīkšņu. Tās izskats var radīt mākslīgu priekšstatu par cietzemi, taču mazākās slodzes rezultātā tas viegli iegrimst (Ancāne 2000). Tikai atsevišķi brīvi ūdens laukumi – dzelves jeb slīkšņas, liecina par kādreiz bijušo ezeru. Pārsvārā slīkšņas sakrīt ar dziļākajām vietām bijušajā ezerā (Leinerte 1988).

Ezera aizaugšana sākas no aizvēja puses. Tā kā Latvijas valdošie vēji ir ziemeļrietumu vēji, austrumu piekrastes tiek vairāk izskalotas, tāpēc tur nogulumiem ir grūtāk uzkrāties. Savukārt ezera rietumu puse ir labvēlīga ezera aizaugšanai, pāraugšanai vai sapropēja uzkrāšanai (Leinerte 1988).

Purvos, kuri ir veidojušies aizaugot ūdenstilpēm, zem zemā vai pārejas tipa kūdras ir ezera nogulumu slānis – sapropelis (Kalniņa 2008). Purviem, kas izveidojušies virs aizaugušiem senezieriem mazākais sapropēja slāņa biezums ir ap 20 cm, savukārt lielākais reti kad pārsniedz 5 metrus. Pēc 1 - 7 m dziļu senezeru aizaugšanas nākamie, kuri lēnām aizaug par purvu ir kādreizējie 8 – 11 m dziļie un arī dziļāki ezeri (Leinerte 1988).

1.3. Ezeru nogulumi

Ezeru nogulumi rodas, uzkrājoties gan augu atliekām, gan dzīvnieku atmirušajiem organismiem, kā arī no upēm un vēja darbības ietekmē ienesot ezerā smalkgraudainu sanešu materiālu. Minerāldaļiņas un organiskās atliekas, nogulsņējas ezera dibenā, veidojot nogulumu slāni. Organiskie ezera nogulumi ir dūņas, ezerkūdra, sapropelis jeb gitija, bet minerālie nogulumi ir ezermāls, smalkgraudaina smilts, aleirīts, limonīti un ezerkaļķis. Tādejādi pētīt nogulumus var iegūt informāciju par nogulumu uzkrāšanās vidi, klimatu un paleoģeogrāfiskajiem apstākļiem (Ancāne 2000).

Ezera nogulumu apakšējā slānī it īpaši, ja tā krastus veido karbonātiski nogulumieži vai ar tiem bagāti morēnas nogulumi, ir daudz kaļķa (Ca CO_3) piemaisījuma, kā rezultātā var veidoties ezerkaļķis (Leinerte 1988). Šie karbonātiskie nogulumi uzkrājas ezeru litorālajā

zonā līdz 7 metru dziļumam. Visintensīvāk ezerkaļķis veidojās agrajā holocēnā, it sevišķi boreālajā laikā (Danilāns 1995).

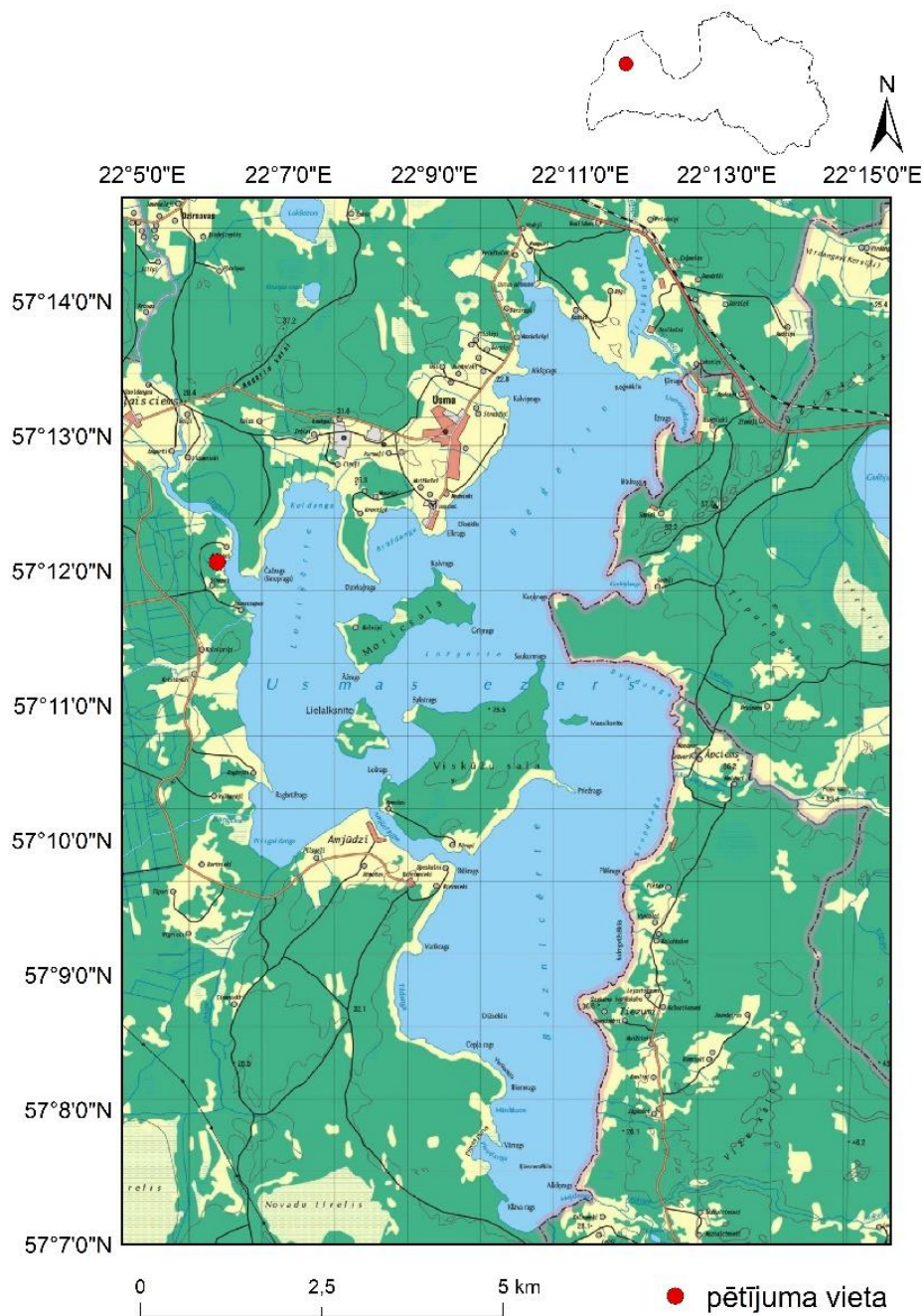
No ūdenī izšķīdušajiem ogļskābes (H_2CO_3) sāļiem fizikāli ķīmisku un bioloģisku procesu rezultātā izgulsnējas kalcija karbonāts. Šo izgulsnēšanos veicina vājā ogļskābes koncentrācija ezeros sakarā ar mazattīstīto augu un dzīvnieku valsti (Leinerte 1988).

Laika gaitā pieaugot ezeru eitrofikācijai, pieaug arī organiskās izcelsmes nogulumu īpatsvars. Ezera centrālajā daļā uzkrājas galvenokārt planktonu organismu atliekas. Savukārt seklākajā joslā pārsvarā uzkrājas augstāko augu atliekas. No augu un dzīvnieku atliekām ūdenī veidojas ezeru dūņas. Ūdens dziļākajos slāņos, kur ir bezskābekļa vide, vai skābeklis ir ļoti maz veidojas sapropelis (Leinerte 1988).

Pēc ezera nogulumiem – sapropeļa un ezerkaļķa, kā arī pēc purva kūdrā hronoloģiskā secībā uzkrātiem ziedputekšņiem, sporām, augu un dzīvnieku atliekām ir iespējams noteikt apkārtējo veģetāciju un vides apstākļus līdz ar to arī attiecīgā laika perioda klimatiskos apstākļus (Šķiņķis 1992).

2. PĒTĪJUMA TERITORIJAS RAKSTUROJUMS

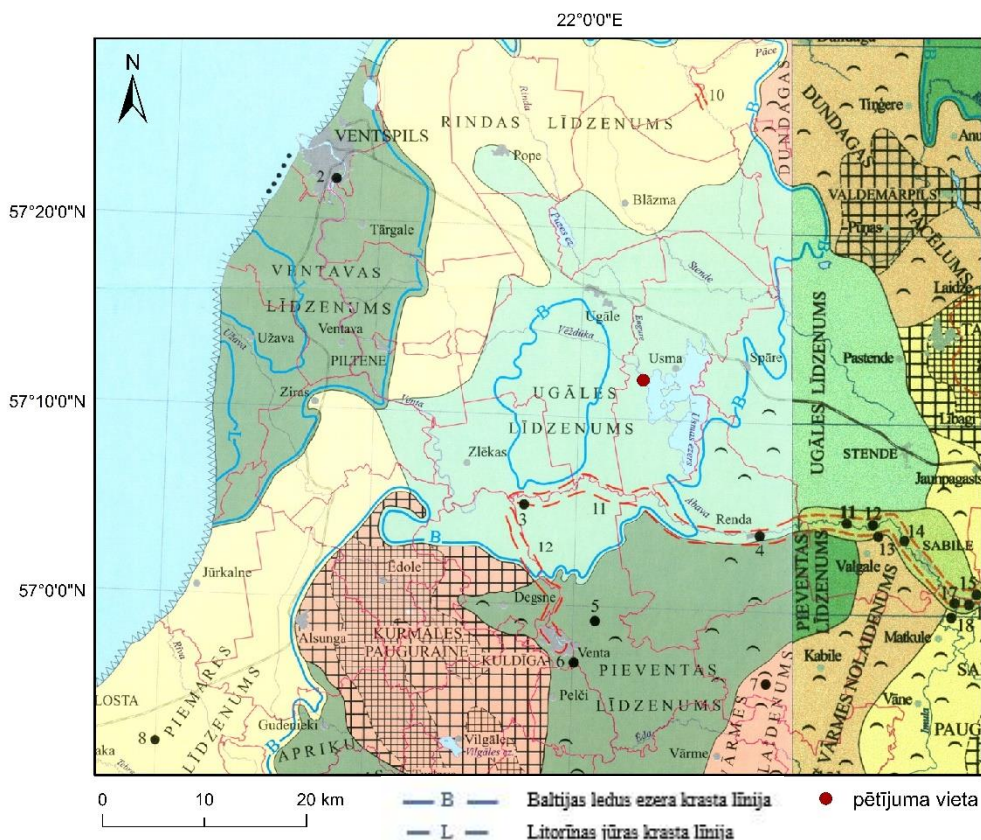
Pētījuma teritorija atrodas Latvijas ziemeļrietumu daļā - Kursas zemes Ugāles līdzenumā Usmas ezera ziemeļrietumu daļā (skat 2.1. att.). 20,6 m v.j.l.. Tas atrodas Ventspils novadā, Usmas pagastā, bet austrumu daļā tā teritorija robežojas ar Talsu novada Ģibuļu pagastu un Kuldīgas novada Rendas pagastu (Eipurs 1998). Usmas ezera apkaimē arheoloģiskajos pētījumos atklāta mezolīta apmetne.



2.1. attēls. Pētījumu teritorijas un tās apkārtnes novietojums (autoreš papildināts, izmantojot Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2003 - 2004)

2.1. Ugāles līdzenuma fiziogēogrāfiskais raksturojums

Ugāles līdzenums ir dabas apvidus Kursas zemiens ziemeļu daļā (Zelčs 1998). Tas robežojas ar Pieventas līdzenumu un Kurmāles pauguraini, kas atrodas dienvidos, nedaudz ar Piemāres līdzenumu un Ventavas līdzenumu ziemeļrietumos kā arī ar Ridas līdzenumu Z un ZA ar Dundagas pacēlumu savukārt DA ar Saldus pauguraini un Abavas ieleju (skat. 2.2. att.) (Juškevičs et al. 1998).



