

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOGRĀFIJAS NODAĻA

TALSU EZERA HIDROLOĢISKAIS UN ŪDENS KVALITĀTES
NOVĒRTĒJUMS
BAKALĀURA DARBS

Autors: Aigars Lavrinovičs

Stud. apl. al07045

Darba vadītājs: doc. Elga Apsīte

Rīga 2010

ANOTĀCIJA

Bakalaura darbā apskatīts Talsu ezers, tā hidroloģiskie raksturlielumi un izvērtēta ūdens kvalitāte. Tā kā Talsu ezers atrodas Talsu pilsētas centrā, tas ir būtisks pilsētas ainavas veidotājs. Tādēļ ir svarīgi apzināties draudus, ko rada ezera piesārņojuma avoti, un tos novērst. Iegūtie dati par ezera ūdens kvalitāti, kā arī hidroloģiskie raksturlielumi ir labs papildinājums Latvijas ezeru ūdeņu monitoringa datu bāzei, kurā par atsevišķiem Latvijas ezeriem pieejamā informācija nav atjaunota vai ir nepilnīga.

Pētījuma laikā iegūtie lauka un laboratorijas darbu rezultāti liecina, ka kopumā Talsu ezera ūdens kvalitāte ir atbilstoša vidējiem Latvijas rādītājiem, izņemot ūdens elektrovadītspēju, kas tuvojās Latvijas maksimālajam rādītājam, kā arī nitrītionu saturs, kas pārsniedz noteikto piesārņojuma līmeņa robežu. Pārējie analizētie ķīmiskie elementi ir ļoti mainīgi atkarībā no gadalaika. Darba gaitā papildināti ezera morfometriskie raksturlielumi, kā arī precizēti jau esošie. Ievērojama atšķirība ir starp iepriekš noteikto vidējo dziļumu – 11.6 m un autora aprēķināto ezera vidējo dziļumu – 6.19 m. Ūdens temperatūras analīze parāda, ka ezerā novērojamas sezonālas temperatūras izmaiņas un var izdalīt 3 vertikālās temperatūras zonas – epilimnijs, metalimnijs, hipolimnijs.

Bakalaura darbā ir 68 lappuses, tas sastāv no 5 nodaļām, 7 pielikumiem. Darbā ievietoti 17 attēli un 12 tabulas.

Atslēgas vārdi: Talsu ezers, ūdens kvalitāte, biogēnie elementi, hidroloģiskie raksturlielumi, ūdens izmantošana.

ANNOTATION

The bachelor work is discussed about the Lake Talsi, its hydrological profile and water quality. The Lake Talsi is located in the middle of Talsi town. It is important component of landscape of Talsi town. Therefore it is very important to investigate the pollution sources and to determine the risks of the lake pollution. The findings of lake's water quality and hydrological profile are good addition to database of lake monitoring of Latvia, where data of is not refreshed or is incomplete.

The results of this study allow concluding that in general the water quality of the Lake Talsi corresponds to the average level of chemical parameters in Latvia, except electricity conductivity and nitrite ions. The concentrations of all other chemical elements are variable depending of season of the year. Results of this study complete and update morphometric data of the lake. There is mean difference between previously defined (11.6 m) and author's calculated (6.19 m) average depth of the Lake Talsi. Analysis of water temperature change shows that temperature varies during seasons and there are 3 vertical temperature zones – epilimnion, metalimnion and hypolimnion.

Bachelor's work contains 68 pages and it consists of 5 chapters and 7 appendixes. It also contains 17 figures and 12 tables

Key words: Lake Talsi, water quality, nutrients, hydrological measurements, water usage.

SATURA RĀDĪTĀJS

ANOTĀCIJA.....	2. lpp
ANNOTATION.....	3. lpp
Ievads.....	4. lpp
1. EZERI, TO IEDALĪJUMS UN IZPLATĪBA UZ ZEMESLODES	8. lpp
2. LATVIJAS EZERU RAKSTUROJUMS.....	16. lpp
2.1. Ezeru izcelsme, iedalījums un izplatība	16. lpp
2.2. Ezeru hidroloģiskais režīms	22. lpp
2.3. Ezeru ūdeņu ķīmiskais sastāvs	23. lpp
3. LATVIJAS EZERU ŪDENS RESURSU IZMANTOŠANA UN PROBLĒMAS	27. lpp
4. MATERIĀLI UN METODEDES.....	30. lpp
4.1. Matemātiskās un datorizētās apstrādes metodes	31. lpp
4.2. Ezera dziļuma mērījumi	31. lpp
4.3. Ūdens temperatūras mērījumi	32. lpp
4.4. Ūdens caurredzamības noteikšana.....	32. lpp
4.5. Ezera morfometrisko raksturlielumu noteikšana.....	32. lpp
4.6. Ūdens paraugu ķīmiskās analīzes.....	33. lpp
5. REZULTĀTI UN DISKUSIJA	35. lpp
5.1. Talsu ezera un tā baseina fiziogēogrāfisks raksturojums	35. lpp
5.2. Talsu ezera ledus un termiskā režīma raksturojums.....	37. lpp
5.3. Talsu ezera ūdens kvalitāte.....	42. lpp
5.4. Talsu ezera ūdens izmantošana un problēmas.....	49. lpp
SECINĀJUMI	51. lpp
PATEICĪBAS	53. lpp
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	54. lpp
PIELIKUMI.....	57. lpp

IEVADS

Mūsu planēta nemitīgi mainās jau kopš tās pirmsākumiem. Mainība piemīt klimatam, augu un dzīvnieku valstij, Zemes virsmas reljefa formām, kā arī ūdeņiem uz Zemes. Mainās okeāna un jūru ūdeņu sāļums, dziļums un platība, mainās arī upju tecējums. Arī ezeru hidroloģiskie, hidroķīmiskie un hidrobioloģiskie parametri nav nemainīgi. Šie lielumi mainās gan dabisko, gan antropogēno faktoru ietekmē. Tādēļ ir nepieciešams veikt regulārus ūdenstilpju apsekojumus, jeb monitoringu.

Latvijas ezeru datubāzē ir pieejama informācija par 3473 ezeriem, taču informācijas apjoms par katru ezeru atsevišķi ir atšķirīgs. Laika gaitā Latvijā tiek veikta ezeru apsekošana un to raksturojošo lielumu datu atjaunošana. Taču plašāka informācija ir pieejama ne par visiem ezeriem, bet gan par tiem, kuru apsekošana veikta dažādu projektu ietvaros. Piemēram, jaunākā informācija ir apkopota tādos ezeru monitoringa projektos, kā „Latvijas ezeru sinoptiskais monitorings”, kas veikts 2001. gadā un aptvēra 57 ezerus visos Latvijas reģionos, „Ezeru monitoringa programmas izstrāde saskaņā ar Eurowaternet prasībām”, kas veikts 2002. gadā aptverot 56 ezerus visos Latvijas reģionos, vai „Ūdeņu stāvokļa monitoringa programma”, kura ietvaros no 2006. – 2009. gadam veikts 267 ezeru monitorings visos Latvijas reģionos. Taču ja ņem vērā to, ka Latvijā ir 2256 ezeri, kuru platība lielāka par 1ha, tad apsekoto ezeru skaits ir pavisam neliels.

Mūsdienās Latvijā iekšzemes ūdeņu monitorings ir vērsts tieši uz upēm un to baseiniem, kamēr ezeru hidroloģiskais monitorings ir pārtraukts jau kopš 2004. gada un šobrīd notiek tikai ezeru ūdens kvalitātes novērojumi, kuros iekļauti tikai Latvijas lielākie ezeri. Taču kā paredz Ministru kabineta noteikumi nr. 92, kas pieņemti 2004. gada 17. februārī, tad „Virszemes ūdeņu uzraudzības monitoringa stacijā uzraudzības monitoringu veic viena gada laikā un ne retāk kā reizi sešos gados”.

Talsu ezers kā bakalaura darba pētījumu objekts izvēlēts vairāku iemeslu dēļ. Pirmkārt – pilnīgai Talsu ezera ūdens kvalitātes raksturošanai pietrūkst datu. Ezers nav bijis iekļauts nevienā no Latvijā veiktajām iekšzemes ūdeņu monitoringa programmām. Pēdējo reizi pētījumi Talsu ezerā ir veikti 2001. gadā, kad tika noteikta ūdens caurredzamība, temperatūra, skābekļa un fitoplanktona daudzums. Taču jaunākās ziņas par Talsu ezera morfometriskajiem lielumiem ir pieejamas no 1996. gadā veiktajām ekspedīcijām, kad tika pētīti ezera nogulumi un tika noteikts ezera maksimālais un vidējais dziļums. Bez šiem lielumiem zināma ir vienīgi ezera virsmas platība, bet dati par ezera krasta līnijas garumu, ezera tilpumu, ūdens līmeni,

ūdens apmaiņas ciklu, garumu, vidējo un maksimālo platumu un ezera sateces baseina platību nav pieejami. Tāpat par ezeru nav pieejamas arī nekādas tematiskās kartes, piemēram, batimetriskā karte. Otrkārt – ezers atrodas pilsētas centrā un tādejādi vairāk nekā citi ezeri var tikt pakļauts iepriekš minēto ezera raksturlielumu izmaiņām. Uz ezera hidromorfoloģiskajiem lielumiem iespaidu var atstāt ezera krastā notiekošie labiekārtošanas darbi un tūrisma objektu ierīkošana, ezera hirdoķīmiskos un hidrobioloģiskos rādītājus galvenokārt ietekmē pilsētas nesakārtotās kanalizācijas sistēmas avārijas, kā rezultātā liels daudzums notekūdeņu nonāk tieši ezerā.

Jaunu, precīzu un pilnīgu datu ieguvē noteikti ir ieinteresēta Talsu pilsētas pašvaldība, kā arī visi pilsētas iedzīvotāji, jo šādi dati būtu nepieciešami ezera vides aizsardzības plāna izstrādei. Iepriekš veiktajos pētījumos ezera trofiskuma stāvoklis ir novērtēts kā hipereitrofs un tā aizaugšana var norisināties daudz ātrāk, kā citiem ezeriem, kas, protams ir absolūti nepieļaujami, jo Talsu ezers ir viena no galvenajām pilsētas ainavas un vēstures sastāvdaļām kā arī tūristu un pilsētas iedzīvotāju iecienīts apskates un izklaides objekts.

Bakalaura darba mērķis ir noteikt un izvērtēt Talsu ezera hidroloģiskos raksturlielumus un ūdens kvalitāti.

Bakalaura daba mērķa sasniegšanai izvirzīti sekojoši uzdevumi:

1. Apkopot un analizēt literatūru par ezeru hidroloģiju, ūdens kvalitātes rādītājiem, monitoringu un pētījuma metodēm Latvijā un citur pasaulē;
2. Veikt ezera lauka apsekojumus, kuru laikā tiek notiekts ezera dziļums, ūdens temperatūra un caurredzamība, kā arī iegūti ezera ūdens paraugi;
3. Sastādīt ezera batimetrisko karti un ezera ūdens sateces baseina karti, izmantojot Ģeogrāfiskās informācijas sistēmas;
4. Iegūt ezera ūdens paraugus dažādos gadalaikos un laboratorijā noteikt šo ūdens paraugu biogēno elementu saturu, elektrovadītspēju un ūdens krāsainību;
5. Apkopot un izvērtēt datus un informāciju par ezera ūdens kvalitātes rādītājiem;
6. Analizēt un aprakstīt iegūtos rezultātus.

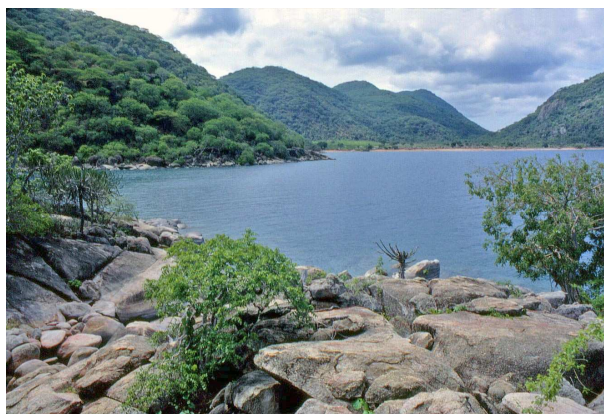
Bakalaura darba izstrādes gaitā autors apkopoja un analizēja pieejamo literatūru par ezeru hidroloģiju, ūdens kvalitāti, monitoringu un pētījumu metodēm Latvijā un pasaulē. Lauka darbu laikā, kas risinājās 2009. gada 7. jūlijā, 6. augustā, 10. oktobrī, kā arī 2010. gada 19. janvārī un 19. aprīlī, kopā ar pasniedzējiem un brīvprātīgajiem asistentiem veikti ezera dziļuma mērījumi, ūdens caurredzamības un temperatūras mērījumi, kā arī iegūti ūdens paraugi. Pēc iegūtajiem dziļuma mērījumu datiem sastādīta ezera batimetriskā karte. Ezera ūdens paraugos Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Vides

monitoringa laboratorijā noteikta nitrātu, nitrītu, fosfātu, amonija jonu koncentrācija, elektrovadītspēja un krāsainība.

1. EZERI, TO VEIDI UN IZPLATĪBA UZ ZEMESLODES

Ezers ir dabiskas izcelsmes zemes virsmas padziļinājums, ko aizpilda stāvošs vai ļoti lēni tekošs ūdens un to no visām pusēm norobežo sauszeme (Tidriķis, 1995; Leinerte, 1988; Slaucītājs, 1936). Šos sauszemes padziļinājums sauc arī par ezerdobēm. Ezerus var iedalīt grupās par pamatu ņemot ūdens sastāvu, piemēram, saldūdens vai sālsūdens ezeri. Ezerus iedala arī pēc ūdens cirkulācijas un hidroloģiskā režīma, kā arī atrašanās vietas. Tomēr galvenais faktors pēc kā iedala ezerus ir ezerdobes ģenēze. Visā pasaulē ir izplatīti dažādi ezerdobju morfoloģijas veidi. Ezera izcelsme var būt tektoniska vai vulkāniska procesa rezultāts, ezers var veidoties pēc zemes nogrūvumiem, kā rezultātā rodas sprostezeri. Diezgan izplatīti ir glaciālie ezeri. Ezeri rodas arī karsta procesu, upju erozijas un vēja darbības rezultātā, kā arī jūras un okeānu krasta pārveidošanās rezultātā vai arī ezeriem var būt organiska izcelsme. Ezera izcelsmes veidu raksturošanai autors izvēlējies R. G. Wetzel izstrādāto ezeru iedalījumu.

Tektoniskie ezeri ir veidojušies zemes virsmas padziļinājumos, kas radušies Zemes garozas kustību rezultātā. Izplatītākais tektonisko ezeru veidošanās process notiek pārbīdoties Zemes garozas plātnēm horizontālā vai vertikālā virzienā, radot šaurus un izstieptus padziļinājumus vai arī plašas ieplakas, ko aizpilda ūdens. Otrs tektonisko ezeru veidošanās process ir saistīts ar grābienu, jeb Zemes garozas starpplaisu ieplaku veidošanos. Starpplaisu ieplakās atrodas pasaules lielākie un dziļākie reliktu ezeri. Kā zināmākie šādas izcelsmes ezeri minami Baikāls Austrumsibīrijā, Tanganjikas ezers Āfrikas centrālajā daļā, kā arī Njasa ezers Āfrikas dienvidaustrumos (skatīt 1.1. attēlu). Tektonisko kustību rezultātā notikušas arī Zemes garozas pacelšanās no jūras dibena, tādā veidā radot lielus ezeru baseinus. Piemēram, Austrumeiropā sastopamā reliktu ezeru grupa, kurā ietilpst Kaspijas un Arāla jūra, veidojusies Miocēna periodā veidojoties kalnu grēdai, kas nošķīra daļu jūras teritorijas padarot to par sauszemes ezeru. Jūras dibena pacelšanās rezultātā ir radušās arī sauszemes teritorijas, kurās saposmotā reljefa dēļ ir izveidojušās ezeru grupas. Kā piemērs minams Okečobī ezers Floridas pussalā. Litofēras plātņu celšanās ir notikusi vietās, kur atkāpies ledājs, tādējādi samazinājies spiediens uz zemes virsmu. Dažkārt ezeri izveidojas vietās, kur notikusi zemes virsmas iegrimšana zemestrīču rezultātā. Šādas ieplakas atkarībā no grunts ūdenscaurlaidības un porainības var palikt arī neaizpildītas ar ūdeni (Wetzel, 2001).



1.1. attēls. Njasa ezers Malāvijā (Mbuna Cichlids, 2009)

Vulkāniskie ezeri rodas dažādos procesos, kas saistīti ar vulkānu izvirdumiem. Pēc vulkānu izvirdumiem bieži vien vulkāna krāterī izveidojas tukšums, kuru var aizpildīt ūdens, vai arī Zemes virspusē izplūdusi magma, kas atdziestot un sacietējot deformējas, un veido pazeminājumus un dobumus, kurus nereti aizpilda ūdens. Tā kā vulkānisko ezeru ūdens parasti ir ļoti bāzisks, tajos ir zema barības vielu koncentrācija. Bieži vien mazi ezeri ir izveidojušies aprimušu vulkānu izdedžu konusus. Tomēr krāteru ezeri var veidoties arī vietās, kur padziļinājumi ir radušies, iegrūstot magmas kameru pārsedzošajam materiālam. Šādus veidojumus sauc par kalderām. Zināmākais kalderas ezers ir Krātera ezers Oregonā, ASV (skatīt 1.2. attēlu), kura platība ir 64 km² un tas ir 608 m dziļš. Dažos gadījumos kalderas iegrušana notiek tādos apmēros, ka tā ietekmē arī lielu daļu apkārtējās teritorijas un vulkāna centrālo daļu. Magmas un gruntsūdens kontakta rezultātā, kas izraisa eksploziju, rodas māru ezeri. Parasti ezeru lielums, kas izveidojušies māros ir mazāk kā 2 km diametrā un tie ir vairāk kā 100 m dziļi. Daži vulkāniskās izcelsmes ezeri ir radušies vulkānisko un tektonisko procesu mijiedarbībā. Šāda veida pazeminājumi parasti rodas blakus jau esošai tektoniskai plaisai. Vairāki šādi ezera veidošanās piemēri ir sastopami Indonēzijā un tās apkārtnē, kā arī Jaunzēlandē. Vulkāniskās lavas plūsma ezerus var veidot dažādi. Plūstošas lavas virskārtai atdziestot, bet apakšējai, vel šķidrājai kārtai turpinot plūst, tā var radīt iegruvumus. Ja šie iegruvumi sasniedz gruntsūdens līmeni, tad tie aizplūst ar ūdeni. Lavas straumes var arī veidot esošu upju aizsprostojumus aiz kuriem, uzkrājoties ūdenim, veidojas ezers. Ja aizsprosts ir pietiekoši liela izmēra, tad visa apkārtējā reģionā hidroloģiskais režīms var tikt pilnībā izmanīts (Wetzel, 2001).



1.2. attēls. Krātera ezers Oregonā, ASV (Wikipedia, 2009)

Pēkšņa liela apjoma nekonsolidēta materiāla plūsma, kas aizsprosto ūdens plūsmu ielejās, rada **sprostezerus**. Sprostezeri parasti ir diezgan liela izmēra. Šādus aizsprostus parasti rada klinšu nogrūvumi, dubļu noslīdeņi, ledus noslīdeņi un pat lieli kūdras apjomi, kas parasti ir sastopami apledojušos kalnos. Noslīdeņu veidošanos parasti izraisa ekstrēmi laika apstākļi, piemēram, spēcīgas lietusgāzes, kas ietekmē nestabilas kalnu nogāzes. Iespaidīgākos nogrūvumus izraisa zemestrīces. Ezeri, kas ir izveidojušies aiz nogrūvuma parasti ir nepastāvīgi un saglabājas tikai dažas nedēļas vai mēnešus, jo lai arī aizsprostojums ir masīvs, tas ir nekonsolidēts un pakļaujas straujai erozijai, ko izraisa jaunizveidotā ezera izteka. Šādi aizsprosta pārrāvumi var izraisīt apjomīgus plūdus. Ja aizsprostu ir radījusi lavas plūsma un tas ir pietiekoši liels, tad ezers, kas izveidojies, var kļūt pastāvīgs un izmainīt aizsprostotās upes tecēšanas virzienu (Wetzel, 2001).

Visizplatītākais ezerdobes ģenēzes veids ir **glaciālā aktivitāte**, kas izpaužas kā pakāpeniska, bet tomēr katastrofāla rakstura zemes virsmas materiāla erodēšanās un nogulsnešanās. Glaciālās aktivitātes veidoti ezeri vairākkārt pārsniedz citas ģenēzes ezeru skaitu uz Zemes. Milzīgs daudzums glaciālo ezeru izveidojušies pēdējā pleistocēna apledojuma atkāpšanās laikā. Lai arī pēc apjoma nelielas, taču glaciālo ezeru veidošanās norisinās arī mūsdienās. Šis process notiek vietās, kuras pastāvīgi klāj ledus sega, piemēram Grenlande, Antarktīda un daudz citas vietas, kas pārsvarā atrodas kalnu reģionos (Wetzel, 2001).

