Tallinna Ülikool
Loodus- ja terviseteaduste instituut
Ökoloogia keskus

EESTI VÄIKEJÄRVEDE BATÜMEETRILINE SEIRE 2023

Lõpparuanne



Rahastaja: Keskkonnainvesteeringute keskus

Töö teostajad: Egert Vandel
Tiit Vaasma

Tallinn 2024

1. Sissejuhatus **3**
1.1. Eesmärk ja vajadus 3
1.2. Varasemad järvede batümeetrilised tööd 5
2. Mõõdistatud järved ja metoodika **9**
2.1. Mõõdistatud järved 9
2.2. Metoodika ja tehniliste vahendite kirjeldus 22
2.3. Andmete töötlus 22
2.4. Morfomeetrilised parameetrid 24
3. Tulemused **26**
3.1. Hino järv 26
3.2. Kahala järv 32
3.3. Kaiavere järv 38
3.4. Kaisma järv 45
3.5. Kariste järv 52
3.6. Klooga järv 59
3.7. Maardu järv 66
3.8. Murati järv 72
3.9. Mäeküla järv 78
3.10. Nohipalo Valgõjärv 84
3.11. Nõuni järv 91
3.12. Raigastvere järv 97
3.13. Saadjärv 103
3.14. Veisjärv 111
3.15. Verevi järv 117
Kasutatud kirjandus **124**
LISAD **126**

1. Sissejuhatus

1.1. Eesmärk ja vajadus

Keskkonnainvesteeringute keskuse projekti "Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2023" eesmärgiks on Hino järve, Kahala järve, Kaiavere järve, Kaisma järve, Kariste järve, Klooga järve, Maardu järve, Murati järve, Mäeküla järve, Nohipalo Valgõjärve, Nõuni järve, Raigastvere järve, Saadjärve, Veisjärve ja Verevi järve batümeetriline- e sügavuskaardistamine ning leida nende järvede morfomeetriliste parameetrite väärtused. Järvede valiku kriteeriumiks oli asjaolu, et need kuuluvad maismaa seisuveekogumite nimistusse ja olid projekti taotlemise ajal halvas või kesises koondseisundis. Põhjalik ajakohastatud batümeetriline kaart annab tugeva sisendi järve seisundi hindamiseks, seisundi parandamiseks, seisundi muutuste prognoosimiseks keskkonnatingimuste muutumisel ja põhjus-tagajärje seoste tuvastamiseks. Kirjanduse põhjal leitavate ajalooliste morfomeetriliste parameetrite olemasolul viiakse töös läbi ka mõningane võrdlus projekti käigus saadud kaasaegsete andmetega.

Tehtud batümeetrilised tööd täidavad kehtiva veemajanduskava meetmeprogrammi vesikonnaülest meedet refereerimise numbriga *tabel1meede193* “Ülevaateseire tegemine vastavalt veeseireprogrammile 2022-2027”. Dokumendis “Vesikonna veeseireprogramm 2022-2027 seletuskiri” on maismaa seisuveekogumite peatükis 2.2.1. seatud üheks eesmärgiks seisuveekogumite nõgude kaardistamine: “*Maismaa seisuveekogumite keskkonnaseisundi hindamiseks on oluline tulenevalt VRDst perioodiline nõgude kaardistamine vähemalt kord 50 aasta jooksul ja selle tulemusel ka sügavuste teadmine, mis võimaldab arvutada järveosade mahtusid. Samuti on see sisendinfoks, et hinnata elupaikade sobivust, järvede seisundit ning on abiks ka sobivate seirekohtade valimisel. Seiret* (st batümeetriline seire - TLÜ täpsustus) *kavandatakse esimeses järjekorras pidevseire järvedes, võrdlustingimustele vastavates veekogumites ja veekogumites, mille seisund on kesine või halb…*”

Järvenõo morfoloogia omab tugevat mõju peaaegu kõigile järve füüsikalistele, keemilistele ja bioloogilistele parameetritele. Järvenõo kuju võib tugevalt varieeruda, mis omakorda mõjutab järvesiseseid protsesse. Järve morfoloogia kirjeldamiseks on parim vahend järve batümeetriline kaart, mille kaudu on omakorda võimalik arvutada erinevaid järve kirjeldavaid parameetreid (Wetzel, 1983). Kaasaegsed tehnoloogiad ja metoodikad võimaldavad järvede ja nende nõgude täppiskaardistamisi, mis annavad oluliselt kvaliteetsemaid ja detailsemaid tulemusi, võrreldes sadakond aastat ja isegi aastakümneid tagasi tehtud batümeetriliste mõõdistustega. Korduvmõõdistamised ehk seire võimaldab omakorda võrrelda järve arengut läbi aja, kuigi kohati võib olla see raskendatud just tulenevalt erinevatel perioodidel kasutatud mõõdistusmetoodikate erinevustest. Seega annavad kaasaegsete vahenditega loodud batümeetrilised kaardid uue oluliselt kvaliteetsema ja täpsema aluse tulevastele erinevat liiki järveseiretele. Kaasaegsete ja ajalooliste andmete kõrvutamine võimaldab võrrelda (küll mõningaste mööndustega) järve morfomeetriliste näitajate muutustest tulenevat mõju ka järvede ökosüsteemile ja selle toimimisele erinevatel ajaetappidel. Lisaks saame neid samu vahendeid kasutades mängida läbi erinevaid veetasemete tulevikustsenaariume, mis järvedega võib juhtuda, kas siis otsesest inimtegevusest tulenevalt või läbi klimaatiliste tingimuste

muutuste. Kõik see omakorda võimaldab prognoosida järve kui ökosüsteemi muutusi ja kohanemist nende tingimustega.