2.2. attēls. Pētījumu teritorija un Baltijas Ledus ezera un Litorīnas jūras izplatības maksimālā robeža (Juškevičs, Mūrniece 1998)

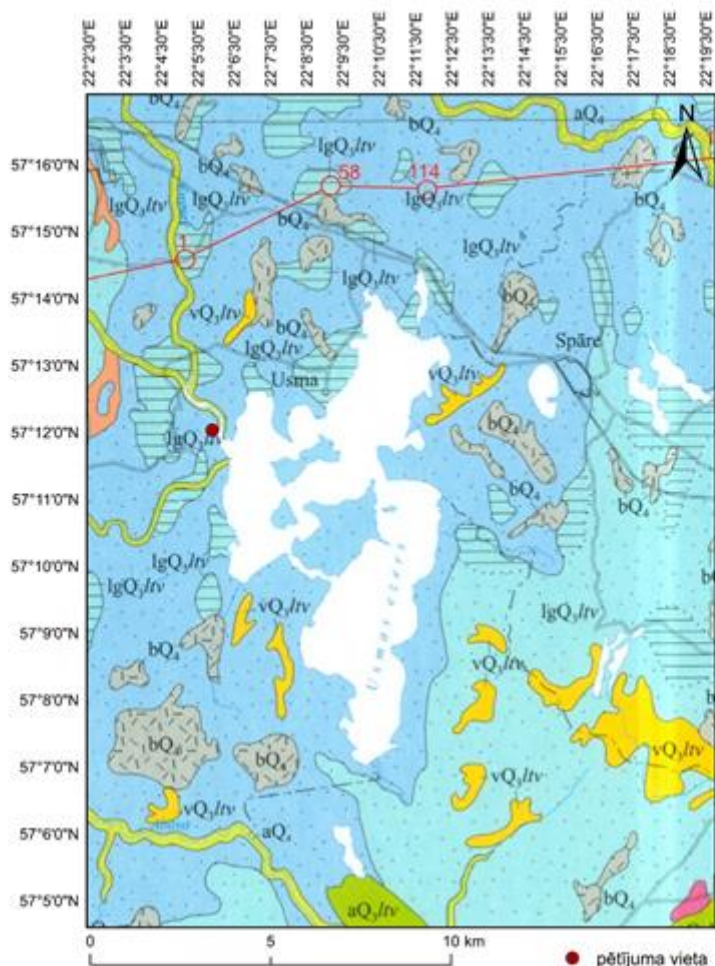
Šis līdzenums ir bijušā Baltijas ledus ezera piekrastes seklūdens daļa ar tai piegulošo glaciolimnisko līdzenumu. Šajā teritorijā zemes virspusē atsedzas morēna, Baltijas ezera smilšainie nogulumi, glaciolimniskie māli un smalka smiltis, savukārt pazeminājumos ir purvu masīvi (skat. 2.2.att.) (Juškevičs et al. 1998).

Līdzenuma reljefs ir lēzeni viļņots, vietām vidēji viļņots un plakans, kas radies Ventas ledus mēles un Ventas pieledāja sprostezera kā arī Baltijas ledus ezera darbības un hidrogrāfiskā tīkla attīstības gaitā. Reljefa saposmājuma relatīvā augstuma starpības ir no 2 līdz 10 metriem. Reljefu veido ledāja un tā kušanas ūdeņu baseinu krasta veidojumi, iekšzemes kāpas, senās deltas un lokālie pamatiežu paaugstinājumi, ar nelielo kvartāra nogulumu segas biežumu tie labi atspoguļojas mūsdienu reljefā, it īpaši līdzenuma Z daļā (skat. 2.3. att.). Ugāles, Popes, Puzes un Ameļu pacēlums bija salas Baltijas ledus ezerā. Šie

pacēlumi veido 15 līdz 40 m augstus izciļņus virs Baltijas ledus ezera veidotajiem zemūdens abrāzijas un akumulācijas līdzenumiem. Visizteiktākais reljefa saposmojums ir gar Mordangas subglaciālo iegultni (Zelčs 1998).

Ugāles līdzenuma upes ietilpst Ventas un Irbes lielbaseinā (Zelčs 1998). Savukārt Usmas ezera sateces hidrogrāfisko tīklu veido desmit nelielas upītes. Engures upīte novada Usmas ezera ūdeņus uz Puzes ezeru, bet tālāk tos novada Rindas un Irbes upes uz Baltijas jūru (Glazačeva 2004).

Ugāles līdzenumā ir diezgan daudz ezeru, kas koncentrējušies galvenokārt tā centrālajā daļā. Lielākais ir Usmas ezers (41,4 km²), bet dziļākais Puzes ezers (33,6 m) (Zelčs 1998).

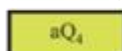


Apzīmējumi

Holocēns



Purvu nogulumi. Kūdra



Aluviālie nogulumi. Smilts, grants, aleirīts,

Augšpleistocēns

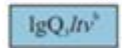
Latvijas svīta



Aluviālie nogulumi. Smilts, grants,



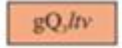
Eolie nogulumi.



Baltijas ledus ezera nogulumi. Smilts, grants, oļājs, aleirīts,



Limnoglaciālie nogulumi. Smilts, aleirīts, māls



Glaciālie nogulumi. Morēnas mālsmilts un

Viduspleistocēns

Lētižas svīta



Pirmskvartāra ieži



Kūdra



Smilts



Māls

2.3. attēls. Kvartāra nogulumi Usmas ezera apkārtnes teritorijā (Juškevičs, Mūrniece 1998)

2.2. Usmas ezera attīstība leduslaikmeta beigu posmā un pēcleduslaikmetā

Baltijas ledus ezera Bgl II stadijas laikā Usmas ezera teritorija ir bijusi tikai kā viens no līčiem. Vēlāk Baltijas ezera līmenim pazeminoties, bijušie līči pakāpeniski izveidojās par atsevišķiem paliku ezeriem (Veinbergs 1996).

Kvartāra nogulumu izpēte Usmas ezera ziemeļu daļā senajā un mūsdienas krastā veikta 1994 – 1995. gadā, tie veikti izmantojot ģeodēzisko uzmērīšanu un rokas urbšanu. Pirmo reizi Usmas stacijas purvu griezumos izdarīti palinoloģiski pētījumi, izdalīti sporu un putekšņu kompleksi (Veinbergs, Jakubovska 1999).

Ledus laikmeta beigu posmā Usmas ezera apkārtnē notika Ventas ledāja mēles atkāpšanās un Ventas – Usmas sprostezera regresija, kurai sekoja Baltijas ledus ezera izveidošanās. Ventas ledāja loba priekšā izveidojās Ventas – Usmas sprostezers, kurš atkāpās uz ziemeļiem, aiz sevis atstājot senās krasta līnijas kā arī slokšņu mālus un smilts nogulumus (Veinbergs, Jakubovska 1999).

Glaciolimnisko mālu virsa Usmas ezera apkārtnē ir diezgan nelīdzena. Šie māli veido augstākos reljefa punktus un arī ir novērojami reljefa pazeminājumos. Baltijas ledus ezera sākumā Bgl I un Bgl II stadiju laikā Usmas ezera apkaimē daudzviet nogulsņējās smilts nogulumi, kuri pāris metru biezumā pārklāj slokšņu mālus, šīs smilts nogulumi bieži ir sapūsti kontinentālās kāpās. Usmas ezera ziemeļu piekrastē šādi nogulumi ir raksturīgi posmā no Engures upes labā krasta līdz Lakšu un Abugas ezeram (Veinbergs, Jakubovska 1999).

Usmas ezera izveidošanās, notika Baltijas ledus ezera stadijas Bgl III stadijas laikā. Tās sākumā Baltijas ledus ezera līmenis nokrita gandrīz par 10 m. Bgl III c fāžu laikā Usmas ezers atdalījās no Baltijas ledus ezera. Tā rezultātā ziemeļos no tagadējās Usmas ezera Baltijas ledus ezera regresijas rezultātā virs ūdens parādījās smilšains sēklis. Usmas ezera maksimālais līmenis bija ap 25 m virs jūras līmeņa. Usmas ezera ūdeņu noplūde vispirms notika pa Ozoliņu ieleju un tālāk caur Lakšu un Abugas ezeru pazeminājumiem uz Engures ieleju. Šo noteci pārtrauca kontinentālo kāpu izveidošanās, tāpēc ūdens noplūde no Usmas notika pa tagadējās Engures augšteces pazeminājumu (Veinbergs, Jakubovska 1999).

Usmas ezera līmenis no augstākā līdz tagadējam nokrita laika posmā no vēlā driasa līdz atlantiskajam periodam. Pēcleduslaikmeta reljefa formu veidošanos Usmas ezera reģionā ievērojamā mērā noteica Engures upes iegrauššanās. Veinberga un Jakubovska pētījumos konstatēts, ka tagadējās krasta līnijas sākušas veidoties klimatiskā optimuma laikā vidus holocēnā atlantiskajā periodā. To augstumi ievērojami atšķiras atsevišķos ezera līčos hidrodinamisko apstākļu ietekmē (Veinbergs, Jakubovska 1999).

Usmas ezera tagadējā līnija kopumā sastāv no aprīmušās abrāzijas posmiem un no viļņu darbības maz izmainītiem krasta posmiem. Vietām redzamas ļoti augstas līdz 13 m abrāzijas kāples. To pakājes ir ar dažādiem absolūtajiem augstumiem. Tas iespējams saistīts ar nevienādu vēja uzplūdu augstumu dažādos ezera posmos. Uzplūdu augstumu noteica krasta kontūras ievērojamie izlocījumi un salu izvietojums. Vairumā gadījumu šajos krastos ir pļavas, kurām ir ļoti neliels slīpums ezera virzienā. Mežainās piekrastēs gar krasta līniju izveidojušās melnalkšņu audzes. Niedru audzes Usmas ezera krastos liecina, ka mūsdienu krasta veidošanās procesi Usmas ezera piekrastē ir ļoti vāji, un krasta līnija atrodas dinamiskā līdzsvara stāvoklī (Veinbergs, Jakubovska 1999).

2.3. Usmas ezers

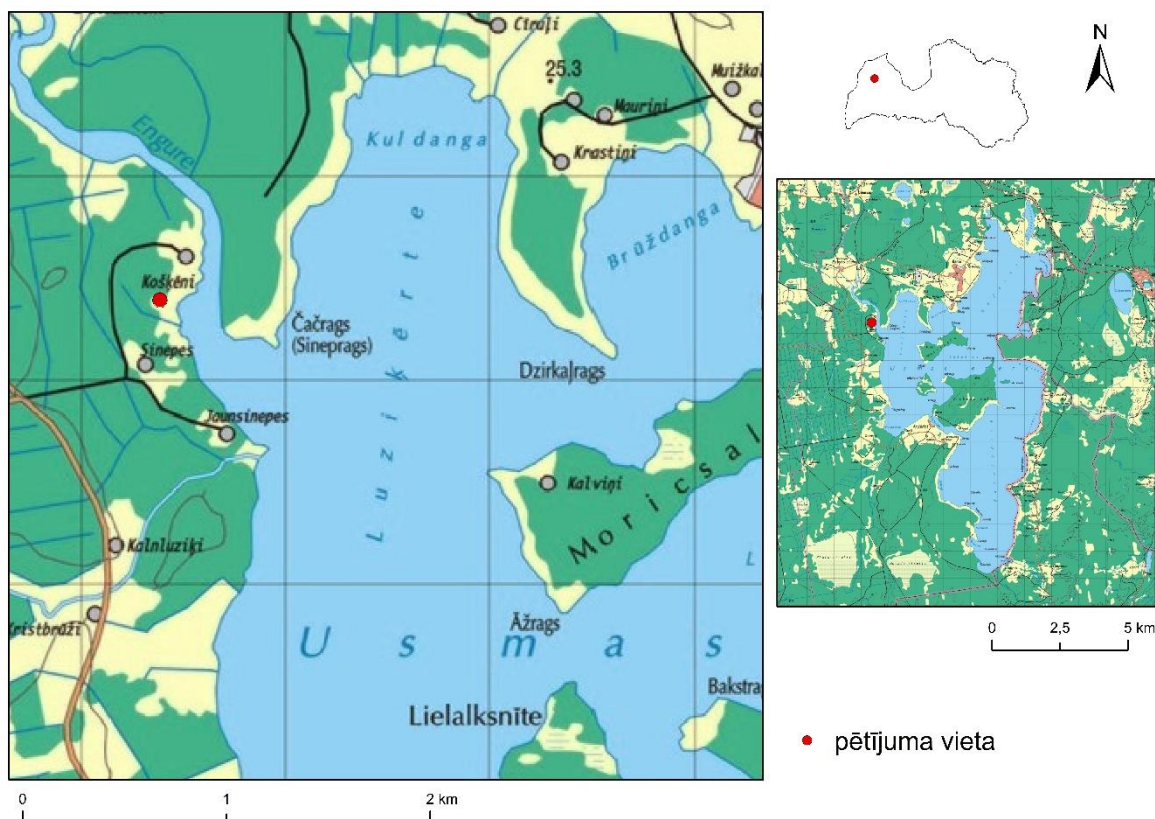
Usmas ezers ir viens no lielākajiem un dziļākajiem ezeriem Latvijā, tā platība apmēram 38 km², savukārt kopā ar salām 42 km² (Eipurs 1998; Glazačeva 2004; Ozoliņš 1930). Usmas ezera maksimālais garums 13,5 km, lielākais platums 6,2 km. Ezera vidējais dziļums ir 5,4 m, maksimālais dziļums 27 m (Glazačeva et al. 2004). Usmas ezerā ir piecas salas, viena no tām ir Viskūžu sala, tās kopējā platība 4,2 km², tā ir lielākā ezera sala Latvijā (Eipurs 1998). Usmas ezera krasta joslas nav visur vienādi izteiktas, dažās vietās pie ezera ir lēzenas pļavas, kam nav raksturīgas nogāzes, bet citur ezerā nelielā attālumā no ūdens paceļas stāvas 3 – 5 metrus augsta nogāze, kuru no ūdens šķir pārplūstošs krasts un piekāje, kura nepārplūst. Citur ezerā trūkst nogāzes piekājes, tāpēc viļņu darbībā drupina un izskalo pašu nogāzi. Krastu izskalošanas process novērojams gar visiem Usmas ezera krastiem, tas liek domāt, ka Usmas ezerā nav dominējošu vēju un viļņu virziens, kas saistīts ar ezerā esošajām salām, kas bieži ietekmē vēja virzienu (Ozoliņš 1930).