Glaciālās izcelsmes ezeri ir dalāmi vairākās grupās. **Ledāja izspieduma ieplaku** ezeri rodas ledājam virzoties pār relatīvi plakanu un vecu virsmu, kas ir sadrupusi un saplaisājusi. Šie ezeri galvenokārt ir sastopami kalnu reģionos, kur ledāja kustība no plaisām ir pārvietojusi irdeno iežu materiālu. Ledājam atkāpjoties, iztīrītās plaisas piepildās ar ledājkušanas ūdeni.

Izskalojuma ezeri visbiežāk ir sastopami Skandināvijas augstkalnu reģionos, Lielbritānijā, Kanādas ziemeļos un Grenlandē (Wetzel, 2001).



1.3. attēls. **Lielie ezeri Ziemeļamerikā** (Wikipedia, 2010)

Cirku (tarnu) ezeri savu nosaukumu ir ieguvuši pateicoties ezerdobes formai, kas veidojas kalnu reģionos, apledojušo ieleju virsējā kārtā, ledus sasalšanas un kušanas rezultātā. Ūdens izveidotajā pazeminājumā tiek noturēts pateicoties augstām klintsiežu malām vai arī morēnas nogulumiem. Cirku ezeri parasti ir mazi un relatīvi sekli – mazāk kā 50 m. Tie veidojas uz kalnu virsotņu sniega līnijas. Šādas ezerdobes ģenēzes ezeri var izveidot arī ezeru virkni. Ja kalni atrodas blakus jūrai, kā tas ir raksturīgi daudzviet Norvēģijā un Kanādas rietumu daļā, tad ledāja veidotās, šaurās un dziļās ielejās veidojas fjordu ezeri (Wetzel, 2001).

Ledāja darbības rezultātā rodas ezeri kurus sauc par **glaciokarsta ezeriem** (skatīt 1.4. attēlu). Tie rodas ledus segai atkāpjoties un atstājot aiz sevis izskaloto nogulumu materiālu un tajā ieraktas ledus gabalu atlūzas, kas izkūstot veido ezeru katlienes, ko aizpilda izkusušā ledus ūdens (Wetzel, 2001).



1.4. attēls. **Glaciokarsta bez nosaukuma Grenlandē** (Wikipedia, 2010)

Izplatīti ezeri arktiskajos apgabalos ir **kriogēnie ezeri**. To veidošanās cēlonis ir mūžīgais sasalums. Tie ir neliela izmēra ezeri, kas veidojas ledāja noplacinātā teritorijā uz

atjaunojošās augsnes virs mūžīgā sasaluma, no kuras pa plaisām zemes virspusē sūcas ūdens. Šādu ezeru izmērs ir aptuveni 10 līdz 50 metru diametrā. Miljoniem šādu ezeriņu ir sastopami Aļaskas un Kanādas ziemeļu daļā, kā arī daudzviet Sibīrijā. Vairāki mazie kriogēnie ezeri var saplūst kopā vienā lielākā ezerā, kā arī dziļumā esošā mūžīgā sasaluma ledus var izkust, tādējādi radot lielāku un dziļāku ezera katlieni. Šādas izcelsmes ezerus sauc par **termokarsta ezeriem** (Wetzel, 2001).

Ezeru katlienes var veidoties vietās, kas atrodas virs viegli šķīstošiem nogulumiežiem. Pazemes ūdeņiem šķīdinot tādus nogulumus, kā ģipsis vai kaļķakmens, pazemē rodas tukšumi virs kuriem esošā grunts kārtā iebrūk veidojot padziļinājumu, kuru aizpilda gruntsūdens, ja ir sasniegts tā līmenis. Šādus ezerus sauc par **karsta ezeriem** (skatīt 1.5. attēlu). Īpaši izplatīti šī tipa ezeri ir vietās, kur nogulumus veido kaļķakmens. Balkānu pussalā, Centrāleiropas Alpos, Kā arī daudzviet Ziemeļamerikā (Wetzel, 2001).



1.5. attēls. **Doberdo ezers Itālijā** (Wikipedia, 2009)

Upes ūdens plūsmai piemīt vērā ņemams, eroziju veicinošs spēks, kas tās tecēšanas ceļā, gar krastiem var izveidot dažāda izmēra ezerus. Upes augštecē, kur tās kritums ir diezgan liels, ūdens erodējošais spēks upes tecēšanas ceļā var izveidot lielu padziļinājumu, kurā izveidojas ezers. Tāpat arī ūdenskrituma pakājē var izveidoties šāds padziļinājums, kas turpmāk saglabājas, kā ezers. Daudzi ezeri ir veidojušies lielu upju palienēs, kad to saneši nogulsņējas un izveido aizsargdambjiem līdzīgus veidojumus, kas aizšķērso pieteku grīvas. Šāda veida pieteku bloķēšana turpinās, kamēr blakus ieleja applūst un izveidojas ezers (Wetzel, 2001).

Ezeri upju darbības ietekmē var veidoties arī upju palienēs esošajos pazeminājumos. Palu laikā palienei applūstot, šie pazeminājumi aizpildās ar ūdeni un saglabājas visu gadu.

Šādus ezerus mēdz saukt par palieņu ezeriem. Palieņu ezeri iedalās trīs klasēs atkarībā no to morfoloģijas. **Sprostieļu ezeri** ir raksturīgi Amazones krastos. Tie ir veidoti kā noteces ielejas un stieejas gar palienes iekšējo robežu. Bļodveida ezeriem, kas savu nosaukumu ieguvuši pateicoties to formai, piemīt zemi hidraulisko caurplūdumu rādītāji. Kanālu ezeri līdzinās upēm. Tiem plūdu laikā ir redzamas straumes. Vietās kur upe ieplūst mazkustīgos ūdeņos – ezerā vai jūrā, upju saneši izveido deltas. Arī šajās vietās sanešu un upes ūdeņu skalošanas rezultātā rodas ezeri. Deltu ezeru ūdensguves avots parasti ir jūras ūdens, kas tos piepilda plūdmainīgu laikā, tādēļ to ūdens ir sāļš. Ļoti izplatīti ir ezeri upju krastos, kas izveidojušies pārraujot upes meandrus (Wetzel, 2001).

Vēja darbība sausajos reģionos pārvietojot vai erodējot sadēdējušo iežu materiālu vai arī pārkārtojot smilšu veidojumus, var radīt **kāpu ezerus**. Šādos ezeros ūdens saglabājas īslaicīgi, atkarībā no laika apstākļu mainības.

Kad jūras vai liela ezera krasta līnija kļūst neregulāra vai izrobota, pastāv iespēja izveidoties piekrastes ezeram. Kad gar piekrasti plūstoša, sanešus nesoša straume plūst gar līci vai dziļāku krasta izrobajumu, saneši šo līci vai izrobajumu var norobežot no pārējās ūdenstilpes un izveidot atsevišķu ezeru. Izplatīti ir arī seno jūru lagūnu ezeri, kas izveidojušies mūsdienu jūras piekrastē.

Organiskās izcelsmes ezeri ir vismazāk pētītie un konkrēts šādas izcelsmes ezeru saraksts nav apkopots. Ir skaidrs, ka veģetācija var būt par iemeslu nosprostojumam veidošanai, kas izmaina ezeru ūdens režīmu. Parasti tas notiek upju palienēs izveidojušos ezeros tropiskajos reģionos, kur notiek ātra ūdens augu vairošanās. Rezultātā ezeru var tikt sadalīts vairākās daļās (Wetzel, 2001).

Ezeru izplatību pasaulē ietekmē ezera izcelsmes veids. Tā kā pārliecinoši lielākā daļā pasaules ezeru ir veidojušies ledāja darbības rezultātā, tad arī galvenie ezeru izplatības areāli ir vietas, kuras virsmas reljefu ir veidojis ledājs, kas atkāpšanās rezultātā ir radījis miljoniem mazāku un lielāku ieplaku, kas pēc tam tika aizpildītas ar ūdeni. Tādejādi lielākā ezeru izplatība ir novērojama Ziemeļu puslodē, konkrēti Ziemeļamerikas un Eirāzijas areāli, kurus savulaik klājis ledājs. Lielākā daļa pasaules dziļāko ezeru atrodas augstkalnu reģionos Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā, Eiropā, Centrālāfrikā un Āzijā, kā arī seismiski aktīvajās zonās (Wetzel, 2001).

Pasaules ezeriem bagātākā valsts ir Kanāda, kurā atrodas vairāk kā 60 % no uz Zemes esošajiem ezeriem (Downing et al., 2006). Arī Somija zināma, kā ezeriem bagāta valsts. Tajā ir uzskaitīti 187 888 ezeri, kas ir lielāki par 0,5 ha un no kuriem 56 000 ir lielāki par 1 ha (Statistics Finland, 2010). Kopumā no pasaulē uzskaitītajām 304 miljoniem pastāvīgo

virszemes ūdenstilpju, 91 % lielums ir 1 ha vai mazāk un pēc izmēra pieskaitāmi pie dīķiem. Arī viena trešā daļa no visiem pasaules ezeriem ir ne lielāki par 10 ha. Taču pasaules 122 lielāko ezeru, kuru virsmas platība ir vismaz 1000 km², aizņem 29% no pasaules ezeru kopējās platības (Downing et al., 2006).

1.1 tabulā apkopota informācija par pasaules lielākajiem ezeriem, savukārt 1.2. tabulā redzama informācija par pasaules dziļākajiem ezeriem.

1.1. tabula

Pasaules lielākie ezeri pēc virsmas platības (sagatavojis autors, izmantojot List of Lakes by Area, 2010)

Ezera nosaukums	Atrašanās vieta	Virsmas platība, km²
Kaspijas jūra	Krievija, Kazahstāna, Turkmenistāna, Irāna, Azerbaidžāna	371 000
Mičigans – Hūrons*	ASV, Kanāda	117,702
Augšezers	ASV, Kanāda	82,414
Viktorijas ezers	Uganda, Kenija, Tanzānija	69,485
Tanganjikas ezers	Burundi, Tanzānija, Zambija, Kongo Demokrātiskā Rep.	32,893
Baikāls	Krievija	31,500
Lielais Lāčezers	Kanāda	31,080
Njasa ezers	Tanzānija, Mozambika, Malāvija	30,044
Lielais Vergezers	Kanāda	28,930
Eri ezers	ASV, Kanāda	25,719

* - Abi ezeri fiziski ir viena ūdenstilpe.

Pasaules dziļākie ezeri (sagatavojis autors, izmantojot List of Lakes by Depth, 2010)

Ezera nosaukums	Atrašanās vieta	Maksimālais dziļums, m	Vidējais dziļums, m
Baikāls	Krievija	1,637	758
Tanganjikas ezers	Burundi, Tanzānija, Zambija, Kongo Demokrātiskā Rep	1,470	570
Kaspijas jūra	Krievija, Kazahstāna, Turkmenistāna, Irāna, Azerbaidžāna	1,025	184
O'Higinsa/San Martina ezers*	Čīle, Argentīna	836	nav datu
Njasa ezers	Tanzānija, Mozambika, Malāvija	706	292
Isikuls	Kirgizstāna	668	270
Lielais Vergezers	Kanāda	614	41
Krātera ezers	ASV	594	350
Matano ezers	Indonēzija	590	nav datu
Buenosairesas ezers	Argentīna, Čīle	586	nav datu

* - Katrā no valstīm, kurā ezers atrodas, tam ir cits nosaukums.

2. LATVIJAS EZERU RAKSTUROJUMS

2.1 Ezeru izcelsme, iedalījums un izplatība

Latvijas ezeri ir veidojušies pēcledušlaikmetā – holocēnā. Ezeru lielums ir ļoti dažāds. Latvijā uzskaitītas ir visas tās ūdenstilpes, kuru virsmas laukums ir sākot no 0.01 km². Latvijā šiem izmēriem atbilst 2256 ezeri un aptuveni 800 ūdenskrātuves. Latvijas ezeru kopplatība ir aptuveni 1000 km² un tie aizņem 1,5 % no Latvijas teritorijas. (Glazačeva, 2004; Tidriķis, 1995).

Latvijas ezeru izvietojums ir nevienmērīgs (skat. 4. pielikumu), ko lielā mērā nosaka ezeru izcelšanās, kas saistīta ar ģeomorfoloģiskajiem apstākļiem. Lielākā daļa Latvijas ezeru atrodas augstienēs, kur starp morēnu pauguriem un grēdām ir ļoti daudz un dažāda izmēra glaciālās ģenēzes ieplaku. Šāda ģenēze ir lielākai daļai Latvijas ezeru. Kā piemērus var minēt Lubāna un Burtnieku ezerus, kuru ieplakas veidojušās, ledājam iegrauzoties pamatiežos. Lielāka ezeru koncentrācija ir Latgalē, kur atrodas gandrīz 40% no visiem Latvijas ezeriem (Iekšējie ūdeņi, 1975). Skaita ziņā visvairāk ezeru atrodas bijušajos Krāslavas, Madonas, Daugavpils un Rēzeknes rajonos, bet vismazāk Bauskas un Jelgavas rajonos (Tidriķis, 1995). Ezeri ar oligotrofām un mezotrofām augu sabiedrībām labāk saglabājušies teritorijās ar smilšainiem nogulumiem, savukārt ezeri ar mieturaļģu augāju ir saistīti ar kaļķainiem nogulumiem. Karsta kritenes var veidoties vienīgi teritorijās, kur kaļķakmens un dolomīta iežos notiek karsta procesi. Līdzenumos ir lielāks purvu un līdz ar to distrofo ezeru īpatsvars (Auniņš, 2010).

Ezeru tipi tiek izdalīti pēc ezerdobes ģenēzes un bioloģiskajiem rādītājiem. Pēc ezerdobes ģenēzes Latvijā izšķir glaciālos, tektoniskos, piejūras, jeb lagūnu, iegruvumezerus, jeb karsta un sufozijas ezerus, atteku, jeb vecupju un sūnu purvu ezerus.

Lielākā daļa Latvijā esošo ezeru ir **glaciālās akumulācijas** izcelsmes ezeri, piemēram, Rāznas ezers, Rušons, Alūksnes ezers, taču daudzviet Latvijā sastopami arī glaciālie erozijas tipa ezeri, kas veidojušies subglaciālās iegultnēs, piemēram, Cieceres ezers, Garais ezers, Geraņimovas Ilzas ezers. To katlienes parasti ir šauras un izstieptas.

Latvijā **tektoniskie** ezeri nav sastopami, taču pēcledušlaikmetā notikušās zemes garozas celšanās Latvijas ZZA un grimšana DDA var radīt priekšnosacījumus Engures ezera līmeņa pazemināšanai 19. gs. un Aiviekstes augšgala dolomīta sliedītnes relatīvam paaugstinājumam attiecībā pret Lubāna ezeru.

Piejūras, jeb lagūnu ezeri Latvijā ir izvietoti gandrīz gar visu jūras krastu. Pie lagūnu ezeriem pieskaitāmi Papes, Liepājas, Engures, Kaņiera, Slokas, Babītes un citi ezeri. Tie ir veidojušies kā Litorīnas jūras lagūna pirms aptuveni 5000 gadiem.

Latvijā nelieli karsta kriteriņi izveidojušies **karsta** ezeri sastopami Allažu (skatīt 2.1. attēlu) un Baldones apkārtnē. Par sufozijas ezeru tiek uzskatīts 1.9 ha lielais Čortoka ezers Grāveru pagastā, Krāslavas novadā.



2.1. attēls. Vecezers Allažu pagastā (G. Pāvila foto)

Latvijā sastopami arī **attekū un vecupju ezeri**, tomēr šādi ezeri pastāv samērā neilgi, jo tie ātri pārpurvojas.

Sūnu purvu ezeri sastopami daudzos Latvijas sūnu purvos. Lielajā Ķemeru tīrelī sastopams liels skaits sīku ezeriņu, savukārt Teiču purvā sastopamo ezeru lielums pārsniedz pat 0.3 km². Sūnu purvu ezeru dziļums nepārsniedz 4 – 5 m (Zīverts, 2004).

Pēc bioloģiskajiem rādītājiem – biogēno elementu un humīnvielu satura, augu un dzīvnieku sastāva un daudzuma izšķir trīs ezeru tipus: oligotrofie, eitrofie un distrofie.

Oligotrofie ezeri ir ar barības vielām nabadzīgi dzidrūdēns vai brūnūdēns ezeri, kuru ekosistēmā parasti būtiska loma ir lobēliju-ezereņu kompleksa sugām (Auniņš, 2010). Visā šo ezeru ūdens slānī ir daudz izšķīduša skābekļa, biogēno vielu koncentrācija neliela, organiskajām vielām bagātu dūņu nav. Šo ezeru seklūdēns zona ir šaura, augiem nabadzīga, maz planktona un detrīta (Zīverts, 2004). Oligotrofo ezeru augāju veido zemi, daudzgadīgi un

viengadīgi mitru un periodiski izžūstošu vietu augi, kas veido skraju augāju krastmalas palu joslā. raksturīgas lobēliju – ezereņu kompleksa un to pavadošo augu sugu sabiedrības pie grunts augošo rozetveida ūdensaugu joslā, kā arī krastmalas palu joslā. Virsūdens augāja josla nav vai to veido skrajas parastās niedres, palmeldru, grīšļu un citu sugu audzes. Peldlapu augāja joslu veido šaurlapu ežgalvīte vai zālainā ežgalvīte, vai arī šī augāja josla nav izveidojusies. Iegrimušo ūdensaugu joslu veido pamīšziedu daudzlape, taču arī šī augu josla var neizveidoties.

Latvijā oligotrofie ezeri ir reti izplatīti, galvenokārt Vidzemē, piemēram, Mazuikas ezers (skatīt 2.2. attēlu), Ungurs, kā arī atsevišķi ezeri Kurzemē (Pinku ezers) un Latgalē (Sīvers, Svātavas ezers).



2.2. attēls. **Mazuikas ezers** (foto: „Vides Vēstis”)

Atkarībā no tā vai atbilstību ezera biotopam nosaka raksturojošo sugu sabiedrību sastopamība vai ūdens fizikāli ķīmiskie un citi bioloģiskie rādītāji, atsevišķi ir nodalāmi šādi oligotrofo ezeru varianti:

- Ezeri, kuru ekosistēmā ir būtiska loma tipiskām Littorelleta klases augu sabiedrībām, ko veido lobēliju – ezereņu komplekss un to pavadošās augu sugas;
- Mezotrofi ezeri;
- Semidistrofi ezeri (Auniņš, 2010).

Eitrofie ezeri (skatīt 2.3. attēlu) ir ar daudzveidīgu, sugām bagātu peldošo un iegrimušo ūdensaugu augāju, un to ūdens pH galvenokārt pārsniedz 7 (Auniņš, 2010). Eitrofo ezeru ūdenī ir maz skābekļa, it īpaši gultnei tuvākajā ūdens slānī. Arī biogēno vielu koncentrācija ir ievērojama. Eitrofajos ezeros ir liels daudzums barības vielu un planktons.

Eitrofo ezeru gultni parasti klāj biezs dūņu slānis, bet piekrastē labi attīstīta augu sega. Siltajā sezonā lielā daudzumā savairojas toksiskās zilaļģes. Eitrofais ir dominējošais Latvijas ezeru tips, tas veido aptuveni 90% no Latvijas ezeriem. Barības vielu pārbagātības apstākļos eitrofo tipu nomaina hipereitrofais, jeb ultreitrofais, kas pēc tam pārvēršas diseitrofajā ezerā. Diseitrofie ezeri ir aizaugošie ezeri. Konkrēta ezera attīstības ceļš var būt sarežģīts un daudzveidīgs, taču sākumā visi pēc izveidošanās ir oligotrofi, bet savu attīstību noslēdz kā diseitrofi (Zīverts 2004).



2.3. attēls. **Vilkmaižas ezers Talsos** (foto autors nezināms)

Eitrofajiem ezeriem raksturīgi daudzveidīgi grunts apstākļi un ūdens fizikāli ķīmiskie rādītāji. Sastopama gan smilšaina, gan dūņaina grunts. Ezera ūdens parasti ir vidēji bagāts līdz bagāts ar biogēniem. Tā krāsa var būt no dzeltenzaļas līdz dzeltenbrūnai. Ūdens caurredzamība eitrofajos ezeros atšķiras atkarībā no humusvielu satura un fitoplanktona attīstības, taču parasti veģetācijas sezonā tā ir 0,5 – 2 m vai vairāk.

Liela nozīme ir eitrofo ezeru hidroloģiskajam režīmam, sateces baseina lielumam, kā arī augsnei un saimnieciskai darbībai, no kā atkarīga ezera eitrofikācijas pakāpe. Dabiskos apstākļos eitrofikācijas process lēnāk norisinās ezeros ar mazu sateces baseinu, lēnu ūdens apmaiņu, savukārt caurtekošie ezeri ar ātru ūdens apmaiņu ir atkarīgi no biogēnu, humusvielu, un citu vielu koncentrācijas ieplūstošajā ūdenī.

Atkarībā no ūdens krāsainības un ezeru izcelsmes izdalīti šādi eitrofo ezeru biotopa varianti:

- Dzidrūdens ezeri ar iegrimušo augāju;
- Brūnūdens ezeri ar daudzveidīgu augāju;

- Vecupes (vecupju un atteku izcelsmes ezeri) ar daudzveidīgu augāju (Auniņš, 2010).