Töös leitavad morfomeetrilised parameetrid on:
Veepinna absoluutne kõrgus (m ümp EH2000 järgi)
Suurim pikkus (m)
Laine ajutee (m)
Suurim laius (m)
Veepeegli pindala (ha/km^2)
Saarte pindala (ha/km^2)
Kogupindala (ha/km^2)
Veekihi pindala (ha/km^2)
Suurim sügavus (m)
Keskmine sügavus (m)
Suhteline sügavus (%)
Maht (m^3)
Veekihi maht (m^3)
Kaldajoone pikkus saartega ja saarteta (km)
Kaldajoone liigendatus saartega ja saarteta
Keskmine veerukalle (kraadi)
Batümeetriline kõver

Järve veepinna kõrguse täpne fikseerimine annab võrdluspunkti tulevaste batümeetriliste seirekordade jaoks.

Mitmed eeltoodud parameetritest iseloomustavad järve suurust (pikkus, laius, pindala). Suuremad järved on rohkem avatud tuultele, mis omakorda mõjutab kallaste erosiooni, litoraali taimestikku, kihistumisrežiimi, setete resuspensiooni jne. Laine ajutee näitab pikimat vahemaad järve veepeeglil, kus lainetus saab tuule jõul energiat koguda, enne kui jõuab kaldale. Samas paljud eelnimetatud protsessidest ei sõltu vaid pelgalt järve suurusest, vaid tähtis on ka järve sügavus.

Kuigi järve maksimaalset vee sügavust on oluline teada, ei anna see adekvaatset infot kogu järve kohta. Et paremini iseloomustada tingimusi järves on oluline teada keskmist ja suhtelist sügavust. Järve keskmine sügavus iseloomustab kaudselt primaarproduktsiooni, litoraali ala ulatust ja suurtaimestiku võimalikku osakaalu (keskmiselt madalates järvedes võib kogu järve põhi olla kaetud taimestikuga, nn makrofüüdijärved) ning lainetuse võimalikku mõju setete resuspensioonile (mida madalam ja suurem järv, seda suurem mõju).

Järve suhteline sügavus (järve suurima sügavuse ja järve keskmise läbimõõdu suhe protsentides) annab eelinfot järve võimaliku kihistumisrežiimi kohta. Madalatel ja suurtel järvedel kihistumist ei teki (suhteline sügavus % on madal). Väiksematel ja sügavamatel järvedel tekib kergemini stratifikatsioon ja teatud juhtudel võib tekkida ka pidev stratifikatsioon, ehk järves ei

toimu kevadine ja sügisene segunemine kogu veesamba ulatuses ning järve põhjas võib tekkida püsiv anoksia.

Järve kaldajoone pikkus ja selle liigendatus iseloomustavad litoraalse ala rohkust järves, mida liigendatum ja pikem kaldajoon, seda rohkem litoraali ala. Võimaliku litoraali ala ulatuse iseloomustamiseks on hea parameeter ka batümeetriline kõver. Batümeetrilisel kõveral näeme mitu protsenti moodustab teatud sügavuskihi pindala kogu järve pindalast. Järvedes, kus suurem protsent kogupindalast jääb fotosünteesi esinemise sügavusvahemikku (eufootiline tsoon), on primaarproduktsioon kõrgem ning veesisene taimestik ja sealsed kooslused on rohkem levinud. Veesisese taimestiku levikut mõjutab ka järve nõo nõlvakalle. Järsematel nõlvadel veesisene taimestik kas ei kinnistu või on selle biomass väiksem. Samuti iseloomustab nõlvakalle järve settimistingimusi, kus asuvad erosiooni-, transpordi- ja akumulatsioonialad.

Järve maht on oluline esmane informatsioon järve veevahetusaja leidmiseks, mis omakorda annab võimalikku informatsiooni järve puhverdusvõime, kihistumisrežiimi ja hapnikutingimuste kohta. Järve maht mõjutab otseselt tema puhverdusvõimet võimalike saasteallikate suhtes ja omab mõju järve aastaajalisele temperatuurirežiimile: suurema mahuga (ja sügavamad) järved soojenevad kevadel ja jahtuvad sügisel aeglasemalt kui väiksema mahuga (või madalad) järved. Veekihtide mahtude järgi saab koostada ruumala kõvera, mis iseloomustab kui suur osa järve vee mahust jääb teatud sügavusvahemikku. Ruumala kõvera järgi saab omakorda hinnata veetasemete muutuste mõju järve mahule ja elupaikadele. Samuti saab hinnata näiteks järve fütoplanktoni, zooplanktoni jne biomassi kogu järves, teades nende rohkust erinevates veekihtides.

Kuigi järvede morfomeetrilised näitajad annavad väga olulist informatsiooni järve kui ökosüsteemi ja selle toimimise kohta, ei ole nendega siiski võimalik järve tervikuna iseloomustada, kuna enamus eespool kirjeldatud protsesse on tugevalt lihtsustatud ning erinevad tegurid omavad omavahelisi keerukaid seoseid. Küll aga annavad järvede morfomeetrilised näitajad olulist toetavat ja lisainformatsiooni järvede hüdrokeemilisele ja hüdrobioloogilisele seirele. Detailne batümeetriline kaart koos eelmainitud seirega annab tugeva aluse hindamaks järve seisundit ning prognoosimaks selle muutusi erinevate keskkonnatingimuste muutumisel.

1.2. Varasemad järvede batümeetrilised tööd

Eesti väikejärvede batümeetrilisi töid on meil olnud ka varasemalt. Kuigi tänu mitmetele uurimisprojektidele oleme kaardistanud palju järvi, siis siinkohal kirjeldame töid, mis on konkreetselt suunatud järvede batümeetriale ning millest üks on uus käimasolev projekt (“Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2024”). Kirjeldatavate projektide peale kokku oleme kaardistanud 45 järve ning 15 on mõõdistamisel 2024/2025 perioodil (joonis 1.2.1).



Joonis 1.2.1. Seni kaardistatud (2019-2024; punased ristid) ja kaardistamisel olevad (2024/2025; kollased täpid) järved (aluskaart X-GIS. Maa-amet).

Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2019

Aastal 2019 tellis Keskkonnaagentuur TLÜ ökoloogia keskuselt järvede batümeetrilise kaardistustöö metoodika väljatöötamise ja mõõdistused kümnel järvel: Endla järv, Kooru järv, Pühajärv, Rõuge Suurjärv, Suurlaht, Tõhela järv, Uljaste järv, Viitna Pikkjärv, Ähijärv ja Äntu Sinijärv. Selle projekti “Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2019” käigus töötasime välja optimaalseima mõõtmishalsside jaotuse viisid erineva pindala ja kujuga järvede kohta, leidsime GIS programmis *ArcMap* sobivaimad nö tööriistad ja panime paika töövoo (Vandel jt, 2020). Saadud andmete põhjal koostas Keskkonnaagentuur kaardiloo:
https://storymaps.arcgis.com/stories/b4431c3bb6af49a89abe4688aeddbc59

Eesti väikejärvede ajalooliste batümeetriliste kaartide digitaliseerimine

Projekti laiemaks eesmärgiks oli parandada Eesti väikejärvede seisundit ja majandamist (seda mõiste laiemas tähenduses). Selle üheks oluliseks eelduseks on kvaliteetne lähteandmestik ning võimalus võrrelda kaasaegset seisundit varasema situatsiooniga. Sellele aitab kaasa ajalooliste paberkandjal leiduvate Eesti väikejärvede batümeetriliste kaartide digitaliseerimine, mille kaudu saab omakorda teha arvutusi järvede kunagiste morfomeetriliste näitajate kohta. Suur hulk olemasolevaid batümeetrilisi kaarte oli selle ajani arhiivides paberkandjail.

Digiteerituna muutuvad need laiemale ringkonnale kättesaadavateks. Kuni ei ole teostatud uusi sügavusmõõdistusi tuleb aluseks võtta ajaloolised andmed.

Töö raames leiti kokku 530 Eesti väikejärvede sügavuskaarti alates 20. sajandi algusest. Nende seas oli ka kordusi ja paljud osutusid kasutuskõlbmatuks, kuna olid kas halvasti loetavad, puudusid järvede nimed, kaartidel olid valed järvede nimed, kaardi mõõtkava oli vale või järve kontuuris oli suuri ebakõlasid. Projekti raames jõuti kokku digitaliseerida 249 sügavuskaarti (215 erinevat järve). Mõne järve kohta digitaliseeriti ajalooliste muutuste tuvastamise eesmärgil kaks või rohkem kaarti. Projekti käigus digitaliseeritud ajaloolised originaalkaardid ja nende kaasajastatud versioonid koos morfomeetriliste parameetritega on leitavad siit: https://drive.google.com/drive/folders/1ihKS1IDeNzn0IzSHLsQ_0g3Zt__iIu7-?usp=sharing.

Kuna meieni jõudis rohkelt uudishimulikke päringud selle kohta, kas kaardid muutuvad kõigile kättesaadavaks ja lihtsasti kasutatavaks, loodi projekti käigus veebirakendus: https://arcg.is/1zHr99. Rakendusega oleks aga vaja rohkem tegeleda, kuna suure andmemahukuse tõttu võtab rakenduse avanemine kaua aega.

Aruanne:
https://www.tlu.ee/lti/teadusokoloogia-keskusprojektid/eesti-vaikejarvede-sugavuskaardid
Äpp: https://arcg.is/1zHr99.

Tallinna linna pinnaveesüsteemi joogiveehaardesse kuuluvate seisuveekogude veemahtude kaardistamine teadmispõhiseks veemajandamiseks ja joogivee kvaliteedi tagamiseks
Aastal 2022 viisime Keskkonnainvesteeringute Keskuse projekti raames ja AS Tallinna Vesi ning Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti tellimusel läbi Tallinna linna pinnaveesüsteemi joogiveehaardesse kuuluvate viie suurima veekogu batümeetrilised mõõtmised: kaardistatud said Ülemiste järv, Paunküla veehoidla, Soodla veehoidla, Raku järv ja Männiku järv. (Vandel ja Vaasma, 2022).
Aruanne:
https://www.tlu.ee/taxonomy/term/179/teadusokoloogia-keskusprojektid/vaikejarvede-batumeeriline-kaardistamine#tallinna-linna-pinnaveesusteemi-joogiveehaardesse-kuuluvate-seisuveekogude-veemahtude-kaardistamine-teadmispohiseks-veemajandamiseks-ja-joogivee-kvaliteedi-tagamiseks

Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2022
Aastal 2022/2023 viisime Keskkonnainvesteeringute keskuse projekti “Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2022” raames batümeetrilised mõõdistused läbi järgneval 15 veekogul: Aheru järv, Jõemõisa järv (veekogumina koos Jõemõisa Papijärvega), Kaiu järv, Karujärv, Konsu järv, Lohja järv, Meelva järv, Nigula järv, Pangodi järv, Pulli järv, Rummu järv (tehisjärv), Tamula järv, Tänavjärv, Veskijärv ja Viljandi järv. Koostati sügavuskaardid ja arvutati morfomeetrilised parameetrid

Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2024

Käesoleva aruande kirjutamise hetkel on juba käimas ka projekt “Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2024”, mille eesmärk on kaardistada ja koostada detailsed sügavuskaardid järgnevatele maismaa seisuveekogumitele: Ermistu järv, Jõksi järv, Kaarepere Pikkjärv, Karijärv, Kirikumäe järv, Kuremaa järv, Kurtna Valgejärv, Lõõdla järv, Nohipalo Mustjärv, Ruhijärv, Saare järv, Tündre järv ja Vagula järv. Projekt lõppeb 2025. a sügisel.

2. Mõõdistatud järved ja metoodika

2.1. Mõõdistatud järved

Töö käigus mõõdistati 15 Eesti väikejärve, mis kuuluvad ka veekogumite nimistusse: Hino järv, Kahala järv, Kaiavere järv, Kaisma järv, Kariste järv, Klooga järv, Maardu järv, Murati järv, Mäeküla järv, Nohipalo Valgõjärv, Nõuni järv, Raigastvere järv, Saadjärv, Veisjärv ja Verevi järv. (Tabel 2.1.1, joonis 2.1.1 ja Lisa 1). Valik hõlmas endas Eesti erinevates piirkondades paiknevaid eriilmelisi halvas või kesises koondseisundis olevaid järvi.