Krastu izskalošanās rezultātā rupjākā frakcija nogulsņējas piekrastē, bet smalkākās daļiņas nonāk ezera dibenā, kas kopā ar nogrimušajām organiskajām vielām pilda ezeru iedobumus (Ozoliņš 1930).

Usmas ezers atrodas pārejas stadijā no oligotrofa uz eitrofu ezeru. Floras un faunas ziņā šim ezeram piemīt iezīmes tā no oligotrofa ezera, tā arī no eitrofa ezera. (*Isoetes lacustris*) ir raksturīgs oligotrofu ūdeņu augs kā arī ir raksturīgi (*Tanytarsus*) odu ģints, bet ir novērojamas arī zilaļģes (*Gloeotrichia echinulata* Richter), kas ir raksturīgi eitrofiem ezeriem kā arī (*Chironomus*) ģints kāpuri (Ozoliņš 1930).

Viens no Usmas ezera līčiem ir Luziķērtes līcis, kas atrodas ezera ziemeļrietumos. Šī līča ziemeļrietumu daļā 2,5 km garumā ir izsekojams šaurs līcis, no kura iztek Engures upe. Šajā vietā Engures upe veido tādu kā garu, sašaurinātu ezera līci (skat. 2.4. att.) (Zagorska et al. 2000). Šo līci no pārējā ezera atdala viens no Usmas ezera ragiem Čačrags jeb Sineprags,

kura absolūtais augstums ir 27,4 metri v.j.l.. Savukārt Engures kreiso krastu veido 200 m gara un 5 m augsta smilšains paugurs, kurš atrodas 26.7 metrus v.j.l., šajā paugurā konstatēta Košķēnu akmens laikmeta apmetne. Šim līcim ir zema piekraste, kas regulāri aplūst un pārpurvojas.



2.4. attēls. Usmas ezera Luziķērtes līcis (autores papildināts, izmantojot Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2003 - 2004)

Usmas ezera seklūdens zona aizaug ar niedrēm, meldriem, doņiem, vilkvālītēm, glīvenēm, elodejām, raglapēm, hārām un lēpēm ir sastopamas arī ezerenes un ūdensrozes (skat. 2.5. att.) (Eipurs 1998).



2.5. attēls. Usmas ezera seklūdens zona (L. Kalniņa 2015)

Savukārt aizaugušā līča teritorijā aug bērzi, melnalkšņi, gobas un egles. Zemsedzi klāj zilenes, mellenes, dažāda veida sūnas (skat. 2.5. un 2.6. att.).



2.5., 2.6. attēls. Košķēnu līča veģetācija (Kalniņa L. 2015)

2.4. Košķēnu mezolīta apmetne

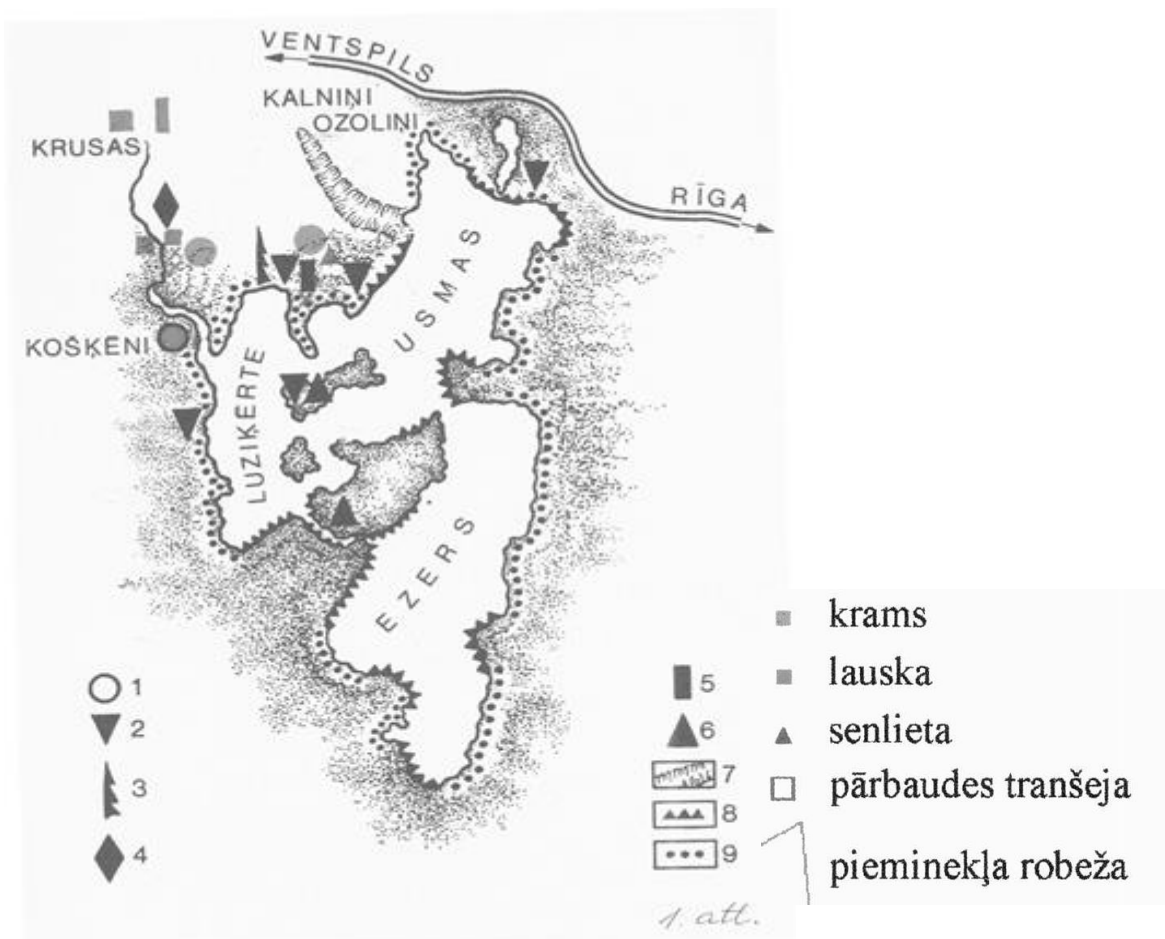
Usmas ezera ziemeļu un rietumu piekrastē ir atrasti pierādījumi par senā cilvēka klātbūtni. Tie ir gan lauskas, krami, senlietas u. c. (skat. 2.7. att.). Vieni no būtiskākajiem atradumiem šajā teritorijā ir Košķēnu vidējā akmens laikmeta jeb mezolīta apmetne (Zagorska 2004).

Košķēnu mezolīta apmetne atrodas Engures upes kreisajā krastā pie iztekas no Usmas ezera Ventspils novada Usmas pagastā (Zagorska 2004). Tā izvietojusies nelielā, ap 200 metrus garā un apmēram 5 metrus augstā smilšu paugurā netālu no upes iztekas no ezera. Upe šajā vietā veido sašaurinātu ezera līci (Zagorska S.a).

Apmetne atklāta 1983. gadā apzināšanas ekspedīcijas laikā, kad tika apstaigāti Usmas ezera krasti (Zagorska S.a). Apzināšanas braucieni uz šo vietu veikti jau 1978. gadā E. Mugureviča vadībā kā arī 1983. un 2004. gadā I. Zagorskas vadībā (Zagorska S.a).

1983. gada rudenī veikti Košķēnu apmetnes pārbaudes izrakumi. Šajos izrakumos zem tumši brūnās, apstrādātās aramzemes, kas bija apmēram 20 – 25 cm bieza tika atrasts 8 – 10 cm biezs kultūrlānis. Šis kultūrlānis iezīmējās ar pelēku zemi un ar sīku olīšu piejaukumu. Zem šī slāņa sekoja gaiša pamatsmiltis. Atradumi savākti jau zemes virspusē, bet visvairāk tie tika atrasti aramkārtas apakšējā daļā un pelēcīgajā slānī (Zagorska S.a).

Pēc ne visai biežā kultūrlāņa un retajiem atradumiem, var secināt, ka Košķēnu apmetne nav ilgstoši un nepārtraukti apdzīvota. Nedaudz paaugstinātais Engures upes kreisais krasts pie upes iztekas no ezera, kur atradās apmetne bijusi piemērota zvejnieku – mednieku grupai kā zvejas vieta (Zagorska S.a).



2.7. attēls. Arheoloģisko atradumu vietas Usmas ezera Z daļā (Zagorska 2004)

3. MATERIĀLI UN METODEDES

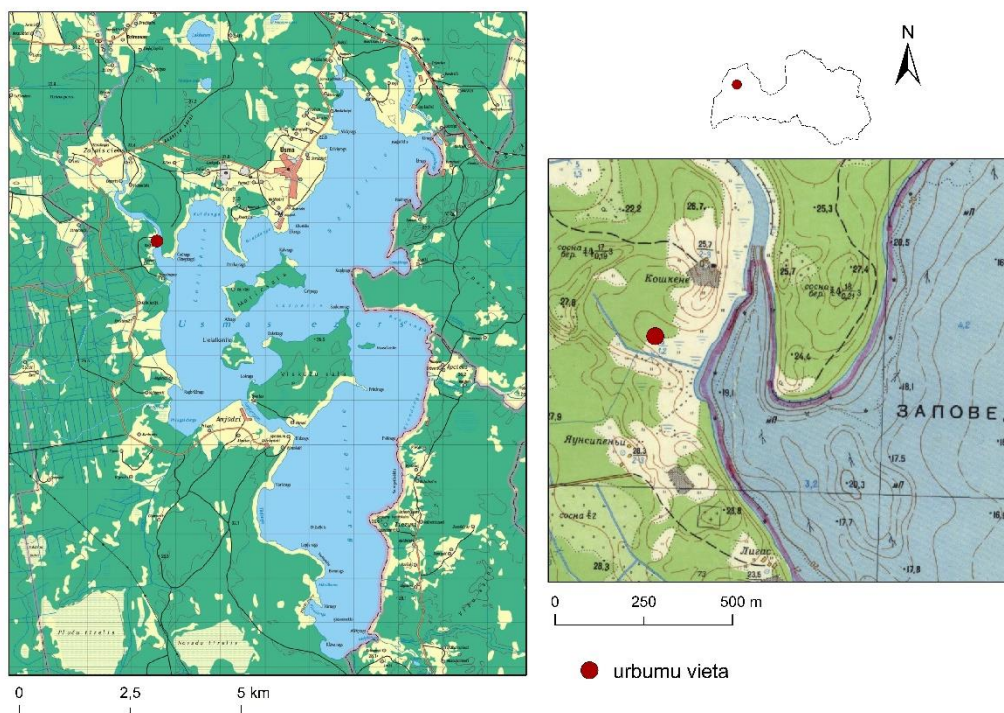
Darba izstrādes gaitā darba autore iepazīnās ar dažādiem literatūras un zinātniskās literatūras avotiem par ezeru veidošanos un to attīstību Latvijas teritorijā, tika apskatīta informācija arī par ūdenstilpju aizaugšanu un ezeru nogulumiem. Iepazīta pieejamā informācija par pētījuma teritorijas fizeoģeogrāfisko raksturojumu, Usmas ezeru un tā attīstību leduslaikmeta beigu posmā un pēc-leduslaikmetā kā arī informācija par Košķēnu mezolīta apmetni, kas atrodas netālu no pētījuma teritorijas.

Darba izstrādes gaitā tika pētīti nogulumi un to dati, kas ievākti 2015. gadā. Šiem nogulumiem ir veikta absolūtā vecuma noteikšana ar AMS ^{14}C datēšanas metodi - Poznaņas radiooglekļa datēšanas laboratorijā, bet turpmākā darba gaitā šie datējumi tikai daļēji tiek izmantoti, jo, ņemot vērā pārējo analīžu rezultātus, domājams, ka apakšējā slāņa datējums ir kļūdains.

Lai iegūtu detalizētu informāciju par pētāmo teritoriju un iegūtu precīzāku informāciju par ģeoloģiskajiem procesiem pagātnē, laboratorijā tika veikti vairāki pētījumi: karsēšanas zudumu analīze, augu makroskopiskā atlieku analīze un kūdras botāniskā sastāva analīze.