Distrofie ezeri ir bagāti ar humīnskābēm, līdz ar to arī ezera ūdens reakcija ir skāba, to pH ir no 4 līdz 6. Šo ezeru ūdens krāsa ir sarkanbrūna vai brūna, fauna un flora nabadzīga, jo augiem ir maz barības vielu. Pie distrofajiem ezeriem parasti pieder sūnu purvu ezeri (Zīverts, 2004).

Distrofo ezeru izplatība Latvijā ir reta, un tā parasti atbilst augsto purvu izplatībai. Kā piemēri minami Murmastienes ezers, Ramatas Lielezers (skatīt 2.4. attēlu), Skaista ezers, Akacis. Distrofie ezeri ir veidojušies augstajos purvos, vai arī to sateces baseinā dominē kūdras augsnes, kas nodrošina humusvielu iekļūdi. Šiem ezeriem raksturīgs ar humusvielām bagāts ūdens un kūdraina grunts. Distrofo ezeru attīstībā liela nozīme ir ezera sateces baseina dabiskajam hidroloģiskajam režīmam.



2.4. attēls. **Ramatas Lielezers** (foto autors nezināms)

Distrofajos ezeros raksturīgs ļoti nabadzīgs augājs, vai arī bieži augājs ezerā vispār neveidojas. Šā tipa ezeros var būt sastopamas atsevišķas raksturojošo sugu audzes vai arī tādu ūdensaugu, kā dzeltenā lēpe, sīkā lēpe, ūdensrozēs, audzes un atsevišķi eksemplāri (Auniņš, 2010).

2.1. tabulā apkopota informācija par lielākajiem Latvijas ezeriem pēc virsmas laukuma, savukārt 2.2. tabulā apkopota informācija par Latvijas dziļākajiem ezeriem.

Lielākie Latvijas ezeri pēc ūdens virsmas platības (sastādījis autors, izmantojot Tidriķis, 1995)

Ezera nosaukums	Ūdens virsmas platība (m²)	Platība kopā ar salām (m²)
Lubāns	80,70	82,0
Rāznas ezers	57,56	57,8
Engures ezers	40,46	41,3
Burtnieks	40,06	40,1
Usmas ezers	37,20	41,1
Liepājas ezers	37,15	37,5
Babītes ezers	25,56	25,8
Rušons	23,73	24,1
Sīvers	17,59	18,1
Ķīšezers	17,30	17,4

Dziļākie Latvijas ezeri (sastādījis autors, izmantojot Tidriķis, 1995)

Ezera nosaukums	Lielākais dziļums (m)	Vidējais dziļums (m)
Drīdzis	65,1	12,8
Garais ezers	56	16,5
Cieceres ezers	50	7,2
Geraņimovas Ilzas ezers	46	9,8
Ormijas ezers	43	9,4
Ojatu ezers	40,5	9,2
Ušura ezers	40	6,6
Riču ezers	39,7	9,7
Lielais Gusena ezers	38	9,3
Sventes ezers	38	7,8

2.2. Hidroloģiskais režīms

Latvijas ezeru hidroloģiskais režīms daudzējādā ziņā ir atkarīgs no tā, vai ezeram ir caurteces raksturs un kā šī caurtece ir izteikta, vai arī tas ir tikai noteku vai beznoteku ezers. Latvijā lielākie ezeri parasti ir caurteku ezeri, kuros vairāk vai mazāk ir laba ūdens apmaiņa.

Ezeru ūdenslīmeņa svārstības gada laikā ir nelielas, vairumam ezeru svārstību amplitūda ir no dažiem desmitiem centimetru līdz metram. Tomēr ir atsevišķi izņēmumi, tādi kā Burtnieku ezers un Ķīšezers, kuriem ūdens līmeņa svārstības ir no 170 cm līdz 230 cm, savukārt Lubānam šīs svārstības ir vēl lielākas – atsevišķos gados tās ir sasniegušas pat 5 metrus. Lielās ūdenslīmeņa svārstības Latvijas ezeros ir skaidrojamas ar specifiskajiem ūdens režīma veidošanās apstākļiem. Atsevišķu ezeru ūdenslīmenis ir atkarīgs ne tikai no ūdens daudzuma, kas pieplūst no ūdensguves avotiem, bet arī no Rīgas līča uzplūdiem un atplūdiem un no lielo upju ūdeņu noteces. Svarīgs faktors ezera ūdenslīmeņa svārstībās ir arī ezera ūdensguves laukuma platība.

Pēc termiskā režīma Latvijas ezeri pieder pie mēreno platuma grādu ezeriem. Gada gaitā izmaiņas ūdens temperatūrā ir saistītas ar sezonālām siltumapmaiņas ūdens masu sajaukšanās svārstībām. Vasarās vērojama tiešā temperatūras stratifikācija – process, kad ūdens temperatūra samazinās dziļumā. Savukārt ziemā novērojama apgrieztā stratifikācija – process, kad temperatūra pieaug no ledus apakšējās virsmas virzienā uz ezera dibenu. Pavasarī ezeru ūdeņos vērojama homotermija – temperatūra visā ūdens slānī ir vienāda. Visaugstākās ūdens temperatūras novērojamas sekļajos ezeros, kas sasilst visvairāk, kā arī dziļo ezeru virsējos slāņos 4 līdz 6 metru dziļumā jūlijā un augustā. Latvijas ezeru ūdens virsmas temperatūra reti pārsniedz 26 °C. Viszemāko temperatūru ezeru ūdens sasniedz ledus segas veidošanās laikā.

Pēc ilglaicīgiem novērojumiem pirmās Latvijas ezeru aizsalšanas pazīmes tika novērotas no novembra vidus līdz decembra sākumam, bet ledus sega sāk parādīties no novembra beigām līdz decembra sākumam. Taču mūsdienās šī situācija sakarā ar klimata izmaiņām ir mainījies un ledus uz ezera izveidojas atkarībā no tā, kad diennakts vidējā temperatūra pāriet zem 0 °C. Dažkārt ledus sega uz ezeriem var neparādīties. Latvijas rietumu daļā ledus sega uz ezera saglabājas aptuveni četrus mēnešus, bet austrumu rajonos līdz piecus mēnešus. Sevišķi bargās ziemās ledus sega var saglabāties pat pus gadu (Glazačeva, 1975).

2.3. Ezeru ūdeņu ķīmiskais sastāvs

Ezeru ūdeņu ķīmiskā sastāva veidošanās ir sarežģīts process. Ūdens sastāvu ietekmē gan dabiskie gan antropogēnie procesi. Galvenie dabiskie ūdens ķīmiskā sastāva veidošanās faktori ir ģeogrāfiskais novietojums, teritorijas ģeoloģiskā uzbūve, klimats, kā arī hidroloģiskie, ģeokīmiskie un veģetatīvie procesi. No antropogēnajiem faktoriem ūdeņu sastāvu ietekmē cilvēka saimnieciskā darbība, kuras rezultātā var veidoties punktveida un difūzie piesārņojuma avoti.

Pēc ķīmiskā sastāva lielākā daļa Latvijas ezeru ir pieskaitāmi pie hidroģēnkarbonātu klases kalcija grupas ūdeņiem, ko nosaka teritorijas ģeoloģiskā uzbūve, taču no ezeru funkcionēšanas viedokļa nozīmīga ir humusvielu klātbūtne to ūdeņos. Vienkāršoti ezerus var izdalīt dzidrūdens un brūnūdens ezeros atkarībā no to ūdeņu krāsainības (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004).

Pastāv sakarības starp ezera novietojumu reljefā un ūdens ķīmiskajām īpašībām. Ir izdalāmas trīs grupas, kas raksturo ezeru ķīmisko sastāvu atkarībā no novietojuma reljefā. Augstieņu ezeri, kas atrodas augstāk par 120 metriem virs jūras līmeņa, ir ar sevišķi dzidru ūdeni un tajos ir neliels organisko vielu piejaukums. Ezeros, kas atrodas 120 – 20 metrus virs jūras līmeņa, ūdens caurredzamība samazinās, un pieaug organisko vielu piejaukums. Trešajā grupā ietilpst piejūras zemienes ezeri, kas atrodas zemāk kā 20 metrus virs jūras līmeņa. Šiem ezeriem ir vēl zemāka ūdens caurredzamība un paaugstināts organisko vielu piejaukums (Leinerte; Melluma, 1992). Konkrētas vietas reljefs ietekmē ūdensapmaiņas režīmu - virszemes un pazemes noteci, nokrišņu sadalījumu. Reljefam ietekmē arī sāļu migrāciju augsnē un augsnes pārpurvošanos, kas savukārt tālāk ietekmē konkrētā teritorijā esošu ūdenstilpju ķīmisko sastāvu. Latvijā reljefa paaugstinājumos – Vidzemes un Alūksnes augstienēs raksturīgs lielāks nokrišņu daudzums. Arī nokrišņi ietekmē ūdeņu ķīmisko sastāvu. Atmosfēras nokrišņi ir mazāk mineralizēti, tādejādi tie var samazināt konkrētās ūdenstilpes ūdens mineralizācijas pakāpi. Arī gaisa masās esošās vielas ietekmē nokrišņu sastāvu, veidojot tā sauktos „skābos lietus”, kas arī piesārņo ūdenstilpes ar noturīgām piesārņojošām vielām – dzīvsudrabu, hlororganiskajām vielām. Vēl viens klimatiskais faktors, kas ietekmē ūdenstilpes ūdens ķīmisko sastāvu ir ūdens temperatūra, kas var ietekmēt dažādu sāļu šķīdību. Būtiska ietekme uz ūdens sastāvu ir iežu ķīmiskajai dēdēšanai. Ķīmiskās dēdēšanas laikā uz iežiem iedarbojas dabas ūdeņi, tajos izšķīdusī ogļskābā gāze, sāļi, organiskās vielas. Iežu ķīmiskā dēdēšana ir galvenais process, kas ietekmē ūdens mineralizāciju (Kļaviņš, 2009).

No ķīmiskajiem elementiem Latvijas ūdeņos dominējošie ir kalcija un magnija joni, hlorīdu un sulfātu joni, kā arī nātrijs un kālija joni. Kalcija un magnija jonu koncentrāciju virszemes ūdeņos ietekmē augsnes un pamatiežu dēdēšanas procesi. Šo jonu koncentrācijas lielums atkarīgs no karbonātu satura apkārtējās teritorijās. Hlorīdu un sulfātu jonu koncentrāciju ūdeņos nosaka gan dabiskie, gan antropogēnie faktori. No dabiskajiem faktoriem minami iežu dēdēšana, gruntsūdeņu un jūras ūdeņu intrūzija, savukārt pie antropogēnajiem faktoriem minami notekūdeņu novadīšana ūdenstilpēs, notece no fermām, kā arī ceļu kaisīšana ar sāli. Nātrijs un kālija jonu paaugstināta koncentrācija raksturīga piejūras ezeriem, kur tos ietekmē jūras ūdeņu intrūzija un teritorijas ģeoloģiskā uzbūve. Zemāka šo jonu koncentrācija ir purvu ezeros, un ezeros, kuru sateces baseinā dominē ar organiskajām vielām bagātas augsnes (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004).

Galvenie biogēnie elementi, kas sastopami Latvijas ezeros ir slāpekļa un fosfora savienojumi. Slāpekļa savienojumi ūdenī var atrasties izšķīdušu neorganiskā un organiskā slāpekļa savienojumu veidos. Nozīmīgākie savienojumi virszemes ūdeņos ir nitrātjonu, nitrītionu un amonija jonu veidā. Zemākā slāpekļa savienojumu koncentrācija ir tajās ūdenstilpēs, kas atrodas teritorijās, kurās nenotiek intensīva cilvēka saimnieciskā darbība. Šo elementu koncentrācijas ir atkarīgas arī no teritorijas augsnes īpašībām, ģeoloģiskās uzbūves un nokrišņu daudzuma. Slāpekļa savienojumu nonākšanai ūdeņos ir gan dabiski, gan antropogēni faktori. Kā dabiskie faktori minami atmosfēras slāpekļa fiksācija ūdens vidē, izkrišana no atmosfēras, slāpekļa izskalošanās no augsnes, atbrīvošanās no ūdenstilpes sedimentiem, slāpekļa savienojumu pieplūde no gruntsūdeņiem. Kā antropogēnie faktori minami notece no lauksaimniecības zemēm un fermām, difūzā notece no urbanizētām teritorijām, komunālie un rūpnieciskie notekūdeņi (Kokorīte, 2007).

Arī fosfora joni ūdeņos pastāv dažādos veidos – gan izšķīdušā veidā, gan saistīti ar sedimentu daļiņām, kā arī tas var būt dažādās formās: ortofosfātos, polifosfātos, lielmolekulāros organiskos fosfora savienojumos, koloīdos vai savienojumos, kas sorbēti uz suspendētām daļiņām, kā arī zemmolekulāros fosfora savienojumos. Ūdeņos fosfora savienojumi nonāk ar noteci no pļavām un mežiem, kur dominē izšķīdušais fosfors, kā arī ar noteci no aramzemēm un ūdenstilpes krasta un gultnes erozijas rezultātā, kur dominē ar suspendētajām daļiņām saistītais fosfors. Latvijas ūdeņos lielākās fosfora koncentrācijas sastopamas tajās ūdenstilpēs, kuru baseinu teritorijās lielas platības aizņem lauksaimniecībā izmantojamās zemes, savukārt mazākās koncentrācijas sastopamas tajās ūdenstilpēs, kuru baseinu teritorijās dominē dabiskas teritorijas un nav lielu piesārņojuma avotu (Kokorīte, 2007).

Slāpekļa un fosfora savienojumi ir galvenie ezera ūdens eitifikāciju izraisošie ķīmiskie elementi. Pārmērīgs slāpekļa un fosfora piesārņojums var dramatiski mainīt ūdens bioloģisko struktūru izraisot toksisko zilaļģu un zaļo aļģu ziedēšanu, ātru makrofitu vairošanos, ezeru strauju aizaugšanu vai pat zivju izmiršanu, ko var izraisīt intensīva organiskā materiāla sadalīšanās un bezskābekļa zonas izveidošanās. Vairumā gadījumu fosfors ir limitējošais elements aļģu augšanā ezeros, it īpaši oligotrofos apstākļos. Tas nozīmē, ka, jo vairāk ezerā ir fosfora, jo intensīvāk notiek pirmprodukcijas, piemēram, aļģu, veidošanās. Slāpekļa regulējošā loma svarīgāka ir eitrofos vai hipereitrofos ezeros un jūras ūdeņos (UN/ECE Working Group on Monitoring and Assessment, 2003).

Lielākās biogēno elementu koncentrācijas ir novērojamas Daugavas un Lielupes baseinu ezeros. Taču mazajos ezeros, pie kādiem noteikti pieskaitāms Talsu ezers, biogēnu koncentrācija ir daudz mainīgāka, jo tā vairāk ir atkarīga no lokālajiem piesārņojuma avotiem. Biogēno elementu koncentrācijā vērojama sezonāla mainība. Ūdeņos biogēno elementu koncentrācijas palielināšanās vērojama pavasara palu laikā, kad to pieplūdi nosaka nogulumu fāzē akumulēto vielu uzduļķošanās un pieplūde virszemes noteces rezultātā no lauksaimniecības zemēm. Biogēnu pieplūde vērojama arī rudens laikā, kad nokrišņu ietekmē veidojas pastiprināta virszemes notece un organisko vielu sadalīšanās pašā ūdenstilpē. Arī ziemā ir novērojama paaugstināta biogēno vielu koncentrācija, ko nosaka to sadalīšanās. Biogēno vielu koncentrācijas samazināšanās notiek veģetācijas periodā, kad attīstoties vai atmirstot ūdensaugiem, notiek elementu un to formu patērēšana augu attīstībai (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004).

Ezeru ūdeņu jonu sastāvs noteikti saistāms ar to sastāva veidošanās procesiem. Galvenās ūdeņu ķīmiskās sastāvdaļas ir iesaistītas šo vielu biogeoķīmiskās aprites ciklos, kuru rezultātā izmainās attiecīgo elementu atrašanās formas.

Īpaši liela nozīme ezeru funkcionēšanā ir oglekļa aprītei. Atmosfēras gaisa CO₂ izšķīst ūdenī, veidojot oglekļa dioksīdu un karbonātus. Fotosintēzes rezultātā karbonāti un ogļskābe pārvēršas par oglekļa organiskajiem savienojumiem un iekļaujas dzīvo organismu sastāvā. Pēc hidrobiotu atmiršanas to paliekas ir pakļautas destrukcijas aerobajiem procesiem ūdeņu augšējos slāņos, kuru rezultātā izveidojas organiskās vielas, CO₂, humusvielas. Lielākā daļa organisko vielu izkrīt un ūdenstilpes dūņu fāzē, anaerobos apstākļos sadaļās, izdalot CH₄ un CO₂. Līdzīgs ir arī sēra, slāpekļa, fosfora, kā arī mikroelementu cikls ezeru ūdeņos (Kļaviņš un Cimdiņš, 2004).

Tā kā lielāka daļa no Latvijas ezeriem pieskaitāmi pie hidrogēnkarbonātu klases kalcija grupas ūdeņiem, ir pilnīgi loģiski, ka no visiem ķīmiskajiem elementiem ezeru ūdeņos

vislielākā koncentrācija ir tieši kalcijam, kas vidēji Latvijas ezeros sastāda 43.6 mg/l. Salīdzinoši liela koncentrācija ir tādiem elementiem, kā sulfātjoni, kas vidēji sastāda 28.5 mg/l un hlora joniem, kas Latvijas ezeros sastāda 12.9 mg/l lielu koncentrāciju. Ievērojama ir arī nitrātjonu koncentrācija, kas sastāda 1.54 mg/l. Tādi smagie metāli, kā svins, niķelis, varš un cinks sastopami ļoti niecīgās koncentrācijās, attiecīgi 0.00009 mg/l, 0.00052 mg/l, 0.00056 mg/l un 0.00335 mg/l. Vidējā fosfātjonu koncentrācija Latvijas ezeros sasniedz 0.033 mg/l. Citu hidroķīmisko datu, tādu kā pH, elektrovadītspējas un krāsainības vērtības ekstremālo vērtību amplitūda ir ārkārtīgi plaša, taču piemēram vidējais pH līmenis Latvijas ezeros ir pavisam normāls – 7.38, savukārt ezeru vidējā krāsainība ir 75 °Pt/Co, bet vidējā elektrovadītspēja 127 µS (Kļaviņš et al., 2002).

Svarīgs organisko vielu daudzuma rādītājs ir ūdens dzidrums, jeb caurredzamība, ko nosaka ar Sekki disku. Pēc šī rādītāja vērtē organisko vielu daudzumu suspendētā formā, organisko vielu daudzumu, ko veido mikroskopiskie augi un ūdens dzīvnieki, jeb planktons, kuru attīstība atkarīga no ūdenī esošo barības vielu daudzuma. Pēc ūdens caurredzamības var noteikt barības vielu daudzumu ezerā, jeb noteikt tā bioloģisko tipu. Ezeru tipu raksturošanai caurredzamības rādītājus izmanto kopā ar citiem rādītājiem, kas raksturo ezera stāvokli (Melluma; Leinerte, 1992).

3. LATVIJAS EZERU ŪDENS RESURSU IZMANTOŠANA UN PROBLĒMAS

Ar ezeru ūdeņu resursu izmantošanu saprot ne tikai ūdens, bet arī visas ezera ekosistēmas izmantošanu. Tas nozīmē, ka bez ezera ūdens, kā resursi izmantojami ir arī ezera zivju un ūdensputnu populācijas, ezera ūdensaugi un nogulumi. Ezera ūdens ir izmantojams gan saimnieciskām vajadzībām, gan tūrismā, gan rekreācijā.

Lauksaimniecība ir viens no galvenajiem zemes izmantošanas veidiem un līdz ar to šī saimniecības nozare ir cieši saistīta ar ūdens resursu izmantošanu. Izdevīgi ir veidot saimniecību jau esošas ūdenstilpes tuvumā, taču bieži vien ūdens saimniecības vajadzībām tiek iegūts no pazemes. Ūdens izmantošanas mērķis ir atkarīgs no katras saimniecības darbības virziena. Saimniecības, kas specializējas lopkopībā, ūdeni patērē galvenokārt lopu dzirdīšanai un mazgāšanai. Taču saimniecības, kuru specialitāte ir dažādu lauksaimniecības kultūru audzēšana, ūdeni patērē galvenokārt sējumu laistīšanai vai irigācijai. Irigācijas izmantošanas intensitāte ir atkarīga no klimata, sējumu veida un lauksaimniecībā izmantotajām metodēm (Ūdens resursi: plānošana un apsaimniekošana pašvaldībās, 2007).

Galvenās problēmas, kas saistītas ar ezeru izmantošanu lauksaimniecības vajadzībām saistāmas galvenokārt ar ūdens piesārņojumu. Lielākais Latvijas ezeru piesārņojumu avots ir tieši lauksaimniecības un pārtikas produktu ražošana. Ūdens piesārņojošas noplūdes var radīt, piemēram, mēslu krātuvju sliktā kvalitāte. Arvien lielāku ezeru un pārējo virszemes ūdeņu piesārņojumu var radīt lauksaimniecības zemju degradācija, pamesto zemju palielināšanās un aizsargjoslu trūkums gar ūdenstecēm, kas ietek ezeros. Lai mazinātu ūdens objektu piesārņojumu, ir jāveicina videi draudzīga lauksaimnieciskā ražošana un iesaistīto pušu intereses palielināšanu par vides jautājumiem (Ūdens resursi: plānošana un apsaimniekošana pašvaldībās, 2007).