Tabel 2.1.1. “Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2023” raames mõõdistatud järved koos veekogumite registrikoodidega

Nimi	Registrikood
Hino järv	2155500_1
Kahala järv	2001600_1
Kaiavere järv	2057100_1
Kaisma järv	2054000_1
Kariste järv	2098500_1
Klooga järv	2005500_1
Maardu järv	2005910_1
Murati järv	2155900_1
Mäeküla järv	2099100_1
Nohipalo Valgõjärv	2129700_1
Nõuni järv	2101300_1
Raigastvere järv	2065000_1
Saadjärv	2065300_1
Veisjärv	2099400_1
Verevi järv	2093200_1



Joonis 2.1.1. “Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2023” raames mõõdistatud järvede asukohad (aluskaart X-GIS. Maa-amet).

Hino järv

Hino järv (ka Pugula järv, Henno-Pugula järv, Henno järv, Pugola järv, Suur-Pugola järv; 2155500_1; foto 2.1.1) asub Rõuge vallas Võru maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv paikneb Haanja kõrgustiku lõunaserval sandurite ja mõhnastike maastikus (Mäemets, 1968). Järv on ida-lääne suunas pikliku põhikujuga, kuid mõlemad otsad kaarduvad põhja suunda. Kaldajoon on looklev ja mitme poolsaarega. Järv on saarterohke - 7 saart. Väljavool toimub idaosa kraavi kaudu Mustjärve, mis on enne veetasemete alandamisi olnud osa Hino järvest (Mäemets, 1968). Valdavalt liivased põhja- ja lõunakaare kaldad on järsud, mujal lauged, mis läänes ka soised. Kaldad on metsased, taamal mitmel pool põllumad. Hino järv asub samanimelisel maastikukaitsealal. Limnoloogiline tüüp on järvel oligotroofne ja elupaigatüübilt kuulub liiva-alade vähetoiteliste järvede (3110) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.1. Vaade Hino järvele selle läänepoolseimast otsast.
Foto: Tiit Vaasma, 02.10.2023.

Kahala järv

Kahala järv (2001600_1; foto 2.1.2) asub Kuusalu vallas Harju maakonnas (joonis 2.1.1). See algselt laguunina Antsüluse staadiumil eraldunud järv, mille nõo teke on arvatavasti seotud jääajaeelsete karstinähtustega (Mäemets, 1968), paikneb Harju lavamaa kirdenurgas. Järv on ümara kujuga. Kaldad on madalad ja enamasti niisked, kirdes kuivemad ning kivised, kus leidub ka rändrahne. Järve sisse- ja väljavoole on umbes 1960ndatel põhjalikult muudetud ja nii on kunagine sissevool kagust Vainu ojast osaliselt suunatud toru kaudu järvest mööda Oldojja (Vainu oja enam ei eksisteeri, so nüüd ka Oldoja nimega). Järv jääb Lahemaa rahvuspargi territooriumile. Limnoloogiline tüüp on Kahala järvel makrofüüdijärv ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.2. Kahala järv. Foto: Tiit Vaasma, 01.05.2024.

Kaiavere järv

Kaiavere järv (2057100_1; foto 2.1.3) asub Tartu vallas Tartu maakonnas, Vooremaa maastikukaitsealal (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv, mille nõgu on tekkinud mandrijää künde tegevusel, paikneb Vooremaa idaosas, kuulub Saadjärve järvederühma (Mäemets, 1968). Loode-kagusuunalise pikliku kujuga järvest edelasse jääb sama orientatsiooniga Kaiavere voor, mille liivased ja kruusased veerud ulatuvad järve kaldani. Loode-, põhja-, kirde- ja idakaldad on madalad ja soised. Järve ümbritseb kõikjal mets, va edelas ja lõunas, kus paiknevad mõned majapidamised, mille hooldatud õuealad ulatuvad järveni. Kaldaveetaimestikku ja ujulehtedega taimestikku (peamiselt pilliroog, kaisel ning vesiroos ja -kupp) kasvab pea kõikjal (va üksikud kitsamad puhastatud eramaaga piirnevad alad edelas, üks neist on ka Vudila mängumaa kaldaala) ning moodustab tihti mitmekümne meetri laiuseid alasid, mis kirdes on isegi u 150 m lai. Järve suubuvad põhjast, kirdest ja idast mitmed kraavid. Järve läbib Amme jõgi. Limnoloogiline tüüp on Kaiavere järvel karedaveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.3. Vaade kevadõhtul Kaiavere järvele lõunaotsast st Vudila mängumaalt.
Foto: Tiit Vaasma, 03.06.2024.

Kaisma järv

Kaisma järv (ka Kaisma Suurjärv; 2054000_1; foto 2.1.4) asub Põhja-Pärnumaa vallas Pärnu maakonnas (joonis 2.1.1). See Joldia mere staadiumil merest vabanenud järvenõgu (Mäemets, 1968) paikneb Lääne-Eesti rannikumadaliku idapoolses osas. Järve kaldajoon on looklev. Kaldad on madalad ja metsased. Idakaldal asub üks majapidamine, turismibaas ja avalik suplusala. Ümber järve on matkarada. Järv on madal ja seetõttu leidub laialdaselt taimestunud alasid, mis on moodustanud ka väiksemaid saarekesi või ujuvsaari - need pakuvad omakorda pesitsus- ja toitumispaiku lindudele ning sellest tulenevalt on järv linduderohke. Järvepõhjas leidub ohtralt rahnusi, millest suur osa olevat kolhoosiaegu traktoritega kokku lükatud idapoolse kalda lähedale (kohaliku kodaniku suulised andmed). Järve suubuvad idast mitmeid kraavid ja

väljavool toimub Enge jõe kaudu edelanurgast. Järv asub Kaisma hoiualal. Limnoloogiline tüüp on Kaisma järvel karedaveeline miksotroofne ja elupaigatüübilt kuulub vähe- kuni kesktoiteliste kalgiveeliste järvede (3140) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.4. Vaade Kaisma järvel läände. Foto: Tiit Vaasma, 15.05.2024.