3.1. Lauka darbi

Lauka darbu uzdevums bija iegūt informāciju par aizaugušā līča mūsdienu situāciju un ievākt nogulumu paraugus (skat. 3.1.attēls) turpmākajiem pētījumiem laboratorijā. Usmas ezera Košķēnu līcī nogulumi tika ievākti 2015. gada jūlijā divos paralēlos urbumos, kurus darba autore pētīja, izmantojot nogulumu sastāva pētījumu metodes.



3.1. attēls. Nogulumu paraugu ņemšanas vieta Usmas ezera aizaugušā Košķēnu līcī (autore papildināts, izmantojot Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2003 – 2004; PSRS MP ĢKGP 1982)

No urbuma - Košķene 2 iegūtos nogulumus autore pētīja ĢZZF Kvartārvīdes laboratorijā. Savukārt, lai apgūtu un saprastu kā tiek ievākti nogulumu paraugi lauku darbos, darba autore piedalījās 2017. gadā rīkotā ekspedīcijā uz Ziemeļu Garezeru Carnikavas novadā. Šo ekspedīciju laikā tika pilnveidotas zināšanas par to, kā norisinās šāda veida ekspedīcija, kā tiek iegūti nogulumu paraugi un kā tie tiek iesaiņoti, lai tos varētu transportēt.

3.2. Laboratorijas pētījumu metodes

3.2.1. Karsēšanas zudumu analīze

Karsēšanas zuduma analīze ir salīdzinoši ātrs un viegls veids, kā, salīdzinājumā ar citām sarežģītākām ģeoķīmiskām metodēm, var precīzi noteikt organisko, minerālo un karbonātisko vielu daudzumu nogulumos (Kuške et al. 2012). Šī analīze tiek plaši pielietota, lai noteiktu jau minēto organisko, minerālo un karbonātisko vielu procentuālo daudzumu izmaiņas nogulumos, kā arī pēc šīs analīzes var rekonstruēt ezera attīstības gaitu un paleovīdes apstākļus.

Procentuālā daudzuma noteikšana balstās uz paraugu secīgu karsēšanu mufelkrāsnī. 550⁰C grādu temperatūrā līdz oglekļa dioksīdam un pelniem tiek oksidēts organisko vielu daudzums. Pēc tam 900 – 1000⁰C grādu lielā temperatūrā oglekļa dioksīds tiek atdalīts no karbonātiem un citiem minerāliem. Savukārt, lai aprēķinātu zudumu masu, kas rodas šīs reakcijas laikā, paraugus nosver pirms un pēc dedzināšanas (Heiri et al. 2001).

Karsēšanas zudumu analīzei paraugi tika ņemti 1 cm³ ik pa 5 cm no nogulumu monolīta. Lai veiktu karsēšanas zudumu analīzi, vispirms bija jāizkarsē porcelāna tīģeļi žāvēšanas skapī 550 °C grādu temperatūrā vienu stundu, lai nodrošinātu gaistošo vielu aizvadīšanu. Pēc to karsēšanas tīģeļi tika nosvērti vieni paši un pēc tam ar paraugu, lai pēc tam saprastu cik liels ir parauga svars. Nosvērtos paraugus karsē 105 °C temperatūrā 12 stundas, lai paraugos vairs nebūtu liekais mitrums. Pēc katras karsēšanas paraugi tika nosvērti. Pēc tam tie tika karsēti mufelkrāsnī 550 °C temperatūrā 4 stundas, lai noteiktu organisko vielu daudzumu. Pēc karsēšanas tīģeļus atdzesē līdz istabas temperatūrai un nosver. Pēc šīs karsēšanas seko pēdējā karsēšana, kur paraugus atkal ievieto mufelkrāsnī, bet šoreiz uz 950 °C lielu temperatūru uz 2 stundām, lai noteiktu karbonātisko vielu daudzumu. Pēc karsēšanas paraugus atdzesē un nosver. Palikušais materiāla daudzums pēc dedzināšanas 950 °C ir minerālo vielu daudzums.

Pēc katras karsēšanas iegūtos rezultātus ievadīja datorprogrammā Microsoft Office Excel, kur pēc tam ar dažādu formulu palīdzību varēja aprēķināt organisko vielu un karbonātu procentuālo daudzumu nogulumos.

Lai iegūtu parauga organisko vielu masas daļu procentos, to aprēķināja pēc formulas:

$$LOI_{550} = (DW_{105} - DW_{550}) / (DW_{105} - W_{cru}) \times 100$$

LOI₅₅₀ – organisko vielu masas daļa jeb karsēšanas zudumi 550 °C temperatūrā, %;

W_{cru} – porcelāna tīģeļa masa;

DW₁₀₅ – sausa parauga masa kopā ar tīģeļi pirms karsēšanas, g;

DW₅₅₀ – parauga masa kopā ar tīģeļi pēc karsēšanas 550 °C temperatūrā, g.

Karbonātu masas daļu procentos aprēķina pēc formulas:

$$LOI_{950} = (DW_{550} - DW_{950}) / (DW_{105} - W_{cru}) \times 136$$

LOI₉₅₀ – karbonātu masas daļa, %;

W_{cru} – porcelāna tīģeļa masa;

DW₁₀₅ – sausa parauga masa kopā ar tīģeļi pirms karsēšanas, g;

DW₅₅₀ – parauga masa kopā ar tīģeļi pēc organiskā materiāla karsēšanas 550 °C temperatūrā, g;

DW₉₅₀ – parauga masa kopā ar tīģeļi pēc karsēšanas 950 °C temperatūrā, g.

Savukārt, lai noteiktu minerālo masas daļu, to aprēķina pēc formulas:

$$M = 100 - (LOI_{950} - LOI_{550})$$

- M – minerālvielu masas daļa, %;
- LOI₉₅₀ – karbonātu masas daļa, %;
- LOI₅₅₀ – organisko vielu masas daļa, %.

3.2.2. Augu makroskopisko atlieku analīze

Augu makroskopisko atlieku analīze tika izvēlēta ar mērķi, lai varētu noteikt lokālās veģetācijas attīstības gaitu. Tās ir atliekas, kuras var redzēt bez mikroskopa vai nelielā palielinājumā ar stereoskopisko binokulāro mikroskopu. Augu sēklas un to augļi kā arī koksnes fragmenti un citas vaskulārās augu daļas, piemēram, lapas, čiekuru zvīņas, ērkšķi un sūnu fragmenti saglabājas upju, ezeru un pārejas purvu nogulumos (Pujāte, Ceriņa 2012). Šajos nogulumos uzkrājas ezeros un upēs augošo augu atliekas un atliekas, kas ir ieskalotas no apkārtējās teritorijas un sateces baseina (Birks 1980). Bez augu makroatliekām tiek noteikti arī ūdenī mītošo organismu atliekas, piemēram, bieži var atrast kladoceras, to ilgolas un kukaiņu hitīna fragmentus (Birks 2007).

Kvartāra nogulumos visbiežāk tiek atrasti augu vairošanās orgāni jeb diasporas, tās ir sēklu, augļu un megasporu atliekas (Pujāte, Ceriņa 2012).

Izmantojot augu makroatliekas, iespējams rekonstruēt paleoklimatu, paleoekoloģiju kā arī paleoveģetāciju. Šo metodi izmanto arī nogulumu vecuma AMS ¹⁴C datēšanā (Āboliņš 2004).

Lai veiktu augu makroatlieku analīzi, paraugi tika sagatavoti pēc standarta metodes, kur paraugus ņem ik pa 5 cm. Veicot paraugu pirmsapstrādi, respektīvi - atskalojot augu un ūdesdzīvnieku atliekas, vispirms parauga nogulumus izjauc lielākā ūdens daudzumā, bet pēc tam tos skalo uz sieta ar acs izmēru 0,25 mm tik ilgi, kamēr no parauga ūdens peldē izskalojas viss detrits. Pēc tam uz sieta palikušās atliekas ievieto aizveramos polietilēna maisiņos un aplej ar ūdeni nosedzot visu paraugu, lai nepieļautu tā izžūšanu līdz turpmākai tā apskatei. Uz maisiņa norāda, no kura urbuma ir ievākts paraugs, un tā dziļuma intervālu.

Tālāk paraugs tika analizēts izmantojot stereoskopisko binokulāro mikroskopu Zeiss Stemi 2000-C ar palielinājumu 10 – 40 reizes. Lai caurskatītu paraugu, to nogulumi nelielā daudzumā tika ielikti speciālā trauciņā plānā kārtā, lai tos varētu caurskatīt zem mikroskopa. Parauga analizēšanai izmantoja speciālu adatu un otiņu, ar kuras palīdzību varēja atlasīt noteicamās augu sugas. Atrastās makroatliekas – sēklas, skuju, lapiņas un lielāko kukainišu spārnus vai ārējā skeleta hitīna fragmentus, pārlika mazākos aiztaisāmos polietilēna maisiņos, kur tos uzglabā mitrus, lai tie neizžūst. Uz maisiņa, kurā ievieto kādas noteiktas augu sugas

sēklas vai citas atliekas, norāda, no kāda urbuma ir ievākts paraugs, tā dziļuma intervāls un sugas nosaukums.

Makroatlieku identificēšanai izmantoja dažādus augu atlieku noteicējus un subfosilos sēklu atlantus (Katz et al. 1965; Rasiņš 1954; Velichkevich & Zastawniak 2006).

Pēc makroatlieku paraugu analizēšanas tiek sastādīta diagramma, kas uzskatāmi parāda, kādas sugas ir noteiktas. Šo diagrammu veido speciālā datorprogrammā Tilia 1.5.12. No urbuma nogulumiem Košķene 2 - šai analīzei tika analizēti 46 paraugi.

3.2.3. Kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes noteikšana

Kūdras botāniskā analīze galvenokārt balstās uz kūdras makroskopiskām un mikroskopiskām pazīmēm, noskaidrojot galvenos augus, kas galvenokārt veido kūdras nogulumu parauga sastāvu (Tjuremnov 1976).

Šīs metodes mērķis ir noteikt fosilo augu makroatlieku procentuālo attiecību kā arī noteikt kūdras tipu. Noteiktais kūdras tips ļaus spriest par kūdras veidošanās apstākļiem. Kūdras nogulumos saglabājas tikai tādi augi, kas ir izturīgi pret sadalīšanos. Šī metode ir svarīga, lai pētītu dažādu augu segas attīstību laika gaitā un tā rekonstruē paleoekoloģijas attīstību.

Kūdras botāniskā sastāva noteikšanai izmanto kūdras nogulumu paraugu, kura svars ir apmēram 10 - 12 g, bet vispirms kūdrai nosaka sadalīšanās pakāpi. Šos nelielos paraudziņus skalo caur sietu ar acs izmēru 1 mm. Analīzei izmanto augu atliekas, kuras ir palikušas uz sieta. Šīs atliekas novieto uz priekšmetstikliņa un vienmērīgi izlīdzina. Analīzi veic, izmantojot gaismas binokulāro mikroskopu, paraugus caurskatot 100 reižu lielā palielinājumā. Viens šāds mikroskopa redzes lauks tiek pieņemts par 100%. Šajā analīzē noskaidro augus, kas veido kūdru, lai saprastu, kas tie par augiem. Tiek izmantoti dažādi augu mikro un makroatlieku atlanti (Кац и.др. 1977). Noteiktās augu sugas un to procentuālais sastāvs tiek reģistrētas darba žurnālā.

Nosakot botānisko sastāvu, katrā paraugā tika noteikta arī kūdras sadalīšanās pakāpe. Kūdras sadalīšanās pakāpe ir procentos izteikts humusu saturs kūdrā. Humuss ir viela, kas veidojusies, augiem atmirstot un mainoties to ķīmiskajām un mehāniskajām īpašībām. To iespējams noteikt lauka apstākļos, laboratorijā ar mikroskopu vai ar centrifūgu (Špore 2013). Kūdras sadalīšanās pakāpe ir būtisks nogulumu uzkrāšanās vides apstākļu indikators, jo tā raksturo, vai apstākļi ir bijuši pietiekoši sausi, lai baktērijas aerobos apstākļos varētu realizēt kūdras sadalīšanās procesu. Savukārt anaerobos apstākļos, kad augu atliekas nokļūst zem ūdens, sadalīšanās ir ļoti lēna vai nenotiek vispār (Nomals 1930; Tjuremnovs 1976).

3.3. Kamerālie pētījumi

Lai vieglāk salīdzinātu un interpretētu iegūtos datus, tika veidotas dažādas tabulas un diagrammas.

Kamerālie darbi ietver ģeogrāfiskās, ģeomorfoloģiskās un ģeoloģiskās informācijas ievākšanu. Kartogrāfiskie materiāli tika veidoti, izmantojot programmu ESRI ArcMap, karšu pamatnei izmantojot LU ĢZZF WMS karšu slāņus – LĢIA Satelītkartes mozaīku mērogā 1:50 000, LVĢD kvartāra nogulumu kartes mozaīka mērogā 1:200 000, LVĢD Dabas apvidus karšu mozaīku mērogā 1:400 000.