Vēl viena problēma, kas ir tieši saistīta ar lauksaimniecību ir ezeru nosusināšana papildu lauksaimniecības zemu platības iegūšanai. Tādā veidā samazinās pieeja dzeramajam ūdenim, rekreācijas aktivitātēm, zvejniecībai. Nosusināšana palielina arī barības vielu daudzumu ūdenstilpēs. Ūdens sūcas cauri aramzemei un šīs barības vielas netiek uzņemtas caur augiem, bet ieplūst gruntsūdeņos. Tā ir galvenā problēma ar ko saskaras dzeramā ūdens piegādātāji (Ūdens resursi: plānošana un apsaimniekošana pašvaldībās, 2007).

Viens no plaši izmantotiem ezeru ne-ūdens resursiem ir niedres. Bieži vien tās tiek izmantotas kā būvmateriāli, galvenokārt māju jumtu segumu veidošanai. Piemēram, aptuveni

40 % no Engures ezera virsmas klāj niedres (Latvijas Dabas fonds, 2004), kas ir izmantojamas kā būvmateriāls. Niedru ieguves tradīcijas Engures ezerā ir senas, arī mūsdienās vietējie iedzīvotāji pļauj niedres, tas tiek veikts ziemā, kad ezeru klāj ledus. Diemžēl niedru pļaušana ziemā būtiski nesamazina niedrāju platības. Lai mazinātu ezera aizaugumu, 2002. gadā Engures ezera apsaimniekošanas vajadzībām tika iegādāta Zviedrijā ražota niedru pļaujamā mašīna. Ar to var nodrošināt niedru pļaušanu gan ezerā, gan piekrastē, jo ar to iespējams pārvietoties gan pa ūdeni, gan pa sauszemi. Gadā ar šo niedru pļaujamo mašīnu tiek nopļauti vidēji 200 ha niedru platību. Taču veikt niedru pļaušanu tādos apjomos, lai būtiski samazinātu ezera virsmas aizaugšanu šobrīd nav iespējams. Tādēļ Engures ezeram aizaugot ar niedrēm, samazinājušās atklātā ūdens platības, kas ir būtiskas gan ligzdojošajiem putniem, gan ezerā mītošajām zivīm. Vienlaidus lielās niedru audzēs ligzdo pavisam nedaudz putnu sugu, jo vairākumam Engures ezera putnu vispiemērotākās ir fragmentāras niedru audzes. (Niedru pļaušana, 2004).

No ezera gultnes un tā apkārtnes iegūstami arī derīgie izrakteņi. Ezera krastos bieži vien iespējama kūdras ieguve, bet pašā ezera gultnē uzkrājas sapropelis. Ezeru sapropole atradnes Latvijā ir izvietotas nevienmērīgi, taču likumsakarīgi, jo to izvietojums sakrīt ar Latvijas ezeru izvietojumu. Līdz ar to ir vairums sapropole atradņu Latvijā atrodas Latgales augstienē. Sapropelis ar lielāku pelainību (20 – 30 %) ir izmantojams augsnes uzlabošanai un mēslošanai, savukārt mazākas pelainības sapropelis izmantojams kā dziednieciskās dūņas, kā arī ķīmiskajā rūpniecībā, būvmateriālu ražošanā, kā arī daudzās citās nozarēs. 2003. gadā Latvijā sapropeli ieguva tikai Spīgu purvā, kur ar to nodarbojas A/S Dobeles, taču šobrīd sapropole ieguve ir apstājusies un jaunu ieguves vietu izveide ir tikai projektu līmenī. Arī pieprasījums pēc sapropole Latvijā ir ļoti mazs (Lācis, 2003).

Ezers un tā ekosistēma ir viens no populārākajiem tūrisma un rekreācijas objektiem un šim nolūkam tas ir izmantojams gan ziemā, gan vasarā. Vairumā Latvijas ezeru krastos ir ierīkotas peldvietas un atpūtas vietas. Ezeru krastos tiek veidotas atpūtas bāzes, piemēram, Usmas ezera krastā. Tajās tiek piedāvātas aktīvās atpūtas iespējas uz ūdens, piemēram izbraucieni ar laivām, jahtām, katamarāniem vai vēja dēļiem (Usmas kempings, 2002). Daudzi ezeri ir licenzētās zvejas objekti (Copes lietas, 2010). Arī mednieki ir iecienījuši ezerus un to apkārtni ūdensputnu medībām.

Parasti tādas nodarbes, kā peldēšanās ezerā vai slidošana pa ezera ledu neatstāj negatīvu ietekmi ne uz ezeru, ne uz tā apkārtējo vidi. Taču, lai nodrošinātu tūrisma attīstību ap konkrēto ezeru, ir nepieciešams izveidot ceļus, naktsmītnes, automašīnu stāvvietas. Šīs

infrastruktūras izveide dabai var kaitēt daudz vairāk nekā pašu ūdens resursu izmantošana (Ūdens resursi: plānošana un apsaimniekošana pašvaldībās, 2007).

Ezeru ūdens izmantošanas problēmas var būt saistītas ar ezera ģeogrāfisko novietojumu, līdzšinējo izmantošanu, izcelsmi un ezera morfoloģiju. Galvenās problēmas, kas traucē Latvijas ezeru ūdeņu izmantošanu ir saistītas ar antropogēno ūdens piesārņojumu, kā rezultātā ezera ūdens kvalitāte ir likumos noteiktajām normām neatbilstoša. Ezeru antropogēnais piesārņojuma avots visbiežāk ir neattīrītu rūpniecisko notekūdeņu un sadzīves kanalizācijas ūdeņu iepludināšana ezerā. Tā rezultātā pastiprinās ezera eitrofikācija, notiek ātrāka ezera aizaugšana un zemās ūdens kvalitātes dēļ ezers vairs nav izmantojams rekreācijai, tūrismam vai zivsaimniecībai.

Kā jau iepriekš minēts, tad ezeri, kas novietoti zemienēs un jūras piekrastē satur lielāku organisko vielu daudzumu un tiem ir mazāka caurredzamība, līdz ar to šie ezeri ir pakļauti paaugstinātai eitrofikācijai (Melluma; Leinerte, 1992). Lagūnu ezeri, kas atrodas tiešā jūras tuvumā, piemēram Babītes ezers, ir pakļauti ūdens sāļošanās procesam. Zemienēs novietoti ezeri plūdu laikā ir pakļauti lielākam applūšanas riskam, kā rezultātā tajos var nonākt piesārņojums no apkārtējām lauksaimniecības zemēm, fermām.

4. MATERIĀLI UN METODEDES

Lai veiktu Talsu ezera hidroloģisko raksturlielumu noteikšanu un novērtētu tā ūdens kvalitāti, veikti lauka un laboratorijas darbi. Lauka darbu laikā veikti ezera dziļuma mērījumi, sezonālie ūdens temperatūras un caurredzamības mērījumi, kā arī ņemti ezera ūdens paraugi tālākai ūdens ķīmiskā sastāva analizēšanai. Laboratorijas darbos, kas norisinājās Latvijas Universitātes, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes (LU ĢZZF) Vides monitoringa laboratorijā, veiktas iegūto ezera ūdens paraugu ķīmiskās analīzes. LU ĢZZF Ģeotelpiskās analīzes laboratorijā veikta ezera platības, garuma, platuma, krasta līnijas mērījumi, kā arī sastādīta ezera batimetriskā karte.

Pirms lauku darbu uzsākšanas, autors iepazinās ar pieejamo Talsu ezera un tā sateces baseina kartogrāfisko materiālu. Tas ietver LU WMS elektronisko karšu serverī pieejamās 1978. gada topogrāfiskās kartes M 1:10000, kā arī 2008. gadā uzņemtās ortofoto kartes. No digitālā kartogrāfiskā materiāla izmantotas SIA „Envirotech” veidotā datu bāze „GIS Latvija 2” un tās slāņi.

Kā primārie dati bakalaura darba izstrādei izmatoti lauka un laboratorijas darbu laikā iegūtie dati. Pirmais lauka darbu etaps veikts 2009. gada 7. jūlijā (4.1.tabula). Šajā lauka darbu dienā veikti ezera dziļuma mērījumi, kā arī veikti temperatūras un caurredzamības mērījumi piecās dažādās ezera vietās, un iegūti četri ezera ūdens paraugi. Dati par ezera dziļumu iegūti pa ezeru pārvietojoties ar motorlaivu pie kuras piestiprināts eholots, kas fiksē ezera dziļumu un konkrētā punkta koordinātas.

Temperatūras un ūdens caurredzamības mērījumi, kā arī ūdens paraugu iegūšana turpinājās arī 2009. gada 6. augustā un 10. oktobrī, kā arī 2010. gada 19. janvārī un 19. aprīlī. Ūdens caurredzamība nav mērīta vienīgi 2010. gada 19. janvārī, kad Talsu ezera virsmu klāja ledus. Šajā datumā, temperatūras mērījumu veikšanai un ūdens paraugu iegūšanai ledū izdarīti urbumi.

Talsu ezera mērījumu un ūdens paraugu ņemšanas raksturojums (izstrādājis autors)

Veids	Datums	Vietu skaits	Mērījuma dziļums
Ūdens temperatūras mērījumi	07.07.2009. 06.08.2009. 03.10.2009. 19.01.2010. 19.04.2010.	5 (skat. 2. pielikumu)	ik pēc 0,5 m
Ūdens caurredzamības noteikšana	07.07.2009. 06.08.2009. 03.10.2009. 19.04.2010.	5 (skat. 2. pielikumu)	0,4 – 1,5 m
Ūdens paraugu ņemšana	07.07.2009. 06.08.2009. 03.10.2009. 19.01.2010. 19.04.2010.	4 (skat. 2. pielikumu)	0,5 un 15 m

4.1. Matemātiskās un datorizētās datu apstrādes metodes

Apstrādājot datus, veikti matemātiskie aprēķini ezeru hidroloģijā, kā arī izmantotas grafiskās metodes vizuālai datu attēlošanai un ĢIS programmatūra aprēķinos nepieciešamo datu ieguvei. Karšu sastādīšanā lietotas kartogrāfiskās metodes, izmantojot ĢIS programmu ArcView 9.2, lai sastādītu Irbes upes baseina karti, kurā ietilpst Talsu ezers, kā arī lai izveidotu Talsu ezera batimetrisko karti.

4.2 Ezera dziļuma mērījumi

Seklos ezeros dziļumus var noteikt ar mērkārti, dziļākos ezeros – ar loti vai eholotu. Tā kā sākotnēji tika noskaidrots, ka Talsu ezera vidējais dziļums ir 11,6 metri, tad dziļuma mērīšanai tika izvēlēts firmas „Garmin” ražojuma eholots GPSmap 525, kas piestiprināts pie motorlaivas. Pirms dziļuma mērīšanas uzsākšanas notika iepazīšanās ar pētāmā ezera krastu pieejamību, ezera katlienes izcelsmi, ezera lielumu un formu, izmantojot ortofoto karti. Izmantojot ortofoto kartes pamatni M 1:1250, izstrādāta mērījumu maģistrāļu karte ar maģistrāļu skaitu, kas vienmērīgi pārklāj ezera akvatoriju un arī savā starpā krustojas. Katrai maģistrālei noteiktas sākuma un beigu ģeogrāfiskās koordinātas ar GPS. Pārvietojoties ar motorlaivu vienmērīgā ātrumā pa izvēlētajām maģistrālēm un izmantojot eholota iekārtu,

noteikts ezera dziļumus ik pēc 1 m. Mērījumi saglabāti digitālā formātā. Iegūtie mērījumu rezultāti ir izejas dati ezera batimetriskās kartes sastādīšanai.

4.3. Ūdens temperatūras noteikšana

Ezera ūdens temperatūra noteikta, izmantojot „Cliner Finder” utramazo temperatūras-dziļuma sensoru, kas atrodas kabeļa galā un savienots ar displeju, no kura nolasīti mērījumi. Temperatūra mērīta piecās dažādās ezera vietās, lai pēc iespējas precīzāk raksturotu ezera vidējo ūdens temperatūru attiecīgajā sezonā. Iegremdējot sensoru dažādos dziļumos un paturot dažas sekundes ūdenī, var ātri un precīzi noteikt temperatūru. Mērījumi veikti dziļumā ik pēc 0,5 m. Mērījumu vietām noteiktas ģeogrāfiskās koordinātas ar GPS. Mērījuma rezultāti lauka apstākļos fiksēti veidlapā (skatīt 7. pielikumu). Pēc mērījuma rezultātiem konstruēts ūdens temperatūras izmaiņu grafiks.

4.4. Ūdens caurredzamības noteikšana

Sena, bet joprojām noderīga metode, ko izmanto ūdens eitrofikācijas pakāpes noteikšanai ir mērījumi ar Sekki disku. Ar Sekki diska palīdzību nosaka ūdens caurredzamību, t.i. cik lielā dziļumā uz diska vēl iespējams izšķirt baltos un melnos sektorus. Caurredzamību nosaka metros. Jo lielāks dziļums, jo gaisma spēj iespieties dziļāk un nodrošināt fotosintēzes norisi ūdenī. Savukārt, jo mazāks iegūtais rezultāts, jo vairāk ir suspendēto sanešu (materiālu) ezerā un ūdens ir mazāk caurredzams. Lai arī Sekki noteikšanas dziļums var mainīties atkarībā no sezonas un laika apstākļiem, tā ir vienkārša, ātra un efektīva metode ezeru ūdens kvalitātes noteikšanai. Ūdens caurredzamība mērīta laivas ēnas pusē. Uz auklas, kurā iekārts Sekki disks, ir atzīmētas iedaļas ik pēc 0,5 m. Iegūtie rezultāti fiksēti veidlapā. Mērījumi veikti 5 dažādās ezera vietās, lai precīzāk raksturotu ezera vidējo caurredzamības līmeni attiecīgajā sezonā. Katras mērījuma vietas koordinātas fiksētas ar GPS palīdzību.

4.5. Ezera morfometrisko raksturlielumu noteikšana

Talsu ezeram noteikti šādi morfometriskie raksturlielumi, izmantojot topogrāfisko karti M 1:1250 un mērījumus dabā:

1. *Ezera virsmas platība* (f , km², ha), faktiskais ūdens virsmas laukums. To nosaka, izmantojot doto kartes mērogu.

2. *Ezera garums* (L , km), īsākais attālums starp diviem vistālākajiem ezera krastu punktiem, mērot virs ezera ūdens līmeņa, tāpēc tikai retos gadījumos tā būs taisna līnija.

3. *Ezera platums* (P , km) – izšķir lielāko platumu, kas ir garākais perpendikuls pret ezera garuma līniju un

4. *Ezera vidējo platumu*, kuru aprēķina pēc formulas:

$$P_v = f/L \quad (4.1.)$$

kur f - ezera platība, km² un L – dotā ezera garums, km

5. *Krasta līnijas garums* (l , m) ir nulles izobātas garums apkārt ezeram.

6. *Ezera dziļums* (H , m) – nosaka lielāko un vidējo dziļumu.

7. *Ezera vidējais dziļums* (H_{vid} , m) – aprēķina pēc formulas:

$$H_{vid} = V/f \quad (4.2.)$$

kur V - ezera tilpums (m³), f - ezera ezera virsmas laukums.

8. *Ezera tilpums* (V , m³) to nosaka summējot atsevišķu ūdens slāņu tilpumu, kurus norobežo horizontālas plaknes, kas atrodas viena no otras attālumā h (sakrīt ar izobātām). Katrs slānis tiek pielīdzināts nošķeltai piramīdai, nošķeltam konusam vai nošķeltai prizmai. Katra slāņa tilpumu aprēķina pēc formulas:

$$V = \frac{h}{3} (f_1 + f_2 + \sqrt{f_1 f_2}) \quad (4.3.)$$

kur h – slāņu biezums, f_1 un f_2 – laukumi, ko ierobežo izobātas.

Kopējo ezera tilpumu aprēķina pēc formulas (Михайлов, 2008):

$$V = \sum V_i \quad (4.4.)$$

4.6. Ūdens paraugu ķīmiskās analīzes

Talsu ezera ūdens paraugi iegūti reizi katrā gadalaikā. Šajos periodos novērojamas ievērojamas ūdens temperatūras maiņas, kā rezultātā mainās ezera biogēno vielu saturs. Ūdens paraugiem tiek noteikts nitrītu, nitrātu, un amonija jonu, kā arī fosfātjonu saturs, kas galvenokārt raksturo ūdens piesārņojuma pakāpi ar saimniecībā izmantotajiem notekūdeņiem un lauksaimniecībā izmantotajām ķīmikālijām augsnes produktivitātes uzlabošanai. Šīs vielas ir arī izplatītākie Latvijas ūdeņus piesārņojošie elementi. Humusvielu satura noteikšanai tiek noteikta ūdens krāsainība, kas tāpat kā caurredzamības mērījumi ar Sekki disku ir sena, bet

droša metode, kuras rezultāti raksturo ūdens eitrofikācijas pakāpi. Ūdens paraugiem tiek noteikta arī elektrovadītspēja, kas raksturo ūdens mineralizācijas pakāpi. Ūdens paraugu analīzes tiek veiktas LU ĢZZF „Vides kvalitātes monitoringa laboratorijā”. Analīžu veikšanai tiek izmantota spektroskopiskā metode, kas veikta ar firmas „HACH” spektroskopu DR2000. Lai noteiktu nitrātu koncentrāciju ūdens paraugā, izmantots gatavais reaģents NitraVer5, savukārt nitrītu noteikšanai izmantots gatavais reaģents NitriVer3. Fosfātu koncentrācijas noteikšanai kā reaģenti izmantoti askorbīnskābe un segneta sāls, savukārt amonija jonu koncentrācijas noteikšanai kā reaģenti izmantoti neslera un jauktais reaģents. Ūdens krāsainība mērīta ar spektroskopu pret destilētu ūdeni. Ūdens elektrovadītspēja noteikta ar konduktometrijas metodi un tās noteikšanai izmantots firmas „Hanna Instruments” konduktometrs HI 9932.

5. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

5.1. Talsu ezera un tā baseina fiziogēogrāfisks raksturojums

Talsu ezers atrodas Kurzemes ziemeļos esošās Talsu pilsētas centrā (skat. 5.1. attēlu). Ezers atrodas 28 km no Rīgas līča un 63 km no Baltijas jūras piekrastes. Ezers ir novietots Ziemeļkursas augstienes Vanemas pauguraines ziemeļu daļā. Šajā teritorijā valdošais klimats, salīdzinot ar pārējo Latvijas teritoriju, veido vidēju gada nokrišņu daudzumu, kas ir aptuveni 650 – 700 mm. Ezera apkārtējās teritorijas vidējā gaisa temperatūra janvārī ir -4 līdz -5 °C, savukārt vidējā jūlija gaisa temperatūra nepārsniedz 16,5 °C. Bez sala periods, šajā teritorijā ilgst vidēji 140 līdz 150 dienas. Ezera apkārtnē dominējošie augšņu tipi ir velēnu podzolaugsne un erodētā podzolaugsne, taču tā kā ezers atrodas pilsētas centrā, tad tā tuvākajā apkārtnē ir sastopamas arī erodētās augsnes, kā arī dažādas antropogēnās augsnes tipi. Talsu ezera apkārtnē, pilsētā esošajā teritorijā ievērojamas meža platības nav sastopamas (Latvijas ģeogrāfijas atlants, 2004; Tidriķis, 1997).

Talsu ezers ir izveidojies subglaciālajā iegultnē. Ezera krasta līnija ir regulāra, bez izrobojumiem un līčiem. Pēc autora veiktajiem mērījumiem un aprēķiniem, kur par pamatu izmantota 1978. gadā veidotā topogrāfiskā karte ArcGIS 9.2, ezera krasta līnijas garums ir 0.85 km. Savukārt izmērītā ezera spoguļvirsmas platība ir 3,6 ha. Mērīts arī ezera garums un platums. Ezera lielākais garums ir 0.369 km, bet platums – 0,120 km. Ezera vidējais platums, aprēķinot pēc 4.1. formulas, ir 97.5 m. Ezera dziļuma mērījumu laikā maksimālais noteiktais dziļums ir 15.9 m. Ezera vidējais dziļums aprēķināts pēc 4.2. formulas un tas ir 6.19 m. Pēc 4.3. un 4.4. formulas aprēķināts arī ezera tilpums, kas sanāk 2229544.56 m³. Visus aprēķinus skatīt 5. pielikumā.