Kariste järv

Kariste järv (ka Vana-Kariste järv, Väike Kariste järv, Suur Kariste järv; 2098500_1; foto 2.1.5) asub Mulgi vallas Viljandi maakonnas (joonis 2.1.1). See orujärv paikneb Halliste jõe ürgorus Sakala kõrgustiku edelanõlval (Mäemets, 1968). Järv on kagu-loodesuunaline ja koosneb kahest, kitsa kaelaga ühendatud osast: kagus asub Suurjärv ning loodes Väikejärv. Järv on tugeva läbivooluga, sest seda läbib Halliste jõgi. Ida, lõuna ja läänekaldad on madalad ja metsased. Põhjas ja kirdes ulatuvad kõrged ürgoru veerud üsna järve lähedale. Kaldajoon on keerukas ning mitme poolsaarega. Järves on kaks saart. Limnoloogiline tüüp on Kariste järvel karedaveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.5. Vaade Kariste järve põhjakaldale kunagiste Vana-Kariste mõisa tootmishoonete suunas. Foto: Tiit Vaasma, 25.09.2023.

Klooga järv

Klooga järv (ka Lodijärv; 2005500_1; foto 2.1.6) asub Lääne-Harju vallas Harju maakonnas (joonis 2.1.1). See rannikujärvena Litoriina staadiumi lõpus eraldunud järv (Mäemets, 1968) paikneb Harju lavamaa lääneosas. Järvest põhja poole jääb luiteahelik, idas ulatub järveni aluspõhjaline kõrgendik, lõuna-, loode- ja läänesuunas ümbritseb järve raba, kus paikneb ka sõjaline Klooga harjutusväli. Klooga järv on põhja-lõunasuunalise orientatsiooniga pikliku kujuga järv, millest põhjapoolsem osa on laiem. Väljavool toimub järve lõunaotsast Vasalemma jõkke. Põhjakaldal on liivase põhjaga suplusala. Idakaldal on endise Klooga mõisa varemetes hooned ja Nõukogude sõjaväebaasi rajatised. Läänekallas on küllaltki sopiline. Järves leidub rohkelt rahne, millest paljud on koondunud (või mõisnike algatusel tahtlikult koondatud?) endise mõisa ja järve pikitelje vahelisele alale. Limnoloogiline tüüp on Klooga järvel karedaveeline miksotroofne ja elupaigatüübilt kuulub vähe- kuni kesktoiteliste kalgiveeliste järvede (3140) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.6. Vaade Klooga järvel lõunasse. Foto: Tiit Vaasma, 10.04.2024.

Maardu järv

Maardu järv (varasemalt ka Liivakandi järv; 2005910_1; foto 2.1.7) asub Maardu linna territooriumil Harju maakonnas (joonis 2.1.1). See arvatavasti algselt laguunina Antsüluse staadiumil eraldunud järv (Mäemets, 1968) paikneb Harju lavamaa põhjaosas. Järvest põhja poole jääb liivast-kruusast rannavall ja Tallinn-Narva maantee. Kaldad on madalad ja niisked. Järve põhjaosas esineb ulatuslikult ja lõunapool paiguti liivaseid-kruusaseid kaldaid, kus on rajatud ka suplusalasid. Järv on ümara kujuga. Sissevool järve on lõunast kraavi kaudu ja väljavool põhjast Kroodi ojja, mille kaudu järv kas aastal 1893 või 1894 ka tühjaks lasti ning seejärel oli kuni 1939. aastani järve kohal tüma heinamaa (Tõnisson, 2014). Limnoloogiline tüüp on Maardu järvel makrofüüdijärv ja elupaigatüübilt kuulub vähe- kuni kesktoiteliste kalgiveeliste järvede (3140) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.7. Vaade Maardu järvel Tallinna suunas. Foto: Tiit Vaasma, 16.04.2024.

Murati järv

Murati järv (2155900_1; foto 2.1.8) asub Rõuge vallas Võru maakonnas (joonis 2.1.1), mille edelaots ulatub Läti territooriumile. See glatsiaalse tekkega järv paikneb Haanja kõrgustiku lõunaserval künklikus moreen- ja sandurmaastikus (Mäemets, 1968). Järv on kirde-edala suunas pikliku põhikujuga. Kaldajoon on looklev ja mitme väiksema poolsaarega. Kaldad on pigem kõrged ja liivased, kuid edelas ja mõnel pool veel madalad ja soised. Kõrge idakalda taga asub Murati soo. Läbivool toimub Vaidva jõe kaudu, mis suubub järve põhjaotsast (kannab seal nime Kuura jõgi) ja väljub lõunast. Limnoloogiline tüüp on Murati järvel karedaveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.8. Vaade Murati järvel lõunasse. Foto: Tiit Vaasma, 20.09.2023.

Mäeküla järv

Mäeküla järv (ka Sambla järv; 2099100_1; foto 2.1.9) asub Mulgi vallas Viljandi maakonnas (joonis 2.1.1). See vanas orus paiknev järv jääb Sakala kõrgustiku keskossa (Mäemets, 1968). Põhja-lõunasuunas pikliku põhikujuga järve kaldad on lauged ja liivased või soostunud. Põhja- ja lõunaots on järvel soostunud, kust toimub ka ojade kaudu järve sissevool. Idas paikneb kõrge vallseljak, läänepoolne ala on aga madal. Väljavool järvest toimub Vidva oja kaudu loodesse. Järv asub Muti maastikukaitsealal. Ligipääs järvele on seda ümbritsevate eramaade tõttu raskendatud. Limnoloogiline tüüp on Mäeküla järvel karedaveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.9. Vaade Mäeküla järvel põhjakaarde. Foto: Tiit Vaasma, 26.09.2023.