4. REZULTĀTI

Izstrādājot bakalaura darbu, pētījumam tika izmantoti nogulumi no urbuma Košķene 2 (K2) un urbuma Košķene 3. Šo urbumu nogulumu serdes ir identiski vienādas, jo ņemtas 0,5 m attālumā un aprakstīti 4.1. tabulā.

4.1. tabula

Košķenes urbuma K2 nogulumu apraksts

| K2 Usmas ezera aizaugušajā līcī Koordinātes N 57012'05'' A 22006'10'' | |
|--|---|
| Dziļuma intervāls, m | Apraksts |
| 0,0 – 0,78 | Kūdra - tumši brūna, blīva, horizontāli kārtota, ar atsevišķām gaišākām brūnas kūdras starpkārtiņām, ar grīšļu saknītēm, labi sadalījusies. |
| 0,78 – 1,00 | Kūdra ar rupjāku augu atlieku detritu, mazāk sadalījusies, sapropeļaina, irdenāka, slapja. |
| 1,00 – 1,50 | Kūdra - brūna, ar grīšļu atliekām. Ar gaišiem dzelteniem koksnes fragmentiem. |
| 1,50 – 1,69 | Sapropelis - brūns, ar mazākiem koksnes fragmentiem. |
| 1,69 – 1,84 | Sapropelis - zaļganbrūns, ar brūna sapropeļa starpkārtām. |
| 1,84 – 2,00 | Sapropelis - gaiši brūns, ar sīkām baltām molusku čaulām un ostrokodu čaulām, virzienā uz leju kļūst gaišāki brūns. |
| 2,00 – 2,30 | Sapropelis - gaiši brūns. |
| 2,30 – 2,43 | Sapropelis - gaiši brūns, ar ļoti plānām tumšbrūna sapropeļa starpkārtiņām. |
| 2,43 – 2,50 | Sapropelis - dzeltenīgi pelēks, karbonātisks, 1 – 2 cm bieza starpkārtiņa kura ir nedaudz tumšāki zaļganpelēka. |
| 2,50 – 3,00 | Sapropelis - gaiši zaļgandzeltens, karbonātisks, horizontāli kārtots. |
| 3,00 – 3,90 | Sapropelis - gaiši zaļganpelēks, smalki kārtots, viendabīgs, ar sīkām molusku un ostrokodu čaulām. |
| 3,90 – 4,40 | Māls - gaiši zilganpelēks, aleirītisks, lipīgs un piesātināts ar ūdeni. |
| 4,40 – 4,45 | Smalkgraudaina smilts - gaiši pelēka ar plānām tumšpelēkām josliņām (saskalota organika). |

4.1. Karsēšanas zudumu analīzes rezultāti

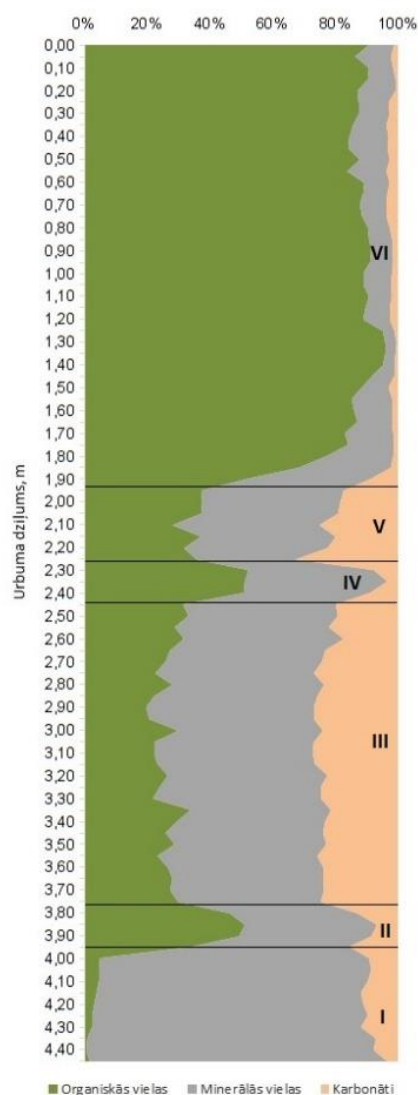
Karsēšanas zuduma analīze tika veikta Košķene 3 urbuma nogulumiem, kas ir paralēls urbumam Košķene 2 urbumam. Šai analīzei tika sagatavoti 90 paraugi, kas tika ņemti apmēram pa 1 cm³ ik pēc 5 cm no nogulumu monalīta. Šīs analīzes rezultātā var noteikt nogulumos esošo organisko vielu, minerālo vielu un karbonātisko vielu daudzumu procentuālās attiecības atkarībā no nogulumu dziļuma.

Pēc karsēšanas zudumu analīzes rezultātiem Usmas ezera Košķēnu līča nogulumu rezultāti atspoguļoti diagrammā (skat 4.1. att.), kurā atkarībā no nogulumu sastāva izmaiņām ir nodalītas 6 zonas. Zonu dalīšana sākas no nogulumu griezuma apakšas uz augšu atbilstoši to uzkrāšanās gaitai.

I zona tiek nodalīta nogulumu griezuma apakšējā intervālā, respektīvi no 4,45 m līdz 3,95 m. Šajā dziļuma intervālā ir liels minerālo vielu saturs (84 – 94%), kas raksturo mālaina sapropeļa un smalkgraudainu smilšu nogulumu sastāvu. Šajā pašā zonā ir neliels karbonātisko vielu saturs (3 - 11%), bet mazs organisko vielu saturs, kas aizņem vidēji 3% no šīs zonas nogulumu sastāva. Minerālo vielu pieaugums salīdzinājumā ar mazo organisko vielu saturu varētu liecināt par ūdens līmeņa svārstībām un pastiprinātiem krastu noskalošanas procesiem.

II zona tiek izdalīta dziļuma intervāla robežās no 3,95 m līdz 3,75 m. Šos nogulumus veido sapropelis. Šajā intervālā strauji pieaug organisko vielu saturs (30 – 51%) un tas ir ievērojami lielāks, salīdzinājumā ar I zonu. Pretēji organisko vielu pieaugumam minerālo vielu daudzums nogulumos samazinās apmēram par pusi, veidojot vidēji 41% no nogulumu sastāva. Karbonātisko vielu daudzums samazinās minimāli (7 - 24%), izņemot 3,85 metru dziļumu, kur tas veido tikai 6% no nogulumu sastāva.

III zona nodalīta dziļuma intervālā no 3,75 m līdz 2,45 m, ko veido gaiši zaļgandzeltens karbonātisks sapropelis. Šajā intervālā nogulumu sastāvā samazinās organisko vielu



4.1 attēls. Usmas ezera Košķēnu līča K3 urbuma nogulumos noteiktais organisko vielu saturs, minerālo un karbonātisko vielu daudzums.

daudzums (19 – 30%). Savukārt minerālo vielu saturs palielinās (47 – 53 %). Karbonātisko vielu daudzums nogulumos salīdzinājumā ar I un II zonu strauji palielinājies un svārstās no 19 – 27%. Karbonātu daudzums var palielināties, izgulsnējoties karbonātiskam sapropelī un molusku čaulām.

IV zonā intervālā no 2,45 m līdz 2,25 m notiek nogulumu sastāva izmaiņas. Šajā zonā ir būtiski palielinājies, salīdzinājumā ar III zonu, organisko vielu saturs, sasniedzot 52 % no nogulumu sastāva. Minerālo vielu daudzums salīdzinājumā ar III zonu nedaudz pazeminās un aizņem maksimāli 45% no nogulumu sastāva. Šajā zonā ir vērojams straujš karbonātu vielu satura samazinājums, vismazākais karbonātu daudzums ir 2,35 m dziļumā. Šajā intervālā nogulumus veido gaiši brūns sapropelis jeb gitija.

V zonā intervālā no 2,25 m līdz 1,94 m atkal vērojama nogulumu maiņa. Palielinās minerālo vielu saturs no 42 – 46% un karbonātisko vielu saturs 17 – 24% salīdzinājumā ar IV zonu. Savukārt organisko vielu saturs samazinās, veidojot 28 – 37%.

VI zona veido nogulumu griezuma augšējo daļu intervālā no 1,94 – 0 m. Šīs zonas apakšējo nogulumu daļu līdz 1,50 m veido brūns sapropelis ar minerālo un karbonātisko vielu piejaukumu. Savukārt no 1,50 m un uz augšu nogulumus veido tumši brūna kūdra ar nelielu minerālo un karbonātisko vielu daudzumu. Organisko vielu saturs šajā zonā pieaug intervālā no 1,94 m līdz 1,25 m, kur tas sasniedz 95% no nogulumu sastāva, pēc tam, daudz nemainoties, organisko vielu daudzums aizņem galveno nogulumu sastāvu vidēji 88% no nogulumu satura. Šajā zonā strauji pazeminās minerālo un karbonātisko vielu daudzums. Minerālo vielu saturs no šīs zonas nogulumiem vidēji aizņem 10%, bet karbonāti vien 2% no nogulumu satura. Liels organisko vielu daudzums liecina par ezera līča aizaugšanu.

4.2. Augu makroskopisko atlieku analīzes rezultāti

No Usmas ezeru Košķēnu līča urbuma K2 tika analizēti 46 paraugi. Pēc makroatlieku analīzes un datu apstrādes tika izdalītas piecas augu makroatlieku zonas (MK zonas) (skat.4.2. tab.). Izdalot šādas zonas, labāk var izprast paleoveģētācijas, paleoklimata un nogulumu uzkrāšanās vides izmaiņas.

Augu makroatlieku analīzes rezultāti apkopoti vairākās tabulās (skat 1.- 4. pielikumu) un divās diagrammās (skat. 4.2. un 4.3. att), kas parāda atrasto fosilo makroatlieku piederību noteiktam augu taksonam (ģintij vai sugai) un to skaitu noteiktā nogulumu intervālā.

Košķēnu K2 nogulumu apakšējā daļā nelielā skaitā konstatētas selaginelas (*Selaginella selaginoides*) megasporas un pundurbērza riekstiņi (*Betula nana*), kas raksturīgi leduslaikmeta beiguposma un holocēna sākuma veģētācijai. Sākot aptuveni no 3,95 m

dziļuma virzienā uz augšu nogulumos pieaug dažādu ūdensdzīvnieku atlieku skaits. Savukārt no 3,75 m dziļumam līdz 1,85 m dziļumam nogulumos konstatētas iegremdētā ūdensauga jūras najādes (*Najas marina*) sēklas, turpretī intervālā no 2,65 m līdz 2,70 m - arī lokanās najādes (*Caulinia flexilis*) sēklas. Sākot no 1,85 m dziļuma par ezera aizaugšanu liecina kūdrainie ezera nogulumu un arī ūdensaugu un purva augu atliekas: baltās ūdensrozes (*Nymphaea alba*), ezera meldra (*Scripus lacustris*) sēklas, peldošā ezerrieksta (*Trapa natans*) harpūniņas, parastās purvpapardes (*Thelypteris palustris*) lapu fragmenti. Šajā intervālā konstatētas arī platlapju koku pazīmes - parastā ozola (*Quercus robur*) juvenila zīle un parastās liepas (*Tilia*) sēklu fragmenti.