5.1. attēls. **Talsu ezers** (E. Apsītes foto)

Talsu ezers ietilpst Irbes upes hidroloģiskajā baseinā (skat. 3. pielikumu). Talsu ezera savienojuma shēma ar Irbes upi un Baltijas jūru ir šāda: Talsu ezers ar pazemes ūdensvadu ir savienots ar otru Talsos esošo ezeru – Vilkmuižas ezeru, no kura tālāk iztek Dzelzupe, kas ir Stendes upes labā krasta pieteka. Stendes upe savukārt ir Rindas upes labā krasta pieteka, kas ir Irbes upes pieteka. Irbes upes baseins aizņem daļu no Piejūras zemienē ietilpstošajiem Ventavas un Irves līdzenumiem, Kursas zemienē esošo Ugāles līdzenumu, kā arī nelielu daļu no Ziemeļkursas augstienē esošā Dundagas pacēluma. Irbes baseina teritorijā klimatiskie apstākļi ir līdzīgi, kā Talsu ezera apkārtnē, taču tā kā baseina teritorija ir ievērojami lielāka, tad šeit ir vērojamas teritoriālas klimatiskās atšķirības. Lielākajā baseina teritorijas daļā gada nokrišņu summa veido 700 līdz 750 mm, taču jūras krastam tuvāk esošajā teritorijā nokrišņu summā sastāda 600 līdz 700 mm gadā. Vidējā gaisa temperatūra Irbes upes baseinā janvārī ir -3 līdz -4 grādi baseina ziemeļu daļā, un -4 līdz -5 grādi baseina dienvidu daļā. Jūlijā visā baseina teritorijā vidējā gaisa temperatūra nepārsniedz 16,5 °C. Lielākajā daļā baseina teritorijas vidēji gadā ir 150 dienas bez sala, taču baseina rietumu daļā šo dienu skaits pieaug līdz 160 un, bet ziemeļos, jūras krastā bezsala periods pārsniedz 170 dienas gadā. Irbes upes baseina teritorijā dominējošais augsnes tips ir tipiskais podzols, taču sastopamas arī tādas augsnes, kā velēnu podzolaugsne un pseidoglejotā augsne, erodētā podzolaugsne, purvu kūdraugsne, velēnu glejaugsne un velēnpodzolētā glejaugsne. Dominējošais purvu tips Irbes baseina teritorijā ir augstais purvs. Zemā tipa purvi sastopami vienīgi nelielā teritorijā baseina

ziemeļu daļā, kā arī uz ZR no Talsu pilsētas. Lielu baseina teritorijas daļu aizņem jauktie un skujkoku meži (Latvijas ģeogrāfijas atlants, 2004).

5.2. Talsu ezera ledus un ūdens termiskā režīma raksturojums

Talsu ezers, gluži kā visi Latvijas ezeri ir pieskaitāms pie mēreno platumu grādu ezeriem. Pētījuma laikā novērots, ka ledus sega uz ezera sāk veidoties 2009. gada novembra beigās. Decembra sākumā jau izveidojusies patstāvīga ledus sega, kas saglabājās līdz pat 2010. gada aprīļa sākumam.

Tā kā Talsu ezera dziļums nedaudz pārsniedz 15 m, tad tajā izdalāmas 3 vertikālās zonas – epilimnijs, metalimnijs un hipolimnijs. Mērenā klimata ezeriem raksturīga noteikta temperatūras izraisīta vertikāla ūdens sajaukšanās (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004).

Ezerā veiktajos temperatūras mērījumos nekādas temperatūras anomālijas nav novērotas. Taču tā kā temperatūra ir mērīta piecās dažādās vietās (skatīt 2. pielikumu), tad ezera ūdens virskārtā ir redzamas sīkas temperatūras atšķirības. Vispārskatāmāk ezera temperatūru visos slāņos raksturo ezera dziļākajā vietā veiktie mērījumi, kas iesniedzas 15 m dziļumā (skatīt 5.2. attēlu). Ūdens temperatūras izmaiņu grafikā redzams, kā mainās temperatūra gan dziļumā, gan sezonu griezumā.

2009. gada. 7. jūlijā veiktie mērījumi parāda, ka ezerā ir iestājusies vasaras sasilšana un ir izveidojusies tiešā temperatūras stratifikācija. Vasaras temperatūras mērījumos arī vislabāk ir redzamas vertikālo ūdens zonu robežas. Ūdens virsējā kārtā ir sasilusi līdz 21,9 °C. Salīdzinot ar citām mērījumu vietām, šajā vietā ezera ūdens temperatūra ir par 0,8 līdz 0,9 °C augstāka. Līdz 2 metru dziļumam temperatūra mainās lēnām un samazinās līdz 20,3 °C, tādejādi šī zona izdalāma, kā epilimnijs. Taču no 2 līdz 5 metru dziļumam notiek strauja temperatūras krišanās un tā samazinās par 1 – 4 °C ik pēc 0,5 metriem. Šī zona ir izdalāma kā metalimnijs, jeb termoklīns. Sākot no 5 m dziļuma ir izdalāma hipolimnija zona, kurā temperatūra sākotnēji samazinās ļoti minimāli, bet tuvojoties ezera dibenam, tā vairs nemainās. Šāds temperatūras sadalījums, jeb stratifikācija veidojas tādēļ, ka smagais aukstais ūdens ezera dibenā ir nosprostots ar virs tā esošo siltāko un vieglāko ūdeni. Šo noslāņošanos uztur ūdens blīvuma atšķirības, un tās ir tik noturīgas, ka saglabājas pat pie ļoti spēcīga vēja. Šī noslāņošanās ir tik stabila tādēļ, ka ūdens blīvuma atšķirība, tam sasilstot par 1 °C, diapazonā starp 24 un 25 °C ir 30 reižu lielāka, nekā sasilstot par 1 °C diapazonā no 4 līdz 5 °C (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004).

2009. gada. 6. augustā, ūdens ziedēšanas laikā veiktie mērījumi parāda, ka ūdens virsmas maksimālā temperatūra ir 24, 2 °C, konkrētajā mērījumu vietā tā ir 23,6 °C un citviet ezerā temperatūra mainās no 23 līdz 23,4 °C. Atšķirībā no jūlija, ūdens temperatūra virsējos slāņos ir vidēji par 1,5 °C augstāka un zemākajos slāņos par 0,2 °C augstāka, taču nekādas būtiskas temperatūras izmaiņas dažādos dziļuma slāņos nav novērotas un temperatūras mainības raksturs ir tāds pats kā jūlijā.

2009. gada 3. oktobrī veiktie mērījumi parāda, ka ezerā ir iestājies rudenim raksturīgais ūdens atdzišanas process. Gaisa temperatūras pazemināšanās ir izraisījusi arī ūdens virsējā slāņa – epilimnija atdzišanu. No ūdens virsmas līdz 4,5 metru dziļumam ir iestājusies homotermija – ūdens temperatūra šajā slānī mainās robežās no 11,7 līdz 11,4 °C. Šādās pat robežās mainās arī ezera virsmas temperatūra dažādās ezera vietās. No 4,5 līdz 6 metru dziļumam vērojams termoklīns, kurā temperatūra mainās no 10,1 līdz 5,8 °C. No 6 līdz 15 metru dziļumam temperatūra mainās vienmērīgi no 5,8 līdz 3,8 °C, kas liecina par ezera dziļāko slāņu homotermiju.

Kad rudens gaisa temperatūra samazinās līdz 4 °C un zemāk, notiek ūdens temperatūras izlīdzināšanās epilimnijā un hipolimnijā, tādējādi notiek arī blīvuma izlīdzināšanās. Šādi ūdens fizikālie apstākļi ir ideāli, lai ar vēja palīdzību notiktu ūdens pilna sajaukšanās, jeb pilnais cirkulācijas periods. Latvijā rudens vēja ātrums sasniedz vismaz 10 m/s un vairāk, un tas pietiekami, lai 12 – 15 m dziļumā ūdens pilnīgi sajauktos (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004), taču tā kā Talsu ezers atrodas subglaciālajā ielejā un tam visapkārt ir pauguri, tad vēja ātrums virs Talsu ezera 10 m/s nerasniedz un kā redzams 5.2 attēlā, tad ūdens sajaukšanās notiek tikai līdz aptuveni 7 metru dziļumam. Dziļākos slāņos ūdens temperatūra praktiski ir nemainīga.

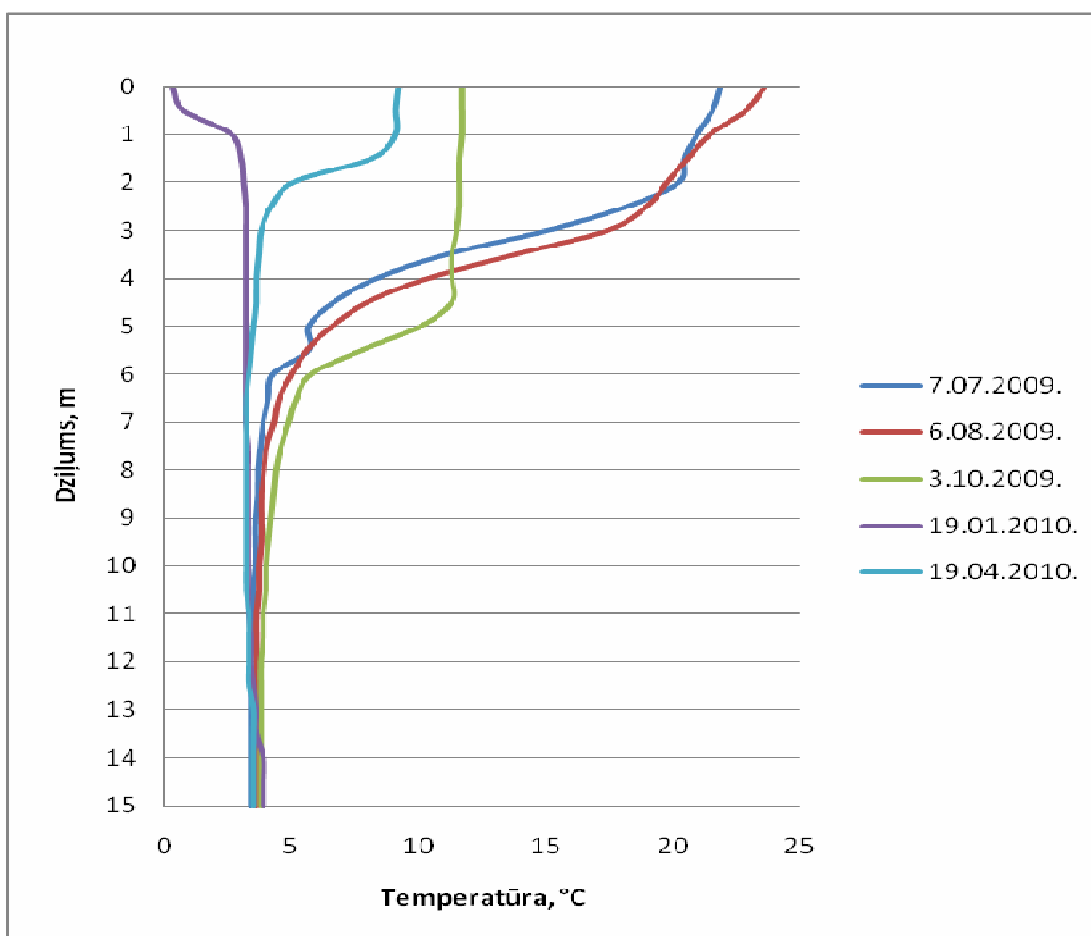
Savukārt 2010. gada 19. janvārī veiktie mērījumi liecina, ka ezera ūdens siltumu saņem no ezera dibena un virspusē, zem ledus, turpinās ūdens atdzišanas process. Mērījumu laikā novērots aptuveni 15 cm biezs ledus. Zem ledus esošās ūdens virskārtas temperatūra ir tikai 0,3 °C, bet līdz 1,5 metru dziļumam tā pieaug līdz 3 °C. Ūdens temperatūra ir praktiski nemainīga visās ezera mērījumu vietās. No 1,5 metru dziļumam līdz 15 metru dziļumam vērojama homotermija, kad ūdens temperatūra pieaug no 3 līdz 3,9 °C.

Pavasara sezonā ūdens temperatūra mērīta divas nedēļas pēc ledus nokušanas – 2010. gada 19. aprīlī. Ezera virskārtas ūdens temperatūra sasniedz 9,2 °C, līdz ar to novērota pavasara sasilšana. Līdz 1,5 metru dziļumam ūdens temperatūra samazinās vienmērīgi, taču no 1,5 m dziļuma līdz 2 m dziļumam vērojams termoklīns. No 2 līdz 3 m dziļumam temperatūra atkal samazinās vienmērīgi un no 3 m dziļuma temperatūras izmaiņas notiek 0,5 °C robežās. Interessants atklājums, mērot temperatūru, konstatēts ezera hipolimnija zonā, kur

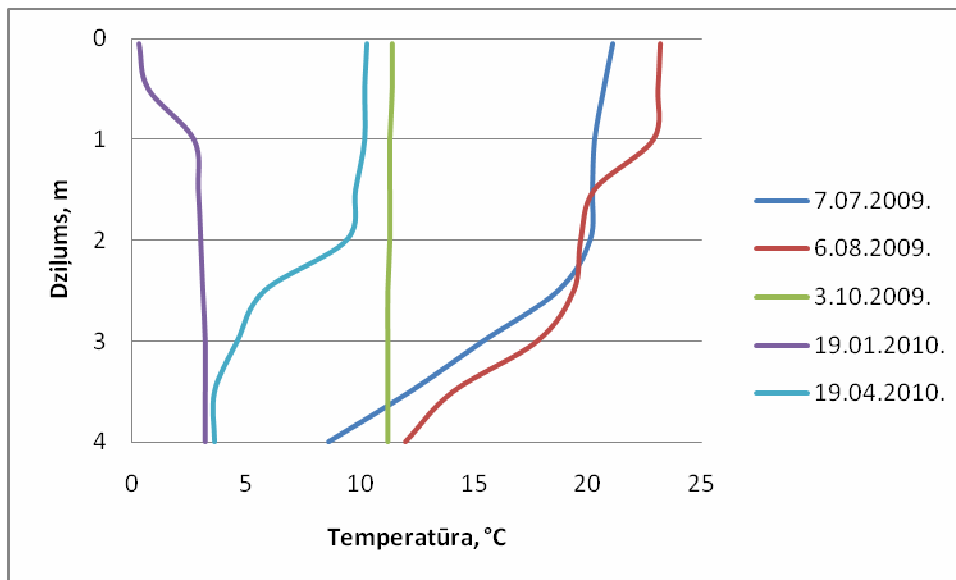
dziļumā no 15 līdz 6.5 m ūdens temperatūra samazinās no 3.5 līdz 3.2 °C. No 6 m dziļuma līdz ūdens virsmai, temperatūra atkal pieaug. Šāda veida temperatūras izmaiņas, pēc autora domām, skaidrojamas ar zemūdens straumju fizikālajām īpašībām, vai arī ar to, ka pie ezera dibena esošais ūdens slānis joprojām saņem siltumu no ezera grunts, gluži tāpat, kā tas notiek ziemā.

Pavasarī ezera ūdens temperatūras atšķirības novērotas ezera ūdens virsējā slānī, veicot temperatūras mērījumus dažādās vietās ezerā. Augstāka ūdens virsmas temperatūra konstatēta ezera dienvidu krastā, kur tā sasniedz 10.3 °C (skatīt 5.3. attēlu), savukārt zemākā ūdens virsmas temperatūra konstatēta ezera ziemeļrietumos esošajā krastā, kur temperatūra sasniedz tikai 8.7 °C (skatīt 5.6. attēlu). Šādas atšķirības nepārprotami skaidrojamas ar vēja virzienu, kāds konstatēts lauka darbu dienā, kad vējš pūta no ziemeļiem, ziemeļrietumiem.

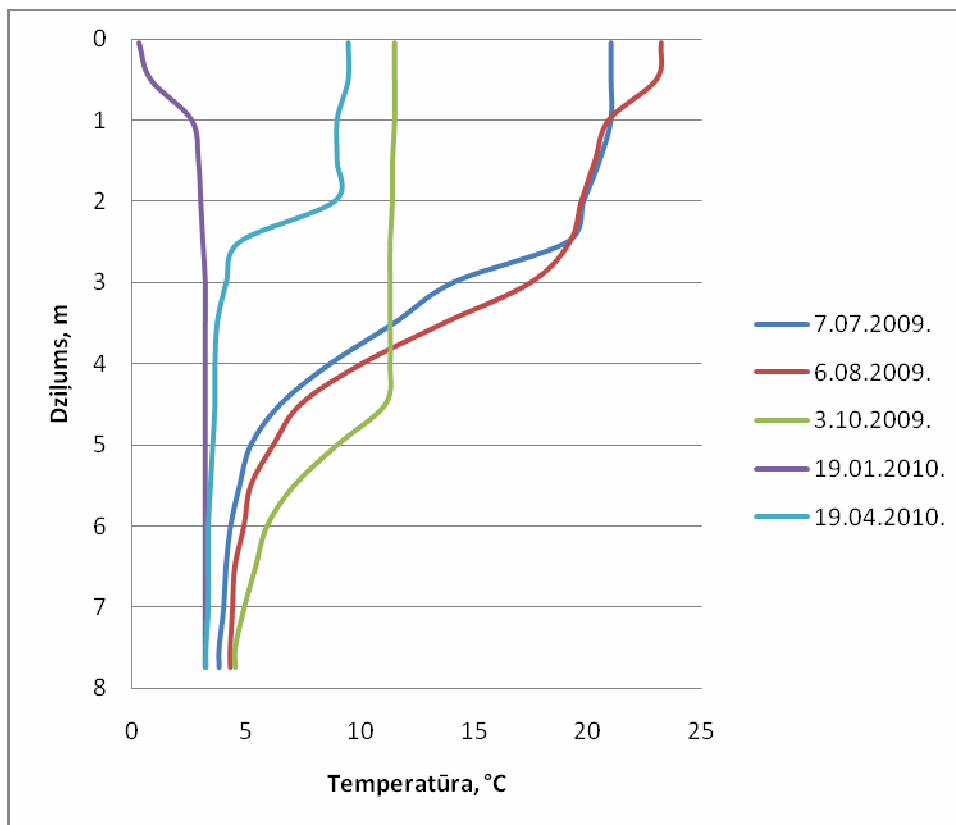
Mērot ūdens temperatūru citās ezera vietās, termoklīna slānis konstatēts vai nu 0.5 m dziļāk, vai arī nav konstatēts vispār, piemēram, mērījumu vietā nr. 5, kur dziļums nepārsniedz 2 m (skatīt 5.6. attēlu). Termoklīna dziļuma maiņa skaidrojama ar spēcīgu ūdens slāņu sajaukšanos vēja ietekmē.



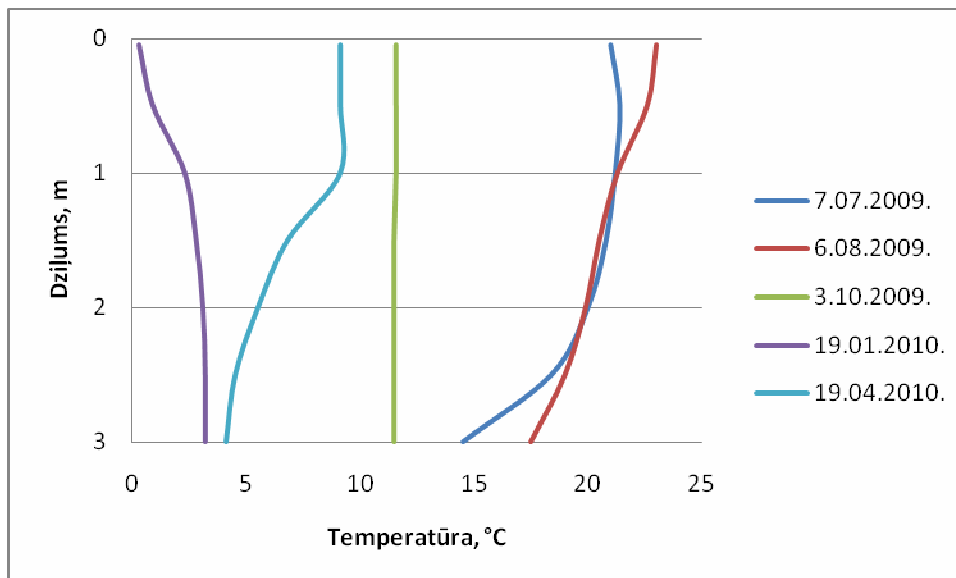
5.2. att. Talsu ezera ūdens temperatūras sezonālās izmaiņas 3.mērījumu vietā (izstrādājis autors)



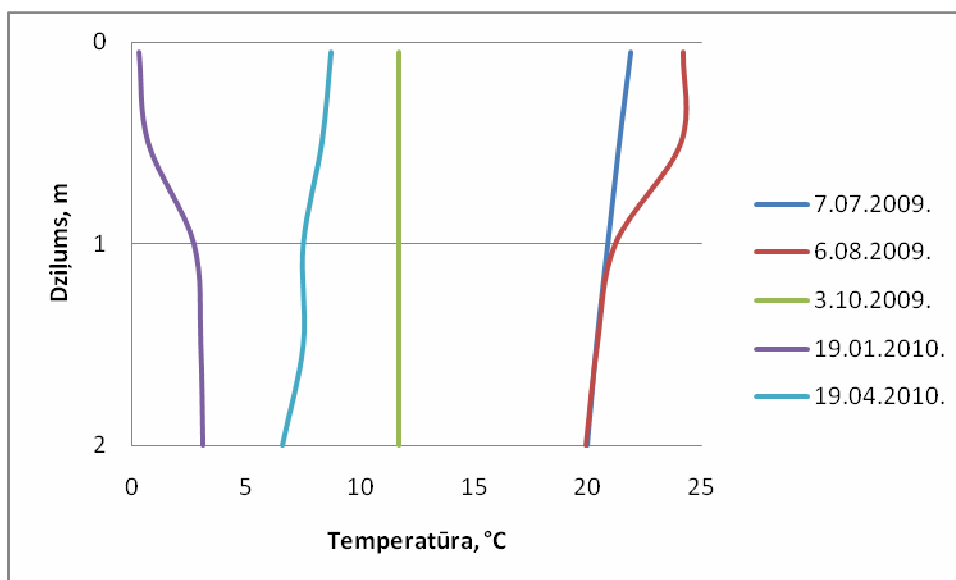
5.3. attēls. Talsu ezera ūdens temperatūras sezonālās izmaiņas 1.mērījumu vietā (izstrādājis autors)



5.4. attēls. Talsu ezera ūdens temperatūras sezonālās izmaiņas 2.mērījumu vietā (izstrādājis autors)



5.5. attēls. Talsu ezera ūdens temperatūras sezonālās izmaiņas 4.mērījumu vietā (izstrādājis autors)



5.6. attēls. Talsu ezera ūdens temperatūras sezonālās izmaiņas 5.mērījumu vietā (izstrādājis autors)

5.3 Talsu ezera ūdens kvalitāte

Talsu ezera ūdens kvalitātes raksturošanai tika noteikta Latvijas ezeros izplatītāko piesārņojošo biogēno elementu koncentrācija, kā arī humusvielu daudzumu raksturojošā ūdens krāsainība, kopējo izšķīdušo vielu raksturojošā ūdens elektrovadītspēja un ūdens caurredzamība. Tā kā ezera virsmas platība ir salīdzinoši maza, tad ūdens paraugi tika ņemti ezera vidū un no ezera dibena 15 m dziļumā un tajā pašā vietā tikai 0,5 m dziļumā, kā arī zīmīgā vietā, kur regulāri no kanalizācijas akas ezerā ieplūst ūdens. Talsu ezera ūdens kvalitātes raksturošanai salīdzinājumā ar citiem Latvijas ezeriem, izmantoti 2009. gadā veiktie mērījumi Usmas un Puzes ezeros, kas atrodas vienā upes baseinā ar Talsu ezeru, kā arī Laidzes ezerā, kas atrodas 7 km attālumā no Talsu ezera.