Nohipalo Valgõjärv

Veekoguna nimeks Valgõjärv ehk Nohipalo Valgõjärv (ka Nohipalo Valgejärv, Nohipalu Valgejärv, Valgjärv, Valgejärv; 2129700_1; foto 2.1.10) asub Räpina vallas Põlva maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv paikneb Palumaal metsarikkas sandurmaastikus (Mäemets, 1968). Tegemist on selle uuringu pindalalt väikseima ja ainsa umbjärvega. Kaldad on lauged, kirdeosas liivased, mitmel pool esineb õõtsikut. Taamal kerkivad mitmed kõrgemad mõhnad. Järv asub Meenikunno looduskaitsealal. Limnoloogiline tüüp on Valgõjärvel oligotroofne ja elupaigatüübilt kuulub liiva-alade vähetoiteliste järvede (3110) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.10. Vaade Nohipalo Valgõjärvele idakaldalt. Foto: Tiit Vaasma, 20.09.2023.

Nõuni järv

Nõuni järv (2101300_1; foto 2.1.11) asub Otepää vallas Valga maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv paikneb Otepää kõrgustiku põhjaosa künklikus moreenmaastikus (Mäemets, 1986). Sopilise järve kaldad on mitmel pool järsud ja ka kõrged. Nii põhja- kui ka lõunaosa kaldad on madalad ja niisked. Järve ümbritseval maastikul on rohkelt majapidamisi ning veele ulatub palju paadisildu. Põhi on kalda lähedal liivane. Kirdeosas on purdega piiritletud ujumisala. Läbivool on järvel nõrk. Järv jääb Otepää looduspargi põhjaotsa. Limnoloogiline tüüp on Nõuni järvel karedaveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.11. Vaade Nõuni järvel lõuna suunas. Foto: Tiit Vaasma, 06.05.2024.

Raigastvere järv

Raigastvere järv (2065000_1; foto 2.1.12) asub Tartu vallas Tartu maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv, mille nõgu on tekkinud mandrijää künde ja arvatavasti ka mandrijää sulamise vete uuristaval tegevusel, paikneb Vooremaa keskosas, kuulub Saadjärve järvederühma (Mäemets, 1968). Loode-kagusuunalise kitsa pikliku kujuga järve ümbruses on sama orientatsiooniga suurvoored: läänes Raigatsvere ja kirdes Praaklima voor - mõlema järsud liivased ja kruusased veerud ulatuvad järve kaldani. Järve loode- ja kaguots on soised. Põhjakaare poolne osa on metsane, mujal ulatuvad põllumaad ja hoovid järveni või on eraldatud sellest kitsa puuderibaga. Läbivool toimub Nava oja kaudu, mis suubub järve selle keskosa idakaldalt ja väljub kagunurgast Elistvere järve suunas. Järv asub Vooremaa maastikukaitsealal. Limnoloogiline tüüp on Raigastvere järvel karedaveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.12. Vaade Raigastvere järvele samanimelise voore vaatetornist.
Foto: Tiit Vaasma, 17.10.2023.

Saadjärv

Saadjärv (2065300_1; foto 2.1.13) asub Tartu vallas Tartu maakonnas, Vooremaa maastikukaitsealal. (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv, mille nõgu on tekkinud mandrijää künde ja arvatavasti ka mandrijää sulamise vete uuristaval tegevusel, paikneb Vooremaa lõunaosas, ja kuulub Saadjärve järvederühma (Mäemets, 1968). See on Eesti ainus järv, mis kuulub kümne nii sügavaima kui ka suurima järve hulka (edetabel võib aga aja jooksul uute mõõtmistega muutuda). Järv koosneb tinglikult kahest osast: kagupoolne Suurjärv ja loodepoolne Tabivere e Voldijärv. Loode-kagusuunalise pikliku põhikujuga järve ümbruses on sama orientatsiooniga suurvoored: idakaares Saadjärve, lõunas Kukulinna ja läänekaares Sootaga voor - kohati ulatuvad nende järsud liivased ja kruusased veerud järve kaldani. Põhjakaares on veel voorjaid kõrgendikke. Kuigi enamasti ulatuvad voorte veerud järveni, siis mitmel pool (eriti Tabivere järves) on järve ääres soostunud niidu või võsa riba ning esineb õõtsikut. Põhjakaare poolne osa on metsane, mujal ulatuvad põllumaad ja hoovid järveni või on eraldatud sellest kitsa puuderibaga. Läbivool on nõrk. Limnoloogiline tüüp on Saadjärvel karedaveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub vähe- kuni kesktoiteliste mõõdukalt kareda veega järved (3130) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.13. Vaade Saadjärvel kirdesse. Fotol on ka sügavusmõõdistusteks kasutatav sonar *Hydrosurveyor M9.* Foto: Tiit Vaasma, 13.09.2023.

Veisjärv

Veisjärv (ka Veisejärv; 2099400_1; foto 2.1.14) asub Viljandi vallas Viljandi maakonnas, Rubina looduskaitsealal. (joonis 2.1.1). See arvatavasti Pleistotseeni lõpus eksisteerinud ulatuslikumas jääpaisjärve nõos asuv järv paikneb Sakala kõrgustiku keskosas (Mäemets, 1968). Põhjaloode-lõunakagu suunaliselt ovaalsest järvest ida poole jääb lainjas moreenmaastik, kus järve kaldad on enamasti liivased ja kruusased. Muudes ilmakaartes on kaldad mudased või turbased. Järvest lõunakaarde jääb ulatuslikum Rubine soo (Tõrussoo). Läänes, põhjas ja idas asuvad põllud, mis üldjuhul on järvest eraldatud kitsa puudevööndi või soostunud ribaga, kuid ulatudes idas peaaegu järve kaldale. Väljavool järvest toimub kraavi kaudu, mida peetakse ka Õisu jõe lähteks, kuna looduslik väljavool on kinni kasvanud. Limnoloogiline tüüp on Veisjärvel karedaveeline miksotroofne ja elupaigatüübilt kuulub järv vähe- kuni kesktoiteliste kalgiveeliste järvede (3140) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.14. Vaade Veisjärvele idakaldalt. Foto: Tiit Vaasma, 29.08.2023.