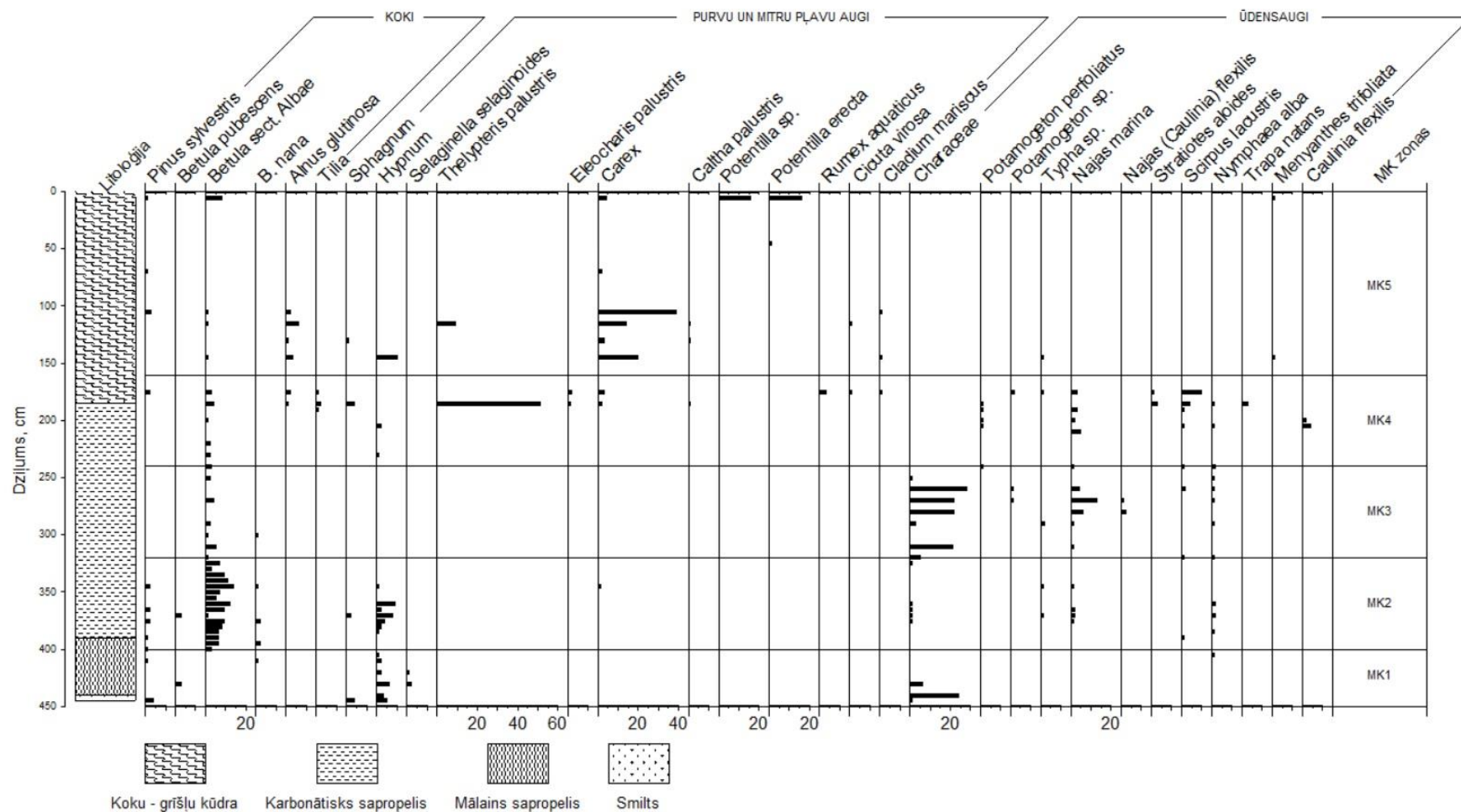
Starp augu un dzīvnieku atliekām ir arī tādas, kas nogulumos sastopamas Košķēnu nogulumos tādas ir: makstenes *Orthotrichia* kāpura apvalks, kas vienā eksemplārā konstatēts 370 cm dziļumā. No ūdensaugiem reti sastopamas ir parastās cirvenes *Alisma plantago-aquatica* sēklas, kas bija konstatētas 130 cm dziļumā, lokana najādes *Caulinia flexilis* - 200 cm un 205 cm dziļumā. No purvu un mitru pļavu augiem 105 cm dziļumā vienā eksemplārā konstatēta mazā ežgalvīte *Sparganium minimum* un purva vārnkāja *Comarum palustre*. Ūdens skābenes *Rumex aquaticus* sēklas ir konstatēti 175 cm dziļumā. Doņu *Juncus sp.* 1 sēkla noteikta 440 cm dziļumā. Savukārt no kokiem un krūmiem ļoti reti konstatēta *Vaccinium sp.* ģints auga - viena sēkla 370 cm dziļumā un ozola *Quercus* juvenila zīle 185 cm dziļumā.

4.2.tab.

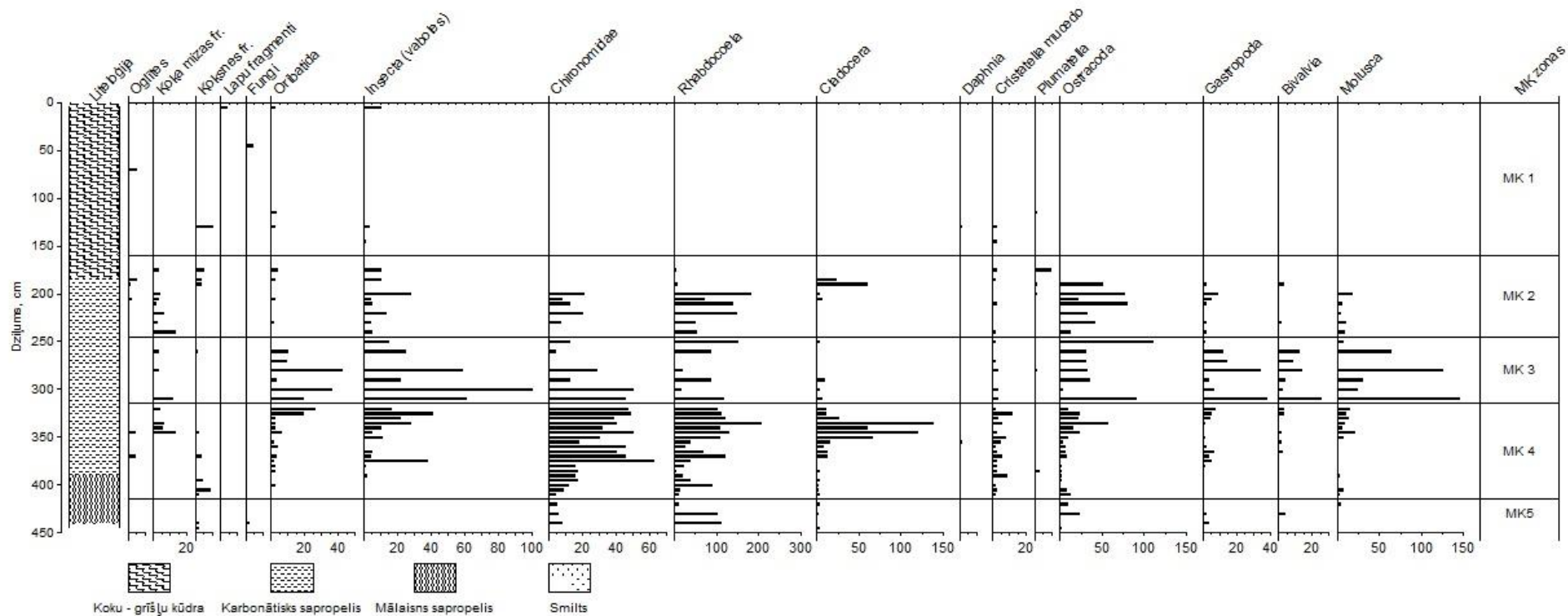
Augu makroskopisko atlieku raksturojums Košķenes 2 nogulumu griezumā

| Dziļums (cm) | MK zonas | Makroatlieku sastāva raksturojums |
|--------------|----------|---|
| 445 – 415 cm | MK 1 | Dominē ūdensaugi – mieturaļģu Characeae oogoniji kā arī purvu un mitru pļavu augi - <i>Hypnum</i> lapas dominē lielā skaitā, mazāk <i>Selaginella selaginoides</i> megasporas un <i>Sphagnum</i> lapiņas. No koku sugām <i>Pinus sylvestris</i> skuju fragmenti un <i>Betula pubescens</i> riekstiņi. Kopumā ir neliels augu taksonu skaits. |
| 415 – 330 cm | MK 2 | Visas zonas griezumā dominē <i>Betula sect. Albae</i> riekstiņi. Palielinās <i>Pinus sylvestris</i> skuju fragmenti un <i>Betula nana</i> riekstiņu skaits. 370 cm dziļumā ir sastopami <i>Betula pubescens</i> riekstiņi. Šajā zonā ir konstatētas 3 sugas no purvu un mitru pļavu augiem, tās ir <i>Sphagnum</i> lapiņas, kas, tā pat kā <i>Betula pubescens</i> , ir konstatēts 370 cm dziļumā, bet <i>Hypnum</i> lapiņas ir konstatēts zonas vidus daļā, kas ir robežās no 385 cm līdz 360. Zonā palielinās ūdensaugu sugu skaits. Sastopamas tādu sugu atliekas kā Characeae oogoniji, <i>Typha sp.</i> sēklas, <i>Najas marina</i> sēklas un to fragmenti, <i>Nymphaea alba</i> sēklas un to fragmenti, 390 cm dziļumā konstatēts <i>Scirpus lacustris</i> riekstiņi. Šajā zonā dominē trīsuļodu <i>Chironomidae</i> kapsulas, |

| | | |
|--------------|------|--|
| | | Rhabdocoela kokoni, Cladocera ilgolas. Sūneņu <i>Cristatella mucedo</i> statoblasti šajā zonā ir vis-vairāk salīdzinājumā ar pārējām izdalītajām zonām. Vēl ir konstatēti Oribatida eksoskelets, Insecta (vaboles) hitīna fragmenti, dažas <i>Daphnia</i> ilgolas, Ostracoda čaulas, Bivalvia čaulu fragmenti, Gastropoda čaulas un Mollusca čaulu fragmenti. |
| 330 – 245 cm | MK 3 | Šajā zonā nav konstatēts neviens purvu vai mitru pļavu augs. Savukārt pārsvarā dominē ūdens augi. Visvairāk tieši Characeae oogoniji, kas uz zonas augšējo daļu samazinās. Konstatētas arī <i>Najas marinas</i> sēklas, <i>Najas (Caulinia) flexilis</i> sēklas, <i>Nymphaea alba</i> sēklu fragmenti. No kokiem šajā zonā dominē tikai <i>Betula sect. Albae</i> riekstiņi un <i>B. nana</i> riekstiņi. Šī zona no pārējām izceļas ar Ostracoda, Gastropoda, Bivalvia un Mollusca čaulām kā arī ar Insecta hitīna fragmentiem. |
| 245 – 155 cm | MK 4 | Šajā zonā dominē gan koki, gan purvu un mitru pļavu augi, gan arī ūdensaugi. No ūdens augu sugām dominē visvairāk <i>Scirpus lacustris</i> riekstiņi un <i>Najas marina</i> sēklas. Purvu un mitru pļavu augi pārsvarā aizņem šīs zonas augšējo daļu un visvairāk dominē purva papardes <i>Thelypteris palustris</i> lapu fragmenti. Kā arī daudz ir Oribatida eksoskelets, Insecta hitīnas fragmenti, Chironomidae kapsulas. Salīdzinājumā ar iepriekšējo zonu samazinās Gastropoda, Bivalvia un Mollusca čaulas. |
| 155 – 0 cm | MK 5 | Dominē koku un mitru pļavu augi, bet vairs nav konstatēti ūdensaugi. No kokiem pārsvarā dominē <i>Alnus glutinosa</i> riekstiņi un <i>Betula sect. Albae</i> riekstiņi. No purvu un mitru pļavu augiem zonas lejasdaļā dominē <i>Carex</i> spp. riekstiņi, bet zonas augšējā daļā platkājiņu <i>Potentilla</i> sp. un <i>Potentilla erecta</i> sēklas. |



4.2. attēls. Koku, purvu un mitru pļavu augu un ūdensaugu makroatlieku sastāvs un tā izmaiņas Usmas ezera Košķēnu līča urbuma K2 nogulumos



4.3. attēls. Usmas ezera Košķēnu līča citu augu atlieku un ūdensdzīvnieku makroatlieku sastāvs un tā izmaiņas Usmas ezera Košķēnu līča urbuma K2 nogulumos

4.3. Kūdras botāniskā sastāva analīzes rezultāti

Kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes analīzes tika veiktas Košķenes līča nogulumu griezuma augšējai daļai līdz 185 cm dziļumam, kur uzkrājusies kūdra, pavisam analizēti 7 paraugi. Veicot šīs analīzes tika noteikts kūdras veids un to tips. Pēc iegūtajiem rezultātiem tika noteikts, ka Usmas ezera Košķēnu K2 urbuma nogulumu intervālā no 185 cm līdz nogulumu griezuma augšējai daļai veido labi sadalījusies zemā tipa koku – grīšļu kūdra (4.3.tabula).

Apakšējā paraugā 185 cm dziļumā, tika konstatēts liels ozolu putekšņu daudzums, kas neskatoties uz labo kūdras sadalīšanās pakāpi, ir labi saglabājušies. Tas liecina par ozolu meža izplatību Košķenes līča apkārtnē šajā griezuma intervālā, kad lielākā daļa līča jau bija aizaugusi un uz sapropeļa sāka uzkrāties kūdra. Tajā konstatēti lazdu un priežu putekšņi kā arī bērzu un alkšņu atliekas un sfagnu lapiņas un to kātiņi. Šim paraugam sadalīšanās pakāpe ir ļoti augsta 55%, bet ir atsevišķi augi, kas mazāk sadalījušies. Savukārt konstatētie putekšņi ir ļoti labi saglabājušies.

165 cm dziļumā konstatētas hipnu sūnu, grīšļu un koku, galvenokārt bērzu atliekas. Paraugā ir ļoti labi saglabājušās egļu putekšņi. Sadalīšanās pakāpe 55%.