5.1. tabulā apkopota informācija par nitrātjonu koncentrāciju Talsu ezerā. Nitrātjoni atrodami praktiski jebkurā ūdenskrātuvē. Par tīriem tiek uzskatīti tie virszemes ūdeņi, kuros nitrātjonu saturs ir no 0,4 līdz 8 mg/l, bet piesārņotos ūdeņos koncentrācija sasniedz 50 mg/l un pat vairāk. Kā redzams, tad Talsu ezera ūdens virskārtā nitrātjonu koncentrācijas atšķirības ir nenozīmīgas, taču ezera dibenā vienā litrā ūdens izšķīdis nedaudz lielāks daudzums nitrātjonu. Lielākās nitrātu koncentrācijas vērojamas aprīlī ievāktajos paraugos. Analīžu rezultāti parāda, ka atšķirtība nitrātu koncentrācijā vērojama tikai ūdens slānī ezera dibenā. Ūdens virspusē izšķīdušo nitrātu jonu daudzums atkarība no sezonas mainās ļoti minimāli no 1,3 līdz 1,6 mg/l. Šāda koncentrācija praktiski sakrīt ar Latvijas vidējo rādītāju, kas ir 1,54 mg/l (Kļaviņš et al., 2002). Taču, salīdzinot ar Usmas un Puzes ezeriem, Talsu ezerā nitrātjonu koncentrācija ir vairākas reizes augstāka. Usmas ezerā tā mainās no 0.21 mg/l 2009. gada februārī, līdz 0.025 mg/l jūlijā. Puzes ezerā nitrātjonu koncentrācija mainās no 0.24 mg/l līdz 0.07 mg/l. Savukārt netālu esošajā Laidzes ezerā nitrātjonu koncentrācija salīdzinājumā ar Talsu ezeru arī ir pavisam neliela – 2009. gada februārī tā sasniedz 0,48 mg/l, bet tā paša gada maijā 0,29 mg/l.

Nitrātu koncentrācijas sezonālās izmaiņas Talsu ezerā (izstrādājis autors).

Nitrāti (mg/l N-NO ₃)	Paraugu iegūšanas laiks un analīžu rezultāti, mg/l				
	7.07. 2009.	6.08. 2009.	6.10. 2009.	19.01. 2010.	19.04. 2010.
1. paraugs (Ezera vidus, 0.5 m dziļumā)	1.4	1.6	1.3	1.6	2.8
2. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 0.5 m dziļumā)	1.5	1.5	1.3	1.5	2.4
2. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 15 m dziļumā)	1.9	2.3	1.9	2.6	2.5
4. paraugs (Notekūdeņi, 0.5 m dziļumā)	1.3	1.6	1.2	1.6	2.3

5.2. tabulā redzama nitrātu koncentrācija Talsu ezerā. Nitrāti ūdeņos galvenokārt veidojas kā slāpekļa savienojumu transformācijas starpprodukti oksidējoties amonija joniem vai reducējoties nitrātu joniem. Par piesārņojumu tiek uzskatīta nitrātu koncentrācija, kas pārsniedz 0,001 mg/l (Kļaviņš, 2009). Pēc analīžu rezultātiem var secināt, ka Talsu ezera ūdens ir nopietni piesārņots ar nitrātiem. Šo jonu koncentrācija ūdens virspusē dažādās sezonās svārstās no 0,006 līdz 0,009 mg/l, bet ezera dibenā koncentrācija ir vismaz desmit reīzu lielāka. Līdzīga situācija vērojama arī Usmas ezerā, kur izšķīdušo nitrātu jonu koncentrācija maksimumu sasniedz 2009. gada aprīlī, kad tā ir 0.007 mg/l, bet gada minimālā koncentrācija novērota tā paša gada jūnijā – 0.001mg/l. Arī tuvumā esošajā Laidzes ezerā nitrātu koncentrācija ir līdzīga kā Talsu ezerā – 0.006 mg/l 2009. gada februārī un 0.007 mg/l maijā.

Nitrātu koncentrācijas sezonālās izmaiņas Talsu ezerā (izstrādājis autors)

Nitrāti (mg/l N-NO ₂)	Paraugu iegūšanas laiks un analīžu rezultāti, mg/l				
	7.07. 2009.	6.08. 2009.	6.10. 2009.	19.01. 2010.	19.04. 2010.
1. paraugs (Ezera vidus, 0.5 m dziļumā)	0.008	0.008	0.006	0.007	0.016
2. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 0.5 m dziļumā)	0.008	0.009	0.007	0.01	0.015
3. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 15 m dziļumā)	0.011	0.009	0.01	0.018	0.014
4. paraugs (Notekūdeņi, 0.5 m dziļumā)	0.008	0.008	0.007	0.008	0.015

5.3. tabulā apskatāma amonija jonu koncentrācija Talsu ezerā. Amonija jonu koncentrācija ir galvenais slāpekļa daudzuma rādītājs, jo slāpekļi ūdeņos parasti atrodas amonija formā. Slāpekļa savienojumi ūdeņos parasti nonāk intensīvas lauksaimniecības rezultātā (Kļaviņš, 2009). Amonija joni ezeros veidojas, sadaloties organiskajām slāpekļi

saturšajā vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Tomēr biežāk tā saturu nosaka organisko atkritumu, sadzīves rūpniecisko atkritumu ieplūde ūdenskrātuvēs, kurās slāpeklis, kurās slāpeklis atrodas organisko vielu sastāvā (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004).

Amonija jonu saturs dabas ūdeņos ir atkarīgs no bioloģisko procesu rakstura tajos, un tāpēc sezonālie procesi ietekmē amonija jonu koncentrācijas. Kā redzams, tad Talsu ezerā izteikti paaugstināta amonija jonu koncentrācija novērojama janvārī izdarīto mērījumu laikā, kad ezeru klāj ledus, bet zemākā koncentrācija jūlijā izdarītajos mērījumos. Šādas atšķirības skaidrojamas ar to, ka vasarā ezerā mītošie organismi intensīvi asimilē amonija jonus, lai nodrošinātu savu eksistenci, bet ziemas laikā, kad hidrobionti vairs nav aktīvi, jonu koncentrācija pieaug.

Salīdzinājumā ar Usmas, Puzes un Laidzes ezeriem, Talsu ezerā esošā amonija jonu koncentrācija ir ievērojami augstāka. Usmas ezerā šī koncentrācija svārstās no 0.12 mg/l 2009. gada februārī līdz 0.01 mg/l jūlijā. Bet Puzes ezerā amonija jonu koncentrācija nepārsniedz 0.11 mg/l. Laidzes ezerā amonija jonu koncentrācija ir pavisam neliela – 0.02 mg/l 2009. gada februārī un 0.05 mg/l tā paša gada maijā. Rezultātā redzams, cik liela nozīme amonija jonu koncentrācijas veidošanā ezera ūdeņos ir apdzīvotības un saimnieciskās darbības intensitātei tā apkārtnē. Puzes, Usmas un Laidzes ezeru krastos apdzīvojumu veido viensētas un nelieli ciemi, taču Talsu ezers atrodas pilsētas centrā un ir pakļauts intensīvai saimnieciskajai darbībai. Tomēr nozīmīgs faktors ir arī tas, ka Talsu ezers ir ievērojami mazāks, nekā salīdzināmie ezeri, kā arī tas, ka Talsu ezerā ūdens apmaiņa norisinās pateicoties mākslīgi izveidotai noteces sistēmai un tā norisinās daudz lēnāk, kā šajos trīs salīdzināmajos ezeros.

5.3.tabula

Amonija jonu koncentrācijas sezonālās izmaiņas Talsu ezerā (izstrādājis autors).

Amonijs (mg/l NH ₄ ⁺)	Paraugu iegūšanas laiks un analīžu rezultāti, mg/l				
	7.07. 2009.	6.08. 2009.	6.10. 2009.	19.01. 2010.	19.04. 2010.
1. paraugs (Ezera vidus, 0.5 m dziļumā)	0.27	0.67	0.43	1.93	0.29
2. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 0.5 m dziļumā)	0.28	1.08	0.38	1.78	0.27
3. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 15 m dziļumā)	3.81	2.73	4.06	4.9	5.14
4. paraugs (Notekūdeņi, 0.5 m dziļumā)	0.30	0.76	0.38	1.96	0.27

5.4. tabulā redzama fosfātjonu koncentrācija Talsu ezera ūdenī. Ūdeņos fosfātjoni galvenokārt nokļūst cilvēka saimnieciskās darbības rezultātā. Fosfora savienojumiem ir liela

ietekme ezera eitrofikācijas procesos. Ja fosfātu koncentrācija pārsniedz 0.05 mg/l, tad pie pietiekoša slāpekļa savienojumu daudzuma ezerā var sākties intensīva aļģu un citu ūdensaugu vairošanās.

Talsu ezerā augsto fosfātu koncentrāciju rada antropogēnais piesārņojums - nesakārtotās pilsētas ūdensapgādes sistēmas dēļ vairākas privātmājās nav pieslēgtas kopējam kanalizācijas tīklam, tādēļ no tuvējām privātmājām ezerā nereti nonāk kanalizācijas ūdeņi. Ievērojams daudzums fosfora, 0,1 – 0,3 kg/ha, Latvijas apstākļos ūdenstilpēs var nonākt arī nokrišņu veidā. Latvijas ezeros vidējais fosfora daudzums ir 0,033 mg/l, taču kā redzams 5.4. tabulā, tad Talsu ezerā fosfātjonu koncentrācija atkarībā no sezonas ir ļoti mainīga. Jūlijā iegūtajos ūdens paraugos fosfātjonu koncentrācija pārsniedz Latvijas vidējo rādītāju (0,033 mg/l) nepilnas trīs reizes, savukārt augustā šis rādītājs sastāda nedaudz mazāk, kā trešo daļu no Latvijas vidējā rādītāja. Tā kā augustā veiktajos lauka darbos novērota ezera ūdens ziedēšana, tad tas ir arī iemesls, kādēļ fosfātjonu koncentrācija ir tik krasi samazinājusies, salīdzinājumā ar iepriekšējo mēnesi, proti ezerā izšķīdušais fosfors ir asimilēts ūdens augu un aļģu attīstības procesu nodrošināšanai. Rudenī fosfātjonu koncentrācija ezera virspusē aptuveni atbilst Latvijas vidējiem rādītājiem. Ezera dibenā fosfātjonu koncentrācija ievērojami pārsniedz Latvijas maksimālo fosfātjonu koncentrāciju ezeros, kas ir 0,32 mg/l (Kļaviņš et al., 2002). Tas skaidrojams ar to, ka fosfora savienojumi ūdeņos asimilējas hidrobiontos un tiem atmiršot un sadaloties, fosfors lielā mērā akumulējās nogulumos. Dziļos, eitrofajos ezeros atmirušajiem hidrobiontiem nogrimstot, to mineralizācija un fosfora atbrīvošanās notiek nogulumu fāzē (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004).

Arī fosfātjonu koncentrācija Talsu ezerā ir ievērojami lielāka, nekā salīdzināmajos Usmas, Puzes un Laidzes ezeros. Usmas ezera fosfātjonu koncentrācijas maksimums novērojams 2009. gada februārī un jūlijā, kad tā sasniedz 0.005 mg/l, bet minimums vērojams tā paša gada jūnijā, kad koncentrācija ir 0.001 mg/l. Puzes ezerā lielākā fosfātjonu koncentrācija likumsakarīgi novērota 2009. gada februārī, kad tā sasniedz 0.016 mg/l, bet maijā tā samazinās līdz 0.003 mg/l. Arī Laidzes ezerā, salīdzinot ar Talsu ezeru, šo jonu koncentrācija ir pavisam neliela – 0.002 mg/l 2009. gada februārī un 0.001 mg/l maijā.

Fosfātu koncentrācijas sezonālās izmaiņas Talsu ezerā (izstrādājis autors).

Fosfāti (mg/l PO ₄ ³⁺)	Paraugu iegūšanas laiks un analīžu rezultāti, mg/l				
	7.07. 2009.	6.08. 2009.	6.10. 2009.	19.01. 2010.	19.04. 2010.
1. paraugs (Ezera vidus, 0.5 m dziļumā)	0.097	0.013	0.042	0.255	0.049
2. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 0.5 m dziļumā)	0.084	0.017	0.036	0.245	0.036
3. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 15 m dziļumā)	0.585	0.391	0.579	0.833	0.545
4. paraugs (Notekūdeņi, 0.5 m dziļumā)	0.093	0.014	0.037	0.254	0.254

5.5. tabulā redzama Talsu ezera ūdens krāsainība. Vidējā Latvijas ezeru ūdens krāsainība ir 75 °Pt/Co (Kļaviņš et al., 2002), taču Talsu ezera ūdens virspusē ūdens krāsainība atkarībā visās sezonās, izņemot pavasari, ir nedaudz zemāka. Pavasarī ūdens krāsainība ievērojami pārsniedz gan Latvijas vidējos rādītājus, gan pašā ezerā iepriekš uzrādītos rezultātus. Šāda ūdens krāsainības rezultātu palielināšanās visdrīzāk skaidrojama ar ezerā ieplūstošo ūdens daudzumu, kas radies nokūstot sniegam. Kā zināms, tad 2009./2010. gada ziema bija ļoti sniegota. Tā kā ap Talsu ezeru atrodas vairāki pauguri ar stāvām nogāzēm, tad lielākā daļa no kūstošā sniega ūdens nonāca tieši Talsu ezerā. Savukārt izkusušā sniega ūdens, iesūcoties paugura virsmā un turpinot plūst lejup pa nogāzi, no augsnes izskaloja humīdu daļiņas, kas nonākot ezerā, ievērojami ir palielinājis ezera ūdens krāsainību.

Tā kā salīdzināmajos Usmas, Puzes un Laidzes ezeros ūdens krāsainība ir Hāzena grādos, nevis kā Talsu ezeram – platīna – kobalta skalas grādos, tad šo ezeru ūdens krāsainības salīdzinājums nebūtu objektīvs.

Pēc MK noteikumu Nr. 858 „Noteikumi par virszemes ūdensobjektu tipu raksturojumu, klasifikāciju, kvalitātes kritērijiem un antropogēno slodžu noteikšanas kārtību” noteiktās virszemes ūdeņu tipoloģijas, Talsu ezers pēc analīzēs uzrādītajiem ūdens krāsainības rezultātiem, atbilst oligohumozam ezeru tipam.

Ūdens krāsainības sezonālās izmaiņas Talsu ezerā (izstrādājis autors).

Ūdens krāsainība (°Pt/Co)	Paraugu iegūšanas laiks un analīžu rezultāti, mg/l				
	7.07. 2009.	6.08. 2009.	6.10. 2009.	19.01. 2010.	19.04. 2010.
1. paraugs (Ezera vidus, 0.5 m dziļumā)	64	47	49	18	208
2. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 0.5 m dziļumā)	63	86	35	15	144
3. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 15 m dziļumā)	60	74	72	69	118
4. paraugs (Notekūdeņi, 0.5 m dziļumā)	66	53	38	13	145

5.6. tabulā redzama Talsu ezera ūdens elektrovadītspēja. Lielākā elektrovadītspēja tika uzrādīta ūdenim, kas ņemts 15 metru dziļumā. Salīdzinot ar Latvijas vidējo ūdens elektrovadītspēju (127 μS), Talsu ezerā šis rādītājs ir krietni augstāks un pat tuvojas Latvijas maksimālajam rādītājam – 903 μS (Kļaviņš et al., 2002). Arī Usmas un Puzes ezeros ūdens elektrovadītspēja ir krietni zemāka, nekā Talsu ezerā. Usmas ezerā tā nepārsniedz 226 μS , Puzes ezera maksimālā novērotā elektrovadītspēja ir 235 μS , bet Laidzes ezerā ūdens elektrovadītspēja nepārsniedz 440 μS un ir tikai nedaudz zemāka kā Talsu ezerā.

5.6. tabula

Ūdens elektrovadītspējas sezonālās izmaiņas Talsu ezerā (izstrādājis autors).

Ūdens elektrovadītspēja (μS)	Paraugu iegūšanas laiks un analīžu rezultāti, mg/l				
	7.07. 2009.	6.08. 2009.	6.10. 2009.	19.01. 2010.	19.04. 2010.
1. paraugs (Ezera vidus, 0.5 m dziļumā)	621	525	534	589	525
2. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 0.5 m dziļumā)	613	516	531	571	523
3. paraugs (Ezera dziļākā vieta, 15 m dziļumā)	787	760	712	727	918
4. paraugs (Notekūdeņi, 0.5 m dziļumā)	616	523	532	583	529

5.7. tabulā redzami ūdens caurredzamības mērījumu rezultāti. Mērījumu vietu izvietojums redzams 2. pielikumā. Jūlijā veikto mērījumu laikā bija saulains laiks ar nelielu mākoņu daudzumu. Redzams, ka ziemeļrietumu un dienvidu krastos novērota nedaudz lielāka caurredzamība nekā ezera vidū un austrumu krastā. Šādas atšķirības varētu skaidrot ar vēja virziena mainību.

Augustā veiktajos mērījumos konstatēta ūdens ziedēšana. Līdz ar to ūdens caurredzamība visā ezerā, salīdzinot ar iepriekšējo mēnesi, ir krietni zemāka. Lielākā caurredzamība novērota ziemeļrietumu krastā.

Gada lielākā caurredzamība konstatēta oktobrī veiktajos mērījumos. Tas skaidrojams ar pazemināto ūdens temperatūru, kuras laikā ir samazinājusies hidrobiontu aktivitāte. Arī oktobrī veikto mērījumu rezultāti liecina, ka daudz lielāka caurredzamība konstatēta ezera ZR krastā un mazākā caurredzamība D krastā. Šāda parādība, kā jau iepriekš minēts, skaidrojama ar vēja virzienu. Vējš, pūšot no Z, ZR, ūdenī esošos saduļņojumus ir pārnēsis uz ezera dienvidiem.

Janvārī, kad ezeru klāja ledus, ūdens caurredzamība netika mērīta.

Aprīlī veiktajos mērījumos konstatēta gada zemākā ūdens caurredzamība. Mērījumu laikā ūdens bija salīdzinoši duļķains. Ūdens duļķainums skaidrojams ar sniega kušanas

rezultātā ezerā ieskalotajiem sanešiem, kas ūdens sajaukšanās dēļ joprojām nav nogulsņējušies ezera dibenā.

5.7. tabula

Ūdens caurredzamības sezonālās izmaiņas Talsu ezerā (izstrādājis autors).