Verevi järv

Verevi järv (ka Elva järv; 2093200_1; foto 2.1.15) asub Elva vallas Tartu maakonnas Elva-Peedu metsapargis. (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv paikneb keeruka reljeefiga Elva orundis (Mäemets, 1968) Ugandi lavamaal. Põhja-lõuna suunas pikliku kujuga järve põhjapoolsem osa on kitsas - kohati 10-20 m lai. Ida- ja lõunakallas on järsk ja kõrge, mujal madalad. Idakaldal on mõned majapidamised. Kagus on avalik Elva linna suplusala (liivase põhjaga) purde ja vettehüppetorniga ning muu taristuga. Läänekallas on metsane. Põhjaosas on kaldad soostunud. Limnoloogiline tüüp on Verevi järvel hüpertroofne, kuid elupaigatüüpi ei ole talle määratud (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.15. Vaade Verevi järvel selle idakaldale. Foto: Tiit Vaasma, 06.05.2024.

2.2. Metoodika ja tehniliste vahendite kirjeldus

Mõõdistusi ja vaatlusi teostati kummipaadist 2023. a sügisel ja 2024. a kevadel. Sügavusmõõdistused tehti paadi külge haagitud *Hydrosurveyor M9* viiekiirelise sonariga (nähatav tiitellehel), mis igal mõõtmishetkel mõõdab sügavust viiest erinevast pinnapunktist. Aparaat on varustatud sisseehitatud GPS seadmega, mis fikseerib automaatselt mõõdistuspunktide asukohad.

Mõõdistused viidi veekogudel läbi piki- ja ristiprofiilidel vahemaadega 30 kuni 120 meetrit. Lisaks mõõdistati ka kaldajoone äärsete alade (ka saartel) sügavused. Keerukamates kohtades, näiteks sügavikel ja madalatel, sooritati lisa- ehk täpsustavaid mõõdistusi. Järvede veesamba füüsikalisi parameetreid (temperatuur, elektrijuhtivus, heli levimiskiirus) mõõdeti seadmega *CastAway CTD*, mis võimaldab automaatselt viia sonari andmetesse heli levimiskiiruse parandi. Töös on temperatuurikõverad esitatud vaid juhul kui veesammas ei olnud segunenud. Mõõdistuspäevadel määrati järvede veetasemete absoluutkõrgus diferentsiaal GPS-iga *Leica GS09*.

2.3. Andmete töötlus

Välitöödel *CastAway*-ga mõõdetud veesamba parameetrite andmed sisestati programmi *HydroSurveyor*, kus automaatselt viidi mõõdetud sügavusandmetele sisse heli levimiskiiruse parand. Parandiga andmetest eemaldati võimalikud mõõtmisvead ja anomaaliad ning viidi programmi *ArcMap 10.8*. Puhastatud andmed olid sisendiks hilisemaks sügavuskaartide interpoleerimiseks.

Sügavuskaartide interpoleerimiseks oli vaja ka järvede kaldajoonte kontuure ehk samakõrgusjooni, kus vee sügavusele omistati väärtus null ning mille suhtes toimus sügavusväärtuste arvutamine. Kuna sügavusandmete interpoleerimiseks peab järve kaldajoon vastama konkreetsele absoluutkõrgusele, ei oleks olnud korrektne kasutada põhikaardil (Eesti Topograafilises Andmekogus) olevaid järvede kontuure. Seetõttu kasutati kaldajoonte kontuuride leidmiseks Maa-ameti geoportaalist allalaetud 1x1 m resolutsiooniga geotiff-formaadis kõrgusmudelit. Kõrgusmudelile modelleeriti *ArcMap*-is 1 cm vahega samakõgusjooned ning valiti välja madalaim (välitöödel esineva veekogu veetasemele lähedane) kõrgusjoon, mis moodustas ümber järve tervikliku isojoone. Eeldatavalt kajastab leitud isojoon järve kaldajoont ja veetaset LiDAR mõõtmiste hetkel. Juhul, kui ühte terviklikku kõrgusjoont järve ümber ei leitud (või jäi esimene terviklik joon liiga kõrgele), võeti aluseks ka põhikaart, ortofotod ning välitöödel nähtu, et joonistada välja järve kaldajoon. Antud lähenemist tuli peamiselt kasutada suurtel, madalatel, laugete kallastega aladel, kus järve kalda moodustasid tihedad pillirooalad ja soovikud. Sellistel juhtudel joonistusid samad kõrguse isojooned nii eelnimetatud märgalade veepoolsesse kui ka maismaa poolsesse külge ning järve kaldajoone kontuuri joonistamisel otsustati parema lahenduse puudumisel lähtuda põhikaardil olevast vaba vee piirist ja välitööl nähtud reaalsest olukorrast. Kaldajoonele anti kõrgusväärtus samuti kõrgusmudeli järgi, kasutades selleks varasemalt valitud isojoone kõrgusväärtust. Kõrgusmudelilt tuletatud järvede kaldajoonte kõrgused on ka nende järvede veepinna kõrguseks (m ümp) sügavuskaartidel, mille suhtes arvutati välja morfomeetrilised parameetrid. Järvedes, kus leidus saari, leiti saartele kaldajooned sarnasel meetodil ja neile anti sama kõrgusväärtus kui kaldajoonele. Enamasti oli veekogudel (va Veisjärv) välitöödel mõõdetud veetase madalam kui järvele tekitatud kaldajoone kõrgus. Kõrguste vahe liideti välitöödel mõõdetud sügavusandmetele juurde, et sügavusandmed lähtuks järve kaldajoone veetaseme kõrgusest (veepinna kõrgusest). Kõik absoluutkõrgused (m ümp) on töös esitatud kõrgussüsteemis EH2000, kui ei ole märgitud teisiti.