Griezumā 145 cm dziļumā analizējot kūdru, konstatēts, ka tā ir labi sadalījusies koku – grīšļu kūdra, kurā pārsvarā dominē dažādu grīšļu sugas, nedaudz mazāk koku atliekas.


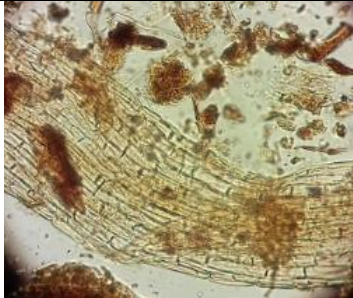
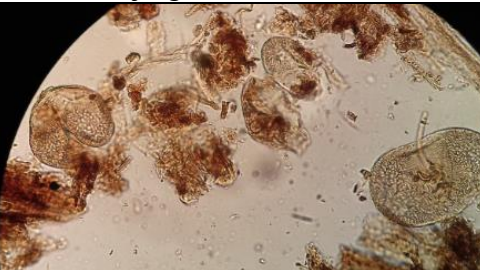
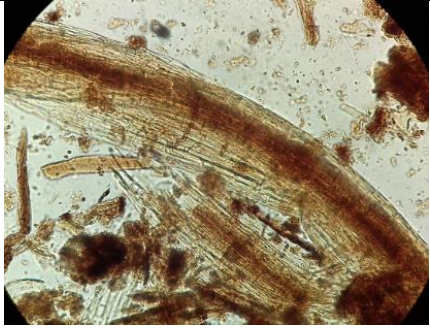
Griezumā arī 125 cm dziļumā dominē grīšļi, taču ir sastopama lielāka sugu daudzveidība. Konstatētas kosas, bērzu atliekas kā arī hipnu sūnu un baltmeldru atliekas. Kūdru var raksturot kā labi sadalījušos – 45%.


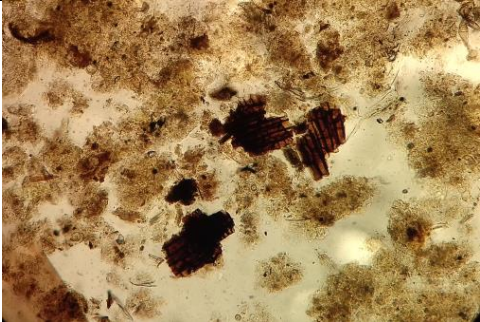

Griezumā augstāk 1,05 m dziļumā konstatēti liels egļu putekšņu daudzums, kas ļauj pieņemt, ka tai laikā līča krastos ir auguši egļu meži. Kūdras sastāvā dominē atsevišķu grīšļu sugas, piemēram, pūkaugļu grīslis (*Carex lasiocarpa*). Sadalīšanās pakāpe šim paraugam 40%, kas arī ir augsts, tomēr zemāks kā iepriekšējiem paraugiem.

65 cm dziļumā konstatēta labi sadalījusies zemā tipa grīšļu kūdra, kuru veido dažādas grīšļu sugas, piemēram, divmāju grīslis, un neliels sfagnu piemaisījums.

Savukārt griezuma augšējā daļā 5 cm dziļumā paraugā konstatēta labi sadalījusies koku – grīšļu kūdra, kurā bez augu sūnu atliekām konstatēti priedes, egles, ozolu putekšņi, kā arī mienerālu (kvarca) graudiņi un oglītes, kas liecina par iespējamu cilvēka darbības ietekmi.

Košķenes 2 griezuma kūdras nogulumu raksturojums

| Košķene 2 N 57°12'05'' A 22°06'10'' | | Aizaudzis līcis pie Usmas ezera | | |
|---|----------------------------|---------------------------------|--|---|
| Dziļuma intervāls cm | Kūdras tips un veids | Sadalī- šanās pakāpe | Apraksts | Nogulumu vai to veidojošo daļu attēls |
| 5 cm | Zemā tipa Koku - grīšļu | 55% | Ļoti labi sadalījusies koku – grīšļu kūdra. Var noteikt priedes, egles, ozolu putekšņus un var redzēt ogļītes un mienerālgraudiņus. |  Minerāla (kvarca) graudiņš |
| 65cm | Zemā tipa grīšļu | 45% | Dominē dažādu grīšļu sugas, piem., <i>Carex dioica</i> un <i>Rhynchospora alba</i> , sastopami sfagni. |  Divmāju grīslis (<i>Carex dioica</i>) |
| 105 cm | Zemā tipa Koku - grīšļu | 40% | Labi sadalījusies grīšļu kūdra. Dominē koku atliekas kā arī grīšļi, piem., <i>Carex lasiocarpa</i> un egles (<i>Picea</i>) putekšņi. |  Labi sadalījusies kūdra un parastās egles (<i>Picea abies</i>) putekšņi |
| 125 cm | Zemā tipa Koku - grīšļu | 45% | Dominē koki un grīšļi. Ir kosas, bērzu, baltmeldru, hipnu sūnu atliekas. |  Parastais baltmeldrs (<i>Rhynchospora alba</i>) |

| | | | | |
|--------|----------------------------|-----|---|--|
| 145 cm | Zemā tipa Koku - grīšļu | 45% | Koku – grīšļu kūdra. Dominē dažāda veida grīšļi. |  Pūkaugļu grīslis (<i>Carex lasiocarpa</i>) |
| 165 cm | Zemā tipa Koku - grīšļu | 55% | Ļoti labi sadalījusies koku – grīšļu kūdra. Nevar noteikt augu atliekas. |  Labi sadalījusies kosas atlieka |
| 185 cm | Zemā tipa Koku - grīšļu | 55% | Ļoti labi sadalījusies koku – grīšļu kūdra. Nevar noteikt citu augu atliekas, liels ozolu putekšņu daudzums. |  Sfagnu lapiņa |

Visā analizētajā Košķene 2 griezuma augšējā daļā, kuru veido kūdra, konstatēts, ka pēc botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes atšķirības ir nelielas. Visu kūdras intervālu veido labi sadalījusies koku – grīšļu vai grīšļu kūdra. Tas liecina, ka kūdras veidojošo augu sastāvs visu laiku ir bijis līdzīgs. Savukārt kūdras augstā sadalīšanās pakāpe, kas mainās robežās no 40% līdz 55%, liecina par atlieku sadalīšanās procesam labvēlīgiem, pārsvarā sausiem apstākļiem aizaugušā līča teritorijā.

5. DISKUSIJA

Usmas ezera Košķēnu līča nogulumu veikto analīžu rezultātu interpretācija, ļauj izziņāt paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas gan līča, gan arī ezera attīstības laikā kopumā. Lai labāk rekonstruētu ezera attīstības gaitu, dažādu veikto analīžu rezultāti tika salīdzināti savā starpā.

Karsēšanas zudumu analīzes rezultāti norāda, ka Košķēnu urbuma apakšējā daļā intervālā no 4,45 m līdz 4,00 m nogulumu satur galvenokārt minerālās vielas, karbonātisko vielu daudzums sasniedz 8%, bet organisko vielu daudzums ļoti mazs. Šajā intervālā ir konstatētas *Selaginella selaginoides* megasporas, kas norāda, ka nogulumu uzkrājušies leduslaikmeta beiguposmā, jo šie augi aug vēsos klimatiskajos apstākļos (Kalniņa, Ceriņa 2018). Mūsdienās tās izplatītas augstkalnu un ziemeļu tundrās. Šīs megasporas atrastas arī netālu esošās Moricsalas nogulumos (Ceriņa et al. 2017).

Griezuma intervālā no 4,00 m līdz 2,50 m iezīmējas karbonātisko vielu izgulsnēšanās. Šīs zonas sākumā konstatēts pundurbērza riekstiņi, baltās ūdensrozes (*Nymphaea alba*) sēklu fragmenti, glīvenes, jūras najādes un lokanās najādes atliekas, kas iezīmē agrā holocēna sākumu. Šai zonai raksturīgs kokveida bērzu regulāra klātbūtne un liels daudzums dažādu ūdensdzīvnieku atlieku: trīsuļodu kapsulas, vaboļu spārniņi, Kladoceras jeb ūdensblusu ilgolas un tainszarnu skropstiņtārpu kokoni.

Intervālā no 2,50 m līdz 1,50 m palielinās minerālo vielu saturu daudzums, intervāla vidusdaļā karbonātisko vielu saturu palielināšanās, bet augšējā daļā minerālu un organisko saturu pieaugums, kas varētu liecināt par ezera ūdens līmeņa svārstībām. Par nogulumu uzkrāšanās apstākļu izmaiņām liecina arī šajā intervālā konstatēto makroskopisko atlieku sastāvs. Šajā intervālā augu makroskopiskās atliekas uzrāda ievērojamu platlapju klātbūtni. Analizējot kūdras botānisko sastāvu 1,85 m tika konstatēts liels ozolu putekšņu daudzums, kas liecina par klimata optimumu. Tika konstatētas liepu sēklu fragmenti un melnalkšņu riekstiņi. *Trapa natans*, ezera meldra un dažādu citu ūdensaugu pieaugums, liecina par Košķēnu līča aizaugšanu un ezera eitrofikāciju. *Trapa natans* konstatēts daudzos Latvijas ezeros klimatiskā optimuma beigu daļā (Kalniņa et al. 2018).

Savukārt intervālā no 1,50 līdz nogulumu griezuma augšai ir palielinājies organisko vielu daudzums (skat.4.1.att.). Makroskopisko atlieku sastāvā netiek konstatētas ūdensaugu un ūdensdzīvnieku atliekas, kas liecina ka līcis ir aizaudzis. Makroatliekās konstatē *Cladium mariscus* atliekas, kas tomēr liecina, ka nogulumu sastāvā joprojām ir karbonātiskās vielas, jo šis augs aug kalcifilos purvos (Salmiņa 2006). Nelielu karbonātu klātbūtni (līdz 2%) nogulumos uzrāda arī karsēšanas zudumu analīzes rezultāti (skat. 4.1.att.). Makroskopisko atlieku sastāvā konstatētas grīšļu un melnalkšņu riekstiņi, kas liecina par krasta

pārpurvošanos. To apstiprina arī kūdras botāniskā sastāva analīžu dati, uzrādot, ka nogulumus šajā intervālā veido zemā tipa koku-grīšļu kūdra.

Veiktie pētījumi Ezera līča nogulumu sastāva un makroskopiskās analīzes rezultāti atspoguļo paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas kopš ledus laikmeta beigu posma līdz mūsdienām. Sapropēja uzkrāšanās ezerā ir sākusies jau holocēna sākumā virs smalkas smilts, bet kūdrains sapropelis sācis veidoties klimatiskā optimuma laikā, aizaugot Košķēnu līcim.

Nogulumu sastāva izmaiņas, ko raksturo būtiska karbonātisko vielu daudzuma samazināšanās un mieturaļģu (*Characeae*) un lokanās najādes (*Najas flexilis*) izzušana, kas aug uz karbonātiem nogulumiem, liecina, ka karbonātu izgulsnēšanās ir praktiski beigusies holocēna klimatiskajā optimumā, atlantiskajā laikā, bet pilnīga līča aizaugšana notikusi vidējā holocēna klimatiskā optimuma beigās vai vēlā holocēna sākumā.

SECINĀJUMI

Bakalaura darbā mērķa sasniegšanai uzstādītie uzdevumi - veikt Usmas ezera Košķēnu līča nogulumus pētījumus, izmantojot karsēšanas zudumu un augu makroskopisko atlieku analīzes ar mērķi noskaidrot paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas, ir izpildīti un pētījuma definētais mērķis - noskaidrot paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas Usmas ezera Košķēnu līča nogulumos, ir sasniegts.

Iegūtie rezultāti un to interpretācija ļauj secināt, ka:

- Ezera līča nogulumu sastāva un makroskopiskās analīzes rezultāti atspoguļo paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņas kopš ledus laikmeta beigu posma līdz mūsdienām.
- Sapropēja uzkrāšanās ezerā ir sākusies jau holocēna sākumā virs smalkas smilts, bet kūdrains sapropelis sācis veidoties klimatiskā optimuma laikā, aizaugot Košķēnu līcim.
- Pastiprināta kalcija karbonātu izgulsnēšanās sākusies agrajā holocēnā boreāla laikā, kad klimats kļuvis siltāks un ir bijuši labvēlīgi apstākļi karbonātu izšķīšanai.
- Nogulumu sastāva izmaiņas, ko raksturo būtiska karbonātisko vielu daudzuma samazināšanās un mieturaļģu (*Characeae*) un lokanās najādes (*Najas flexilis*) izzušana, kas aug uz karbonātiem nogulumiem, liecina, ka karbonātu izgulsnēšanās ir praktiski beigusies holocēna klimatiskajā optimumā, atlantiskajā laikā.
- Organisko vielu lielākais īpatsvars ir nogulumos, kuri uzkrājušies vēlajā holocēnā un kurus veido zemā tipa kūdra, kas liecina, ka ezera līcis ir aizaudzis.
- Košķene 2 griezuma augšējo daļu veido labi sadalījusies koku – grīšļu vai grīšļu kūdra, kas liecina, ka kūdras veidojošo augu sastāvs visu laiku ir bijis līdzīgs.
- Savukārt, kūdras slānis ir labi sadalījies, kas ļauj secināt, ka aizaugušā līča teritorijā šai laikā ir bijuši atlieku sadalīšanās procesam labvēlīgi, pārsvarā sausi apstākļi.
- Interpretējot pētījumā izmantoto analīžu rezultātus, var secināt, ka paleoģeogrāfiskie apstākļi Usmas ezera Košķēnu līča nogulumu uzkrāšanās gaitā ir vairākkārt mainījušies un ietekmējuši ezera līmeņa svārstības, kā rezultātā ezera līcis ir pakāpeniski aizaudzis.
- Ievērojamais ozolu putekšņu daudzums kūdras pašā apakšējā slānī tieši virs sapropēja, kā arī makroskopiskās analīzes dati, ļauj secināt, ka pilnīga līča

aizaugšana notikusi vidējā holocēna klimatiskā optimuma beigās vai vēlā holocēna sākumā.