Ūdens caurredzamība (m)	Mērījumu veikšanas laiks un rezultāti			
	7.07.2009.	6.08.2009.	6.10.2009.	19.05.2010.
1. mērījumu vieta	0.95	0.52	1.15	0.40
2. mērījumu vieta	0.9	0.5	1.30	0.45
3. mērījumu vieta	0.9	0.5	1.30	0.45
4. mērījumu vieta	0.9	0.5	1.25	0.45
5. mērījumu vieta	0.95	0.65	1.5	0.45

Ir zināms, ka ezeru ūdeņiem ir raksturīgs to sastāva neviendabīgums mainoties dziļumam. Tas arī ir pierādījies veiktajā pētījumā. Lielākos ezeros ūdens sastāva atšķirības atkarība no dziļuma ietekmē ūdens mehāniskās sajaukšanās procesi. Taču mazajos ezeros, kāds ir Talsu ezers, ūdens sastāva atšķirības izteikti parādās mainoties gadalaikiem un līdz ar to arī ūdens stratifikācijas ietekmē. Biogēno elementu stratifikācija veidošanās sākās ar fotosintēzi, kuras laikā ezerā iekļūdušie amonija un nitrāta joni, kā arī skābeklis aktīvi asimilējās. Pēc tam, kad dzīvie organismi ir atmiruši, to atkritumi nogrimst ezera dibenā un anaerobos apstākļos sadalās un veido amonija jonus.

Vasarā izveidojusies ezera ūdeņu stratifikācija ziemā pilnībā ir izzudusi. Palielinātā biogēnu koncentrācija ziemā ir skaidrojama ar to, ka ziemā izbeidzas fotosintēzes procesi un tiek pārtraukta skābekļa un oglekļa dioksīda pieplūde. Rezultātā ūdenī pieaug norisošo reducēšanās procesu intensitāte, pieaug oglekļa dioksīda saturs un izveidojas bezskābekļa vide, kas ir pateicīgi apstākļi, lai notiktu ķīmiskas reakcijas, kuru laikā palielinās attiecīgo biogēnu koncentrācija (Kļaviņš; Cimdiņš, 2004).

MK noteikumos Nr. 858 „Noteikumi par virszemes ūdensobjektu tipu raksturojumu, klasifikāciju, kvalitātes kritērijiem un antropogēno slodžu noteikšanas kārtību” noteiktajos kritērijos augstas, labas un vidējas virszemes ūdeņu ekoloģiskās kvalitātes noteikšanai balstās uz to, lai uz ezeru būtu pēc iespējas mazāka antropogēnā ietekme. Tā kā uz Talsu ezeru ir pietiekoši liela antropogēnā ietekme, tad tā hidroloģiskie un morfoloģiskie apstākļi ir atbilstoši, lai bioloģiskajiem kritērijiem nodrošinātu vidēju ekoloģisko kvalitāti raksturojošas parametriskās vērtības.

MK noteikumos Nr. 858 arī noteikti kritēriji virszemes ūdeņu tipoloģijai. Pēc vidējā dziļuma, ūdens elektrovadītspējas un ūdens krāsainības, Talsu ezers pieskaitāms pie sekliem brūnūdens ezeriem ar augstu cietību.

Arī pēc fizikāli ķīmiskajiem kritērijiem ezera ekoloģiskā kvalitāte raksturojama kā vidēja, pamatojoties uz salīdzinoši lielo antropogēno ietekmi. Augsta ekoloģiskā kvalitāte piemērojama tikai tiem ezeriem, kurus neskar nekāda antropogēna ietekme.

5.4. Talsu ezera ūdens izmantošana un problēmas

Talsu ezera galvenais izmantošanas veids ir tūrisms un rekreācija. Talsu ezers un tam blakus esošais pilskalns ir viens no biežākajiem pilsētas viesu apskates objektiem, kas iekļauts arī Talsu pilsētas tūrisma ceļvedī. Ezers tiek izmantots arī sezonālām izklaidēm un aktivitātēm uz ūdens. Ezera krastā ir iekārtotas uzņēmuma „Pakalnu Pogas” telpas, kas piedāvā dažādas aktīvās atpūtas iespējas visā Talsu pilsētā, tostarp arī katamarānu nomu Talsu ezerā. Ezerā savu mājvietu gada siltajā sezonā ir radušas vairākas ūdensputnu sugas, piemēram, gulbji un pīles. Pēc ledus nokušanas, kopējās ainavas uzlabošanai un noskaņas radīšanai, ezerā darbojas strūklaka. Kopumā ezers tiek izmantots kā pilsētas ainavas veidotājs.

Taču Talsu ezerā ir novērotas arī negatīvas izmantošanas iezīmes un to sekas. Viena no negatīvi svarīgākajām lietām, kas būtiski ietekmē Talsu ezera ūdens kvalitāti, ir pilsētas nesakārtotā ūdens apgādes un kanalizācijas sistēma – visas pilsētas ēkas nav pieslēgtas kopējai kanalizācijas sistēmai. Līdz ar to Talsu ezera dienvidu krastā bieži ir bijušas novērojamas kanalizācijas ūdeņu noplūdes un to nonākšana ezerā. Šī problēma šobrīd tiek risināta, pieslēdzot visu pilsētu kopējam kanalizācijas tīklam, taču pagātnē tā ir atstājusi sekas uz Talsu ezeru. Kā redzams dabā un aerofoto (skat. 2. pielikumu) uzņēmumos, tad Talsu ezera dienvidu krasts ir aizaudzis ar niedrēm, kā galvenais iemesls ir tieši kanalizācijas ūdeņu ieplūde ezerā, kas veicina fosfātu koncentrāciju, kas izraisa ūdens eutrofikāciju un ūdens augu vairošanos.

Talsu ezera krastos nav ierīkotas peldvietas divu iemeslu dēļ. Pirmkārt, krasta nepieejamības dēļ. Divus metrus no ezera rietumu krasta atrodas viena no pilsētas ielām. Pārējie ezera krasti ir vai nu aizauguši, vai arī to krastā atrodas mazākas nozīmes ceļi, kurus regulāri izmanto ezera piekrastes ēkās dzīvojošie cilvēki. Kā redzams ezera batimetriskajā kartē (skat. 1. pielikumu), tad daudzviet ezera krasti zem ūdens ir ļoti stāvi un ezers strauji

kļūst dziļš. Otrs iemesls, kādēļ pilsētas iedzīvotāji ezera krastā neierīko peldvietas ir ezera ūdens kvalitāte, kas pēc peldes var izraisīt veselības problēmas, galvenokārt ādas iekaisumus.

Ezera apsekojumu laikā novērota arī ezera krastā esošo lietus kanalizācijas aku pārplūšana (skatīt 5.3. attēlu) un lietus ūdeņu novadīšana no ielas ezerā (skatīt 5.4. attēlu).



5.3. attēls. Pārplūdusi aka Talsu ezera krastā (autora foto)



5.4. attēls. Lietus ūdens novadīšana no ielas Talsu ezerā (autora foto)

SECINĀJUMI

1. Ģeogrāfiskās Informācijas Sistēmas ir labs rīks pētniecībā, lai noteiktu un precizētu ezera morfometriskos rādītājus hidroloģiskā monitoringa pilnveidošanā. Pētījums parādīja, ka Talsu ezera garums ir 0,34 km, lielākais platums – 0,12 km, vidējais platums – 0,098 km, ūdens virsmas laukums – 36000 m², krasta līnijas garums – 0,85 km, tilpums – 222944,56 m³, vidējais dziļums – 6,19 m līdzšinējo 11,6 m vietā un maksimālais dziļums – 15.9 m līdzšinējo 16.5 m, kas atrodas aptuveni 100 m uz ziemeļrietumiem no ezera vidus.

2. Talsu ezers ir glaciālas izcelsmes, kas atrodas Ziemeļkursas augstienes Vanemas pauguraines ziemeļu daļā. Pēc ūdens virsmas laukuma tas pieskaitāms pie mazajiem ezeriem, pēc vidējā un maksimālā dziļuma pie vidēji dziļiem ezeriem. Talsu ezers ir pastāvīgs mērenā klimata ezers. Pēc noteces režīma tas pieskaitāms pie mākslīgās caurteces ezeriem.

3. Analizējot ezera ūdens temperatūras mērījumu rezultātus dziļākajā vietā var secināt, Talsu ezers kā visi Latvijas ezeri ir pieskaitāms pie mēreno platumu grādu ezeriem, kur termiskajā režīmā var izšķirt četrus periodus: pavasara sasilšanu, vasaras sasilšanu, rudens atdzišanu un ziemas atdzišanu. Ezera termisko režīmu, ūdens sasilšanu un atdzišanu, nosaka ezera siltuma bilance un vertikālā ūdens apmaiņa. Visaugstākā ūdens temperatūra ezera virsējā slānī bija novērota 2009.gada augustā (24,2 °C) un zemākā temperatūra zem ledus segas 0,5 m dziļumā – 2010.gada janvārī (0,7 °C), bet sākot no 10-11 m dziļuma līdz ezera dibenam praktiski visās gada sezonās bija novērojama vienāda ūdens temperatūra – 3,4 līdz 3,9 °C.

3. No līdz šim zināmajiem morfometriskajiem rādītājiem no autora noteiktajiem atšķiras ezera maksimālais dziļums – 15.9 m līdzšinējo 16.5 m, un vidējais dziļums – līdzšinējo 11.6 m vietā 6.19 m.

4. Talsu ezeram izteikta ūdens temperatūras atšķirības vertikālā sadalījumā bija novērotas vasaras sasilšanas periodā, kad ūdens temperatūras sadalījums no homotermijas pāriet tiešajā temperatūras stratifikācijā un ezerā var izdalīt izteiktus trīs ūdens slāņus: epilimniju (virsējā ūdens slānī ar visaugstāko ūdens temperatūru); metalimniju (temperatūras lēcējslānis, kurā vērojamas krasas temperatūras izmaiņas); hipolimniju (atrodas zem lēcējslāņa, kurā ūdens temperatūra ir salīdzinoši zema).

5. Talsu ezerā novērotas arī horizontālas temperatūras atšķirības, ko izraisa vēja radītā ūdens pārvietošana ezera virspusē, piemēram, 2010.gada aprīļa mērījumi parādīja, ka ezera Z daļā ūdens temperatūra bija 8,7 °C, bet D daļā bija 10,3 °C.

6. Pētījuma laikā novērots, ka Talsu ezeram ledus sega sāka veidoties 2009. gada novembra beigās, decembra sākumā jau izveidojusies patstāvīga ledus sega, kas saglabājās līdz pat 2010. gada aprīļa sākumam.

7. Analizējot ūdens caurredzamības mērījumu rezultātus dažādās ezera vietās var secināt, ka Talsu ezerā ūdens caurredzamībai ir sezonāls raksturs. Labāka ūdens caurredzamība bija novērota oktobrī (vairāk par 1 m), kas skaidrojams ar pazemināto ūdens temperatūru, kuras laikā bija samazinājusies hidrobiontu aktivitāte. Jāsecina, ka salīdzinot 2009./2010.gadu mērījumu datus ar 2010. gadu, ūdens caurredzamība Talsu ezerā ir palielinājusies, kur gada minimālā caurredzamība sasniedz 40 cm iepriekšējo 20 cm vietā, un tas visumā liecina par ūdens kvalitātes uzlabošanos.

8. 2009./2010.gadu ķīmisko analīžu rezultāti parādīja, ka Talsu ezera ūdens atsevišķu biogēno elementu koncentrācija atbilst Latvijas vidējiem rādītājiem, taču elektrovadītspēja tuvojas Latvijas maksimumam un nitrītionu saturs ievērojami pārsniedz noteikto piesārņojuma robežu. Tas liecina par augstu ūdens mineralizācijas pakāpi un paaugstinātu slāpekli saturošu elementu klātbūtni, un pierāda komunālo notekūdeņu ieplūdi Talsu ezerā.

9. Veicot Talsu ezera ūdens kvalitātes vērtējumu, nācās secināt, ka Latvijas vides likumdošanā ūdens kvalitāte pēc biogēnajiem elementiem ir nosakāma tikai ezeriem, kas noteikti kā prioritārie zivju ūdeņi. Pēc Ministru Kabineta noteikumu Nr. 858 kritērijiem un autora veikto ūdens kvalitātes izpēti, Talsu ezers pieskaitāms pie oligohumoza ezeru tipa, tas ir sekls brūnūdens ezers ar augstu ūdens cietību un dēļ lielās antropogēnās ietekmes tas pieskaitāms pie vidējas kvalitātes ūdeņiem.

10. Talsu ezers galvenokārt tiek izmantots tūrisma un rekreācijas vajadzībām, taču tajā periodiski nonāk arī pilsētas saimniecības kanalizācijas un lietus ūdeņi kā punktveida piesārņojuma avoti un laika gaitā pasliktinājis ezera ūdens kvalitāti.

PATEICĪBAS

Pirmkārt, es vēlos pateikties savai bakalaura darba vadītājai docentei Elgai Apsītei, kas sniedza noderīgus padomus bakalaura darba izstrādes laikā, tādejādi ātri vien palīdzot atrisināt visas nelielās problēmas, kas radās darba izstrādes gaitā, un par fakultātes inventāra nodrošināšanu lauka darbu veikšanai. Vēlos arī pateikties Dr. Ilgai Kokorītei par palīdzību laboratorijas darbu veikšanā fakultātes Vides monitoringa laboratorijā.

Lielu paldies arī vēlos izteikt fakultātes pasniedzējiem Jānim Šīrem, Ingum Liepiņam un Raimondam Kasparinskim, kuri atrada laiku, lai dotos kopā ar mani uz Talsiem un sniegtu palīdzību lauka darbos. Tāpat liels paldies Jurgim Bērziņam par asistēšanu un inventāra nodrošināšanu lauka darbu izpildei, kā arī Gatim Spalvēnam, Sandim Rozentālam un Valteram Pērkonam, kuri labprāt piekrita asistēt lauka darbos.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Auniņš, A. (red.). 2010. Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. Latvijas Dabas fonds, Rīga, 320 lpp.
- Delrieu, G., Braud, I., Berne, A., Borga, M., Boudevillain, B., Fabry, F., Freer, J., Gaume, Downing, J. A., Prairie, Y. T., Cole, J. J., Duarte, C. M., Tranvik, L. J., Striegl, R. G., McDowell, W. H., Kortelainen, P., Caraco, N. F., Melack, J. M. and Middelburg, J. J. 2006. The Global Abundance and Size Distribution of Lakes, Ponds, and Impoundments, *Limnology and Oceanography*, Vol. 51, No. 5, American Society of Limnology and Oceanography, , p. 2388-2397
- Glazačeva, L. 2004. *Latvijas ezeri un ūdenskrātuves*, Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Ūdenssaimniecības un Zemes zinātniskais institūts, Jelgava, 2004, 217. lpp.
- Glazačeva, L. 1975. *Latvijas PSR enciklopēdija*, Otrs, papildināts izdevums, red. V. Pūriņš, Zinātne, Rīga, 84. – 90. lpp.
- Kļaviņš, M., Cimdiņš, P. 2004. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*, Latvijas Universitāte, Rīga, 208 lpp.
- Kļaviņš, M. 2009. *Vides piesārņojums un tā iedarbība*, LU akadēmiskais apgāds, Rīga, 198 lpp.
- Kļaviņš, M., Rodinovs, V., Kokorīte, I. 2002. *Chemistry of surface waters in Latvia*, University of Latvia, Rīga, 286 lpp.
- Kokorīte, I. 2007. Latvijas virszemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs un to ietekmējošie faktori: promocijas darbs, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte, Rīga.
- Latvijas dabas fonds, 2004. *Engures ezera dabas parka aizsardzības plāns. I daļa*. Rīga, Latvijas dabas fonds.
- Lācis, A., 2003. Sapropela izmantošanas iespējas. *Latvijas Universitātes 61. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, Ģeoloģija, Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, LU akadēmiskais apgāds.
- Leinerte, M., 1988. *Ezeri deg!*, Izdevniecība „Zinātne”, Rīga, 94. lpp.

LVĢMA 2009. *Ventas baseina apgabala apsaimniekošanas plāna vides pārskats*, Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas aģentūra, Rīga, 58 lpp.

Slaucītājs, L. *Latvijas zeme, daba, tauta. I Latvijas zeme*, Valters un Rapa, Rīga, 1937.

Tidriķis, A. 1995. Ezeri, grām. *Latvija un latvieši. Latvijas daba: enciklopēdija*, 2. sēj. Red. G. Kravacs, Preses nams, Rīga, 60. – 63. lpp.

Tidriķis, A. 1997. Talsu un apkārtnes ezeri, grām. *Latvija un latvieši. Latvijas daba: enciklopēdija*, 5. sēj. Red. G. Kravacs, Preses nams, Rīga, 198. – 199. lpp.

UN/ECE Working Group on Monitoring and Assessment 2003. *Guidelines on Monitoring and Assessment of Transboundary and International Lakes. Part B: Technical guidelines*. Finnish Environment Institute, Helsinki, 101 p.

Ūdens resursi: plānošana un apsaimniekošana pašvaldībās 2007. Rīga, Kommunale Umwelt – Aktion U.A.N., 325 lpp.

Ūdeņu plānošana – Tūrisms un atpūta 2001. [Brošūra] Valmiera, Principāls.

Wetzel, R. G., 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems*, Third Edition, Academic Press, San Diego, 985 p.

Zīverts, A. 2004. *Hidroloģija (Ievads un hidroloģiskie aprēķini). Mācību līdzeklis būvniecības, mežsaimniecības, vides un ūdenssaimniecības specialitātes studentiem*, LLU, Jelgava, 106 lpp.

Михайлов, В.Н., Добровольский, А. Д., Добролюбов, С.А., 2008. *Гидрология*, Высшая школа, Москва, 264 с.

Nepublicētie materiāli

Copes lietas, 2010. *Licencētās maksšķerēšanas vietas Latvijā*, skat. 10.04.2010.

<http://www.copeslietas.lv/site/noderigi/licencetas-maksskeresanas-vietas-latvija/>

List of lakes by area, 2010. Wikipedia, The Free Encyclopedia, skat. 05.04.2010.

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_lakes_by_area

List of lakes by depth, 2010. Wikipedia, The Free Encyclopedia, skat. 05.04.2010.

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_lakes_by_depth

Niedru pļaušana, 2004. *Engures ezera dabas parks*, skat. 04.05.2010.

<http://www.eedp.lv/public/25005.html>

Statistics Finland, 2010. Environment and Natural Resources, skat. 05.04.2010.

http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_alue_en.html

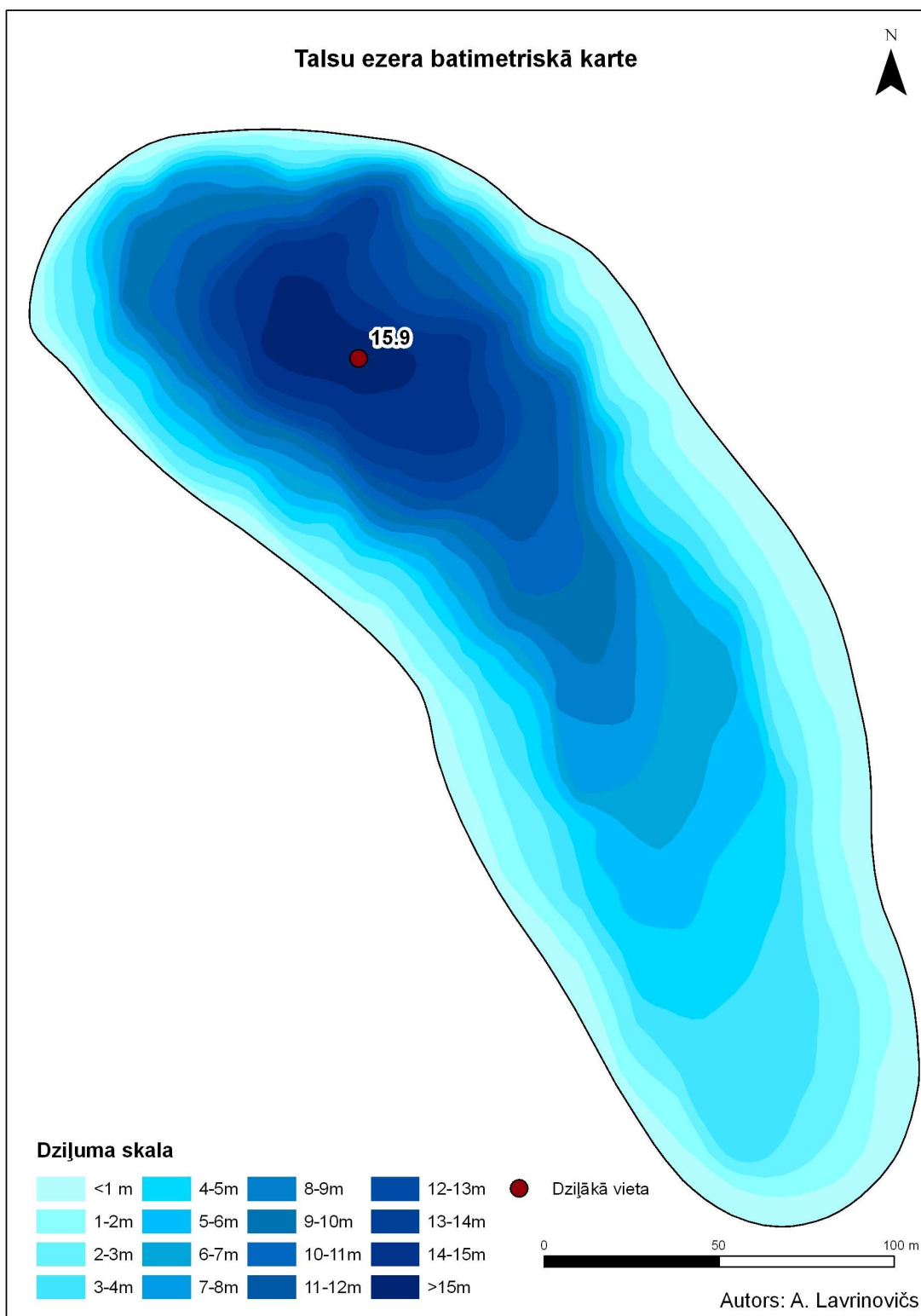
Usma SPA, 2002. *Usmas kempings*, skat. 09.04.2010.