Lai precīzāk rekonstruētu paleoģeogrāfiskos apstākļus Usmas ezera Košķēnu līča attīstības gaitā, ir nepieciešams veikt gan makroatlieku analīzi, gan sporu-putekšņu analīzi, kura šim nogulumu griezumam vēl nav veikta. Tādēļ Košķēnu līča nogulumu pētījumi tiks turpināti maģistra darba ietvaros.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

Publicētie avoti

- Ancāne, I. 2000. *Dabas ģeogrāfija*. Rīga, Zvaigzne ABC.
- Birks, H.H. 2007. Plant Macrofossil Introduction. In: Scott, A. et al. (eds.) *Encyclopedia of Quaternary Science*. Vol. 4. Bergen, University of Bergen 265. – 268.)
- Daija, G. 1991. *Ūdenstilpju ekoloģija*. Rīga, Latvijas Universitāte.
- Danilāns, I. 1995. Ezerkaļķi. *Latvijas daba: enciklopēdija 2. sēj.* Rīga, Latvijas enciklopēdija.
- Eipurs, I. 1995. Ezeru bioloģija un izmantošana. *Latvijas daba: enciklopēdija. 2. sēj.* Rīga, Latvijas enciklopēdija.
- Eipurs, I. 1998. Usmas ezers. *Latvijas daba: enciklopēdija. 6. sēj.* Rīgs, Preses nams.
- Glazačeva, L. 2004. Usmas ezers. Grām. S. Bisteris (red.). *Latvijas ezeri un ūdenskrātuves. Latvijas ūdens sateces baseinu saimnieciskās pārveidošanas darbība kā to režīma izmaiņu cēlonis*. Jelgava, Latvijas Lauksaimniecības Universitāte Ūdenssainiecības un zemes zinātniskais institūts, 91-93.
- Glazačeva, L., Egle, A., Poikāne, S. 2004. Ezeru tipoloģija Latvijā: Glazačeva, L. (sast.) *Latvijas ezeri un ūdenskrātuves: Vispārējas ziņas par ezeriem*. Jelgava, Latvijas Lauksaimniecības Universitāte ūdenssainiecības un zemes zinātniskais institūts, 7 – 22.
- Grīnbergs, E. F. 1957. *Pozdnelednikovaja i poslelednikovaja istorija poberezhja Latviiskoi SSR*. Rīga, PSR Latvijas zinātņu akadēmija, Ģeoloģijas un minerālo resursu institūts.
- Hannon, G., Gaillard, M. J. 1997. The plant macrofossil record of past lake-level changes. *Journal of Paleolimnology*. 18, 15 – 28
- Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, G., 2001. *Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results*. *Journal of Paleolimnology*, volume 25, pp. 101-110
- Juškevičs, V., Kondratjeva, S., Mūrnieks, A., Mūrniece. S. 1998. Ugāles līdzenums. Grām. O. Āboltiņš, V. Kuršs (red.). *Latvijas ģeoloģiskā karte, mērogs 1:200 000, 41. lapa – Ventspils, paskaidrojuma teksts un kartes*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests, 18-19.
- Kalniņa, L. 2008. Purvu veidošanās un attīstība Latvijā. Grām. M. Pakalne (red.). *Purvu aizsardzība un apsaimniekošana īpaši aizsargājamās dabas teritorijās Latvijā*. Rīga, Latvijas Dabas fonds, 20.
- Kalniņa, L., Ceriņa, A. 2018. Biotas mainība holocēnā. Grām: Nikodemus, O., Kļaviņš, M., Krišjāne, Z., Zelčs, V. (zina. red.) LATVIJA, ZEME, DABA, TAUTA, VALSTS. Rīga, Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds.

- Kalniņa, L., Ceriņa, A., Žvagiņa, I., Grīne, I. 2018. Peldošais ezerrieksts (*Trapa natans*) dabas un cilvēku vēstures liecinieks Latvijā. Ģeogrāfiski raksti, XVI (red. Krišjāne Z.) 5. – 13. lpp
- Kalniņa, L., Markots, A. 2015. *Latvijas purvu attīstības izpētes vēsture*. Akadēmiskā Dzīve, 52. rakstu krājums, Rīga, 28.
- Katz, N., Katz, S., Kipiani, M. 1965. *Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the Quaternary deposits of the U.S.S.R.* Moscow, Publishing house Nauka.
- Kušķe, E., Stankeviča, K., Ozola, I. 2012. *Kūdras un sapropeļa pētījumu metodes. Sapropeļa un kūdras karsēšanas zudumu noteikšana*. Rīga, Laimdotas Kalniņas un Māra Kļaviņa redakcijā.
- Leinerte, M. 1988. *Ezeri deg!* Rīga, Zinātne.
- Pujāte, A., Ceriņa, A. 2012. *Kūdras un sapropeļa pētījumu metodes. Sapropelī un kūdrā esošo augu makroatlēku analīze*. Rīga, Laimdotas Kalniņas un Māra Kļaviņa redakcijā.
- Rasiņš, A. 1954. *Latvijas PSR nezāļu augļi un sēklas*. Rīga, Latvijas valsts izdevniecība.
- Segliņš, V. 2001. *Holocēna nogulumu stratigrāfija Latvijā un to starpreģionālā korelācija*. Nogulumu veidošanās holocēnā. Rīga, Latvijas Universitāte, 12.
- Sifeddine, A., Bertrand, P., Lallier-Verges, E., Patience, A.J. 1996. Lacustrine organic fluxes and palaeoclimatic variations during the last 15 ka: Lac du Bouchet (Massif Central, France). *Quaternary Science Reviews*. 15, 203 – 211.
- Šķiņķis, C. 1992. Hidromeliorācija un ezeri. Grām. V. Sējējs, I. Jansone (red.). *Hidromeliorācijas ietekme uz dabu*. Rīga, Zinātne, 158.
- Stivriņš, N. 2018. Ezerdobes un to attīstība. Grām: Nikodemus, O., Kļaviņš, M., Krišjāne, Z., Zelčs, V. (zina. red.) LATVIJA, ZEME, DABA, TAUTA, VALSTS. Rīga, Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds.
- Veinbergs, I., Jakubovska, I. 1999. Moricsala un Usmas ezers: dabas attīstība leduslaikmeta beigu posmā un pēclepuslaikmetā. *Ģeogrāfiski Raksti VII*, 58.–72. lpp.
- Ozoliņš, V. 1930. Usmas ezers. *Ģeogrāfiski raksti*. Limnoloģisks apskats.
- Velichkevich, F.Y., Zastawniak, E. 2006. *Atlas of the Pleistocene vascular plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 1 – Pteridophytes and monocotyledons*. Krakow, W.Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.
- Zagorska, I. 2004. *Pārskats par arheoloģiskās apzināšanas ekspedīcijas darbu Usmas ezera rietumu krastā 2003. gada aprīlī-maijā*. Rīga, LU Latvijas vēstures institūts.
- Zalewska, J. 1999. The genus *Najas* (Najadaceae) in Poland: remarks on taxonomy, ecology, distribution and conservation. *Flor. Geobot.* 44(2), 401 – 422.
- Zelčs, V. 1998. Ugāles līdzenums. Grām. G. Kavacs (red.). *Latvijas daba: enciklopēdija*. 5. sēj. Rīga, Preses nams.

Nepublicētie avoti

Veinbergs, I. 1996. *Baltijas baseina attīstības vēsture leduslaikmeta beigu posmā un pēcleiduslaikmetā pēc Latvijas piekrastes un tai pieguļošās akvatorijas pētījumu materiāliem*, Latvijas Universitāte, Ģeoloģijas institūts, Rīga, 123 lpp.

Interneta avoti

Ceriņa, A., Kiziks, K., Kalniņa, L., Nikodemus, O., Priedniece, E., 2017. Vides un veģetācijas izmaiņu pazīmes leduslaikmeta beiguposma un holocēna nogulumu griezumā Moricsalas DR daļā. //Ģeogrāfijas, Ģeoloģija. Vides zinātne: referātu tēzes: [Latvijas Universitātes 75.

Zinātniskā konference] / [Latvijas Universitāte. Ģeogrāfijas un Zemes Zinātņu fakultāte].

Rīga. Latvijas Universitāte. 34.-37.lpp Sk. 19.05.2018. Pieejams

http://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/Konferences/Zin_konf_tezes_GZZF_2017_1105.pdf

Zagorska, I., Jakubovska, I., Veinbergs, I. 2000. *Arheoloģija un etnogrāfija. Mezolīta pieminekļi Usmas ezera baseinā*. LU, Latvijas vēstures institūts. Sk. 20.04.2018. Pieejams

https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/37921/Arheoloģija_un_etnografija_20.ocr.pdf?sequence=Zgorska1&isAllowed=y

Zagorska, I. S.a. *Košķēnu mezolīta apmetne*. Humanitāro zinātņu virtuālā enciklopēdija. Sk.

27.12.2017. Pieejams <http://en.lulfmi.lv/?id=13505&r=koskenu-mezolita-apmetneF>

Kartogrāfiskie materiāli

Juškevičs, V., Mūrniece, S. 1998. Dabas apvidus karte. Krāj. Āboltiņš (red.), *Latvijas ģeotelpiskā karte, M 1:500 000, 41. lapa – Ventspils, paskaidrojuma teksts un kartes*. VĢD, Rīga, LU ĢZZF WMS. Sk. 26.04.2018. Pieejams <https://www.geo.lu.lv/kartes/>.

Juškevičs, V., Mūrniece, S. 1998. Kwartāra nogulumu karte. Krāj. Āboltiņš (red.), *Latvijas ģeotelpiskā karte, M1:200 000, 41. lapa – Ventspils, paskaidrojuma teksts un kartes*. VĢD, Rīga, LU ĢZZF WMS. Sk. 26.04.2018. Pieejams <https://www.geo.lu.lv/kartes/>.

Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra (LĢIA) 2003 – 2004. *Latvijas Republikas Satelītkarte mērogā 1: 50 000. Aktualizētā versija*. – R.: VZD. LU ĢZZF WMS. Sk. 01.05.2018. Pieejams <https://www.geo.lu.lv/kartes/>.

PSRS MP Ģeodēzijas un kartogrāfijas galvenās pārvaldes topogrāfiskās kartes M 1:10 000; *Topogrāfisko karšu mozaīka M 1 : 10 000* (1963. g. koord. Sistēma, 1982 . g. izdevums pēc 1984. g. rekognoscijas datiem). LU ĢZZF WMS. Sk. 01.05.2018. Pieejams <https://www.geo.lu.lv/kartes/>.

PIELIKUMI

1. pielikums. Usmas ezera Košķēnu līča K2 urbuma koku un krūmu makroatliekas
2. pielikums. Usmas ezera Košķēnu līča K2 urbuma purvu un mitru pļavu augu makroatliekas
3. pielikums. Usmas ezera Košķēnu līča K2 urbuma ūdensaugu makroatliekas
4. pielikums. Usmas ezera Košķēnu līča K2 urbuma makroatliekas

Bakalaura darbs „Paleoģeogrāfisko apstākļu izmaiņu atspoguļojums Usmas ezera Košķēnu līča nogulumos” izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Andra Štūbe

paraksts

datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: Dr.ģeogr. asoc. prof. Laimdota Kalniņa

paraksts

datums

Recenzents: Mg.ģeogr. Kristaps Kiziks

Darbs iesniegts Ģeogrāfijas nodaļas lietvedībā

Nodaļas lietvedis

paraksts

datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura darbs ģeogrāfijā aizstāvēts bakalaura akadēmisko studiju gala pārbaudījumu komisijas sēdē

.....

gads, datums, mēnesis

.....

protokola nr.

.....

vērtējums

Sekretārs

paraksts

datums