<http://www.usma.lv/lv/services/recreation/>

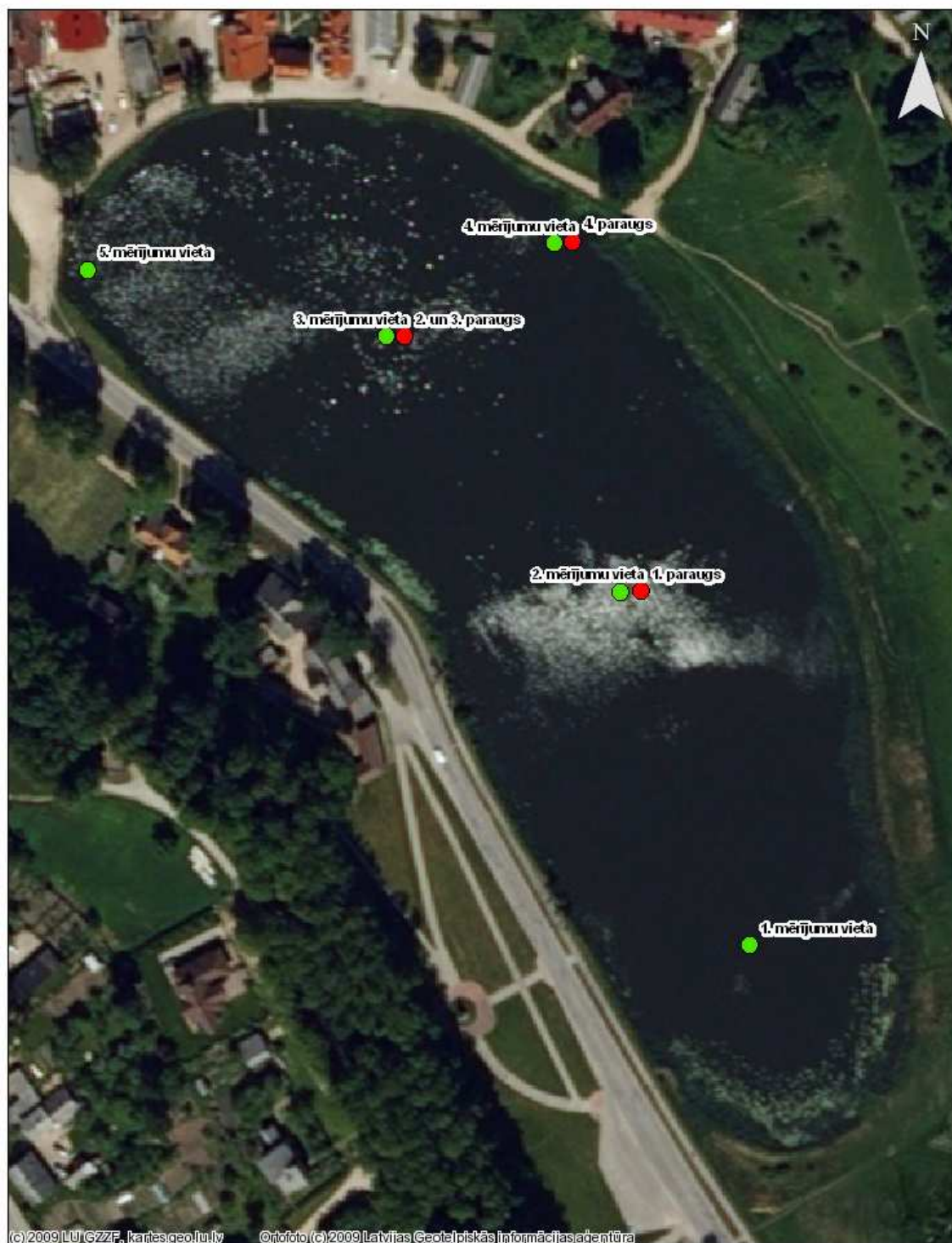
PIELIKUMI

1. *pielikums* Talsu ezera batimetriskā karte.
2. *pielikums*. Ūdens temperatūras un caurredzamības mērījumu vietu un ūdens paraugu ņemšanas vietu izvietojums.
3. *pielikums* Irbes upes sateces baseina karte.
4. *pielikums* Latvijas ezeru izvietojuma karte.
5. *pielikums* Talsu ezera hidroloģisko raksturlielumu aprēķins.
6. *pielikums* Foto no lauka darbiem Talsu ezerā 2009. gada 7. jūlijā.
7. *pielikums*. Talsu ezera ūdens temperatūras mērījumi..

1. pielikums. Talsu ezera batimetriskā karte



2. pielikums. Ūdens temperatūras un caurredzamības mērījumu vietu un ūdens paraugu ņemšanas vietu izvietojums

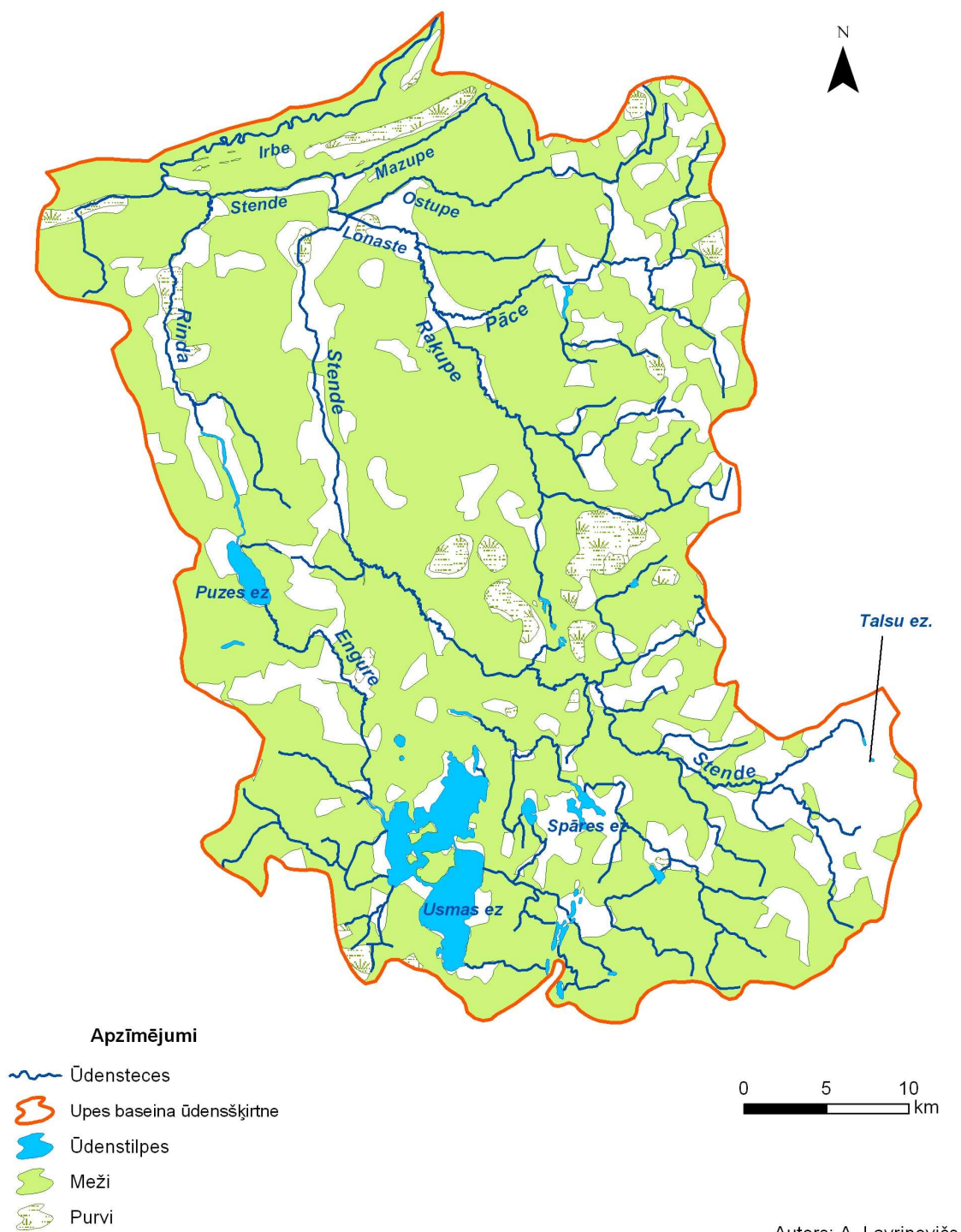


0 50 100 metri

Apzīmējumi

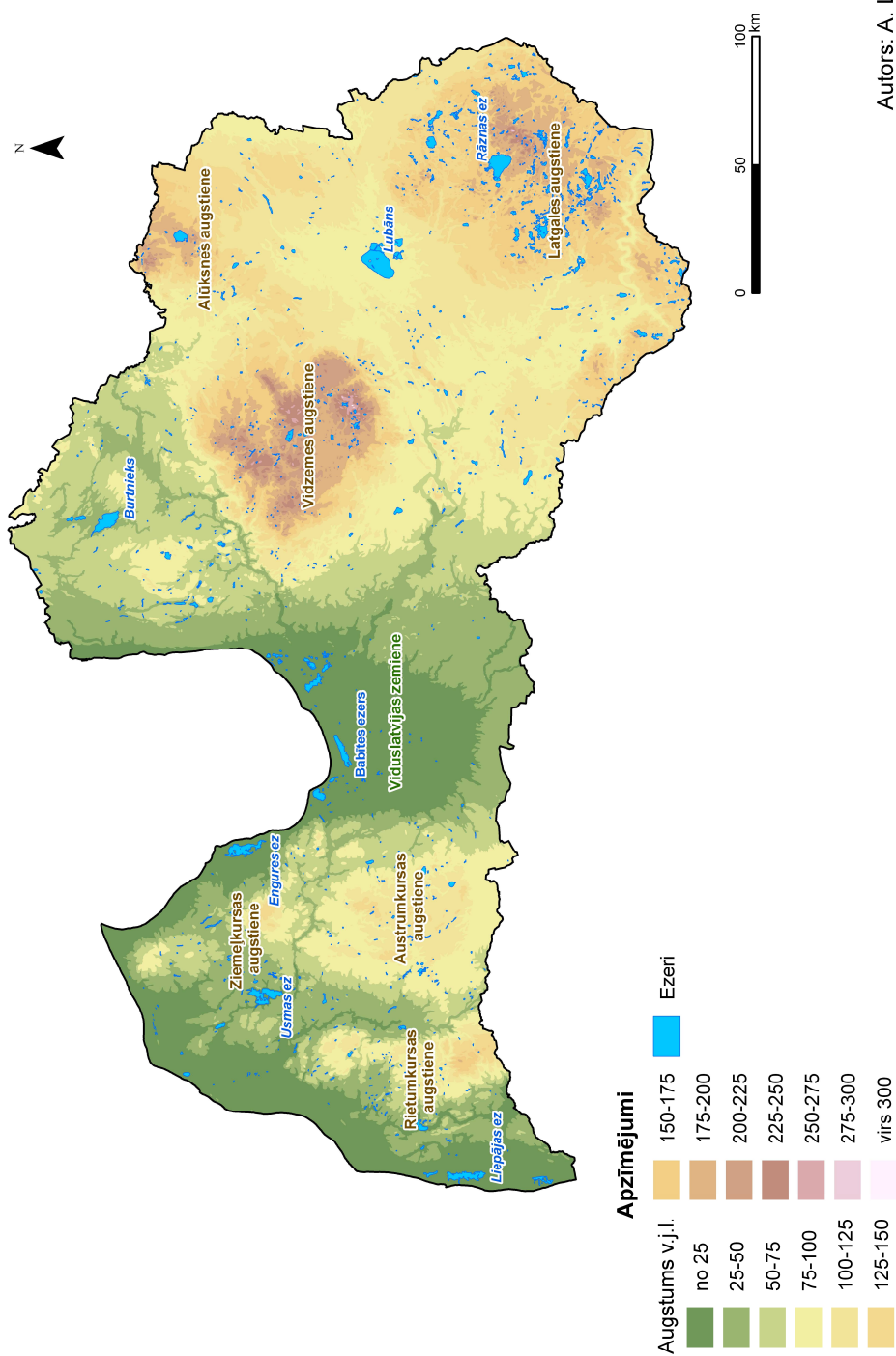
- Temperatūras un caurredzamības mērījumu vietas
- Ūdens paraugu ņemšanas vietas

3. pielikums. Irbes upes sateces baseina karte



4. pielikums. Latvijas ezeru izvietojuma karte

Latvijas ezeru izvietojums



Autors: A. Lavrinovičs

5. pielikums. Talsu ezera hidroloģisko raksturlielumu aprēķins

Ezera vidējais platums

$$P_v = f/L$$

P_v – ezera vidējais platums (m)

f – ezera virsmas laukums (km²)

L – ezera garums (km)

$$P_v = 0,036/0,369 = 0,0975 \text{ km, jeb } \mathbf{97,5 \text{ m}}$$

Ezera slāņu, ko norobežo divas izobātas, tilpums (m³)

$$V = \frac{h}{3}(f_1 + f_2 + \sqrt{f_1 f_2})$$

V – ezera tilpums (m³)

h – slāņa biezums (m)

f_1, f_2 – laukums, ko ierobežo izobātas (m²)

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{3}(36000 + 33526 + \sqrt{36000 * 33526}) = \frac{1}{3}(69526 + \sqrt{1206936000}) = \frac{1}{3}(69526 + 34740.984) = \\ &= \frac{1}{3} * 104266.984 = 34755.66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{1}{3}(33526 + 29295 + \sqrt{33526 * 29295}) = \frac{1}{3}(62821 + \sqrt{982144170}) = \frac{1}{3}(62821 + 31339.179) = \\ &= \frac{1}{3} * 94160.179 = 31386.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_3 &= \frac{1}{3}(29295 + 25614 + \sqrt{29295 * 25614}) = \frac{1}{3}(54909 + \sqrt{750362130}) = \frac{1}{3}(54909 + 27392.739) = \\ &= \frac{1}{3} * 82301.739 = 27433.91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_4 &= \frac{1}{3}(25614 + 21548 + \sqrt{25614 * 21548}) = \frac{1}{3}(47162 + \sqrt{551930472}) = \frac{1}{3}(47162 + 23493.20) = \\ &= \frac{1}{3} * 70655.20 = 23551.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_5 &= \frac{1}{3}(21548 + 18326 + \sqrt{21548 * 18326}) = \frac{1}{3}(39874 + \sqrt{394888648}) = \frac{1}{3}(39874 + 19871.805) = \\ &= \frac{1}{3} * 59745.805 = 19915.27 \end{aligned}$$

$$V_6 = \frac{1}{3}(18326 + 15583 + \sqrt{18326 * 15583}) = \frac{1}{3}(33909 + \sqrt{285574058}) = \frac{1}{3}(33909 + 16898.937) =$$

$$= \frac{1}{3} * 50807.937 = 16935.98$$

$$V_7 = \frac{1}{3}(15583 + 13287 + \sqrt{15583 * 13287}) = \frac{1}{3}(28870 + \sqrt{207051321}) = \frac{1}{3}(28870 + 14389.278) =$$

$$= \frac{1}{3} * 43259.278 = 14419.76$$

$$V_8 = \frac{1}{3}(13287 + 11534 + \sqrt{13287 * 11534}) = \frac{1}{3}(24821 + \sqrt{153252258}) = \frac{1}{3}(24821 + 12379.51) =$$

$$= \frac{1}{3} * 37200.51 = 12400.17$$

$$V_9 = \frac{1}{3}(11534 + 9864 + \sqrt{11534 * 9864}) = \frac{1}{3}(21398 + \sqrt{113771376}) = \frac{1}{3}(21398 + 10666.366) =$$

$$= \frac{1}{3} * 32064.36 = 10688.12$$

$$V_{10} = \frac{1}{3}(9864 + 8005 + \sqrt{9864 * 8005}) = \frac{1}{3}(17869 + \sqrt{78961320}) = \frac{1}{3}(17869 + 8886.018) =$$

$$= \frac{1}{3} * 26755.018 = 8918.34$$

$$V_{11} = \frac{1}{3}(8005 + 6531 + \sqrt{8005 * 6531}) = \frac{1}{3}(14536 + \sqrt{52280655}) = \frac{1}{3}(14536 + 7230.536) =$$

$$= \frac{1}{3} * 21766.536 = 7255.51$$

$$V_{12} = \frac{1}{3}(6531 + 4956 + \sqrt{6531 * 4956}) = \frac{1}{3}(11487 + \sqrt{32367636}) = \frac{1}{3}(11487 + 5689.256) =$$

$$= \frac{1}{3} * 17176.256 = 5725.42$$

$$V_{13} = \frac{1}{3}(4956 + 3900 + \sqrt{4956 * 3900}) = \frac{1}{3}(8856 + \sqrt{19328400}) = \frac{1}{3}(8856 + 4396.408) =$$

$$= \frac{1}{3} * 13252.408 = 4417.47$$

$$V_{14} = \frac{1}{3}(3900 + 2577 + \sqrt{3900 * 2577}) = \frac{1}{3}(6477 + \sqrt{10050300}) = \frac{1}{3}(6477 + 3170.221) =$$

$$= \frac{1}{3} * 9647.221 = 3215.74$$

$$V_{15} = \frac{1}{3}(2577 + 856 + \sqrt{2577 * 856}) = \frac{1}{3}(3433 + \sqrt{2205912}) = \frac{1}{3}(3433 + 1485.231) =$$

$$= \frac{1}{3} * 4918.231 = 1639.41$$

$$V_{16} = \frac{1}{3}(856 + 0 + \sqrt{856 * 0}) = \frac{1}{3}856 + 0 = \frac{1}{3} * 856 = 285.33$$

Ezera kopējais tilpums

$$V = \sum V_i$$

$$V = 34755.66 + 31386.73 + 27433.91 + 23551.73 + 19915.27 + 16935.98 + 14419.76 + 12400.17 + \\ + 10688.12 + 8918.34 + 7255.51 + 5725.42 + 4417.47 + 3215.74 + 1639.41 + 285.33 = \mathbf{222944.56} \\ (\text{m}^3)$$

Ezera vidējais dziļums

$$H_{\text{vid}} = V/f$$

H_{vid} – ezera vidējais dziļums (m)

V - ezera tilpums (m^3)

f - ezera ezera virsmas laukums (m^2)

$$H_{\text{vid}} = 222944.56 / 36000 = \mathbf{6.19 \text{ m}}$$

6. pielikums. Foto no lauka darbiem Talsu ezerā 2009. gada 7. jūlijā.



Lauka darbu uzsākšana (E. Apsītes foto)



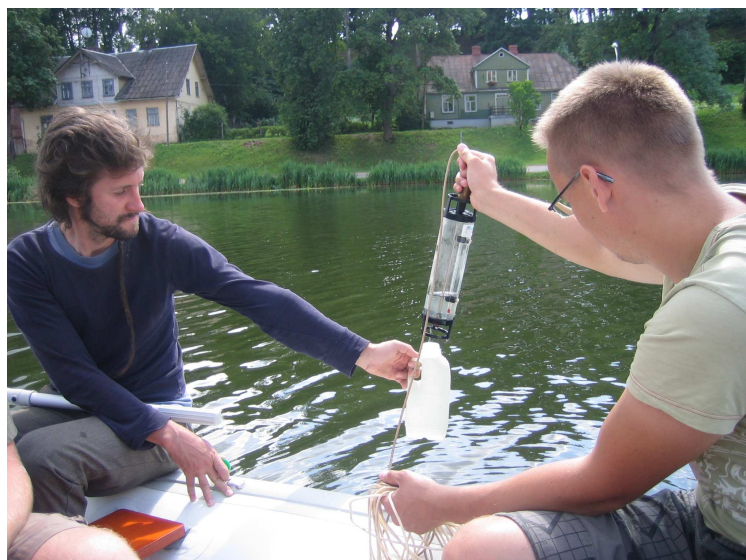
Dziļuma mērījumi ar „Garmin GPSmap 525s”
(E. Apsītes foto)



Ūdens temperatūras mērījumi (E. Apsītes foto)



Ūdens caurredzamības mērījumi (E. Apsītes foto)



Ūdens paraugu iegūšana. No kreisās: G. Spalvēns, J. Šīre. (E. Apsītes foto)



Lauka darbu noslēgums (E. Apsītes foto)