Sügavusandmete interpoleerimine sügavuskaardiks viidi läbi programmiga *ArcMap 10.8* kasutades tööriista “Topo to Raster”. Lähteandmetena kasutati välitöödelt sonariga kogutud absoluutkõrgusele teisendatud sügavusandmeid ja kaldajoonele ning saarte kaldajoontele 0,5 meetri tihedusega tekitatud absoluutkõrgusandmetega punkte. Tihedast alusandmestikust tuleneva juhusliku müra silumiseks oli interpoleerimise väljundiks 3x3 meetrise resolutsiooniga raster, mis seejärel konverteeriti 1x1 meetrise resolutsiooniga rastriks. Selle rastri iga piksli kohale tekitati punkt ning saadud 1 m tihedusega kõrguspunktide kiht eksporditi tekstifailiks. Väljastatud punktandmed omasid kolme ruumilist väärtust: asukoha koordinaadid X ja Y (*Estonia 1997 Lambert Conformal Conic* koordinaatsüsteemis) ning Z (kõrgus merepinnast, m). Samuti loodi 1x1 meetriselt rasterkihilt samasügavusjooned iga sügavusmeetri tagant, alustades järve veepinna kõrgusest.

2.4. Morfomeetrilised parameetrid

Järvede morfomeetrilised parameetrid saadi läbi andmete töötluse ja arvutuste programmis *ArcMap 10.8.*

Veepinna kõrgus (m ümp kõrgussüsteemis EH2000) - veepinna kõrgus, ehk järvede veetase tuletati Maa-ameti geoportaalis oleva 1x1 m resolutsiooniga maapinna kõrgusmudeli andmetest. Veepinna kõrguseks valiti madalaim samakõrgusjoon, mis joonistus ümber järvenõo.

Suurim pikkus (m) - kahe teineteisest kõige kaugema kaldajoone punkti vaheline kaugus linnulennult (punktide vahelisele joonele võib jääda nii saari kui ka maismaad). Orujärvedel, nagu Viljandi ja Meelva järv, on suurim pikkus mõõdetud mööda veepinna kesktelge, kuna pika kuid käänulise järve korral võib esimesena kirjeldatud meetodi põhiselt saada väga eksitava väärtuse (väikse). Kuigi Jõemõisa veekogum ei kuulu orujärvede alla, sai ka selle pikkus mõõdetud orujärvedega sarnaselt, kuna kaks veekogumi osa paiknevad kaarjalt (tekkinud on peaaegu 90 kraadine nurk). Mõõtmised tehti *ArcMap*-is järve polügoonilt käsitsi.

Laine ajutee (m) - suurim sirgjooneline distants järve veepeeglil, mille teele ei jää saari ega maismaad. Mõõtmised tehti *ArcMap*-is järve polügoonilt käsitsi.

Suurim laius (m) - kahe teineteisest kõige kaugema kaldajoone punkti vaheline kaugus linnulennult (punktide vahelisele joonele võib jääda nii saari kui ka maismaad), mis on ristiteljel järve suurima pikkuse joonega. Mõõtmised tehti *ArcMap*-is järve polügoonilt käsitsi.

Veepeegli pindala (ha/km^2) - järve kogupindala ja saarte pindala vahe. Pindala leiti *ArcMap*-is järve polügoonilt, millest lahutati maha saarte polügooni pindala.

Saarte pindala (ha/km^2) - järves asuvate saarte pindala. Pindalad leiti *ArcMap*-is saarte polügoonidelt.

Kogupindala (ha/km^2) - järve ümbritseva kaldajoonega piiratud ala pindala. Pindala leiti *ArcMap*-is järve polügoonilt.

Veekihi pindala (ha/km^2) - järve horisontaalsete veekihtide pindalad ühe meetrise sammuga alustades järve veetasemest (veepinna kõrgus). Pindalad leiti *ArcMap*-is interpoleerimise tulemusena saadud rasterkihilt kasutades tööriista “Surface Volume”.

Suurim sügavus (m) - suurim kajaloodiga mõõdetud sügavus, millele on lisatud Maa-ameti 1x1 m resolutsiooniga maapinna kõrgusmudelilt (DEM) tuletatud kaldajoone kõrgusväärtuse ja välitöödel mõõdetud tulemuse vahe.

Keskmine sügavus (m) - järve mahu ja veepeegli pindala jagatis.

Suhteline sügavus (%) - parameeter, mis näitab mitu protsenti moodustab järve suurim sügavus järve keskmisest läbimõõdust.

Maht (m^3) - järvenõgu täitva veemassi maht. Maht leiti *ArcMap*-is interpoleerimise tulemusena saadud rasterkihilt kasutades tööriista “Surface Volume”.

Veekihi maht (m^3) - järve horisontaalsete veekihtide mahud ühe meetriste vahemikena alustades järve veetasemest (veepinna kõrgus). Mahud leiti *ArcMap*-is interpoleerimise tulemusena saadud rasterkihilt kasutades tööriista “Surface Volume”.

Kaldajoone pikkus saarteta (km) - järve ümbritseva kaldajoone pikkus veepinna kõrguse juures, mis on tuletatud Maa-ameti geoportaalis oleva 1x1 m resolutsiooniga maapinna kõrgusmudeli andmetest. Kaldajoone pikkus leiti *ArcMap*-is järve polügooni ümbermõõduna.

Saarte kaldajoone pikkus (km) - saari ümbritseva kaldajoone pikkus veepinna kõrguse juures, mis on tuletatud Maa-ameti geoportaalis oleva 1x1 m resolutsiooniga maapinna kõrgusmudeli andmetest. Saarte kaldajoone pikkus leiti *ArcMap*-is saarte polügooni ümbermõõduna.

Kogu kaldajoone pikkus (km) - nii järve ümbritseva kaldajoone (väärtus: Kaldajoone pikkus saarteta) kui ka saarte kaldajoone (väärtus: Saarte kaldajoone pikkus) summa.

Kaldajoone liigendatus saarteta - järve saarteta kaldajoone pikkuse ja järve veepeegli pindalaga sama pindala omava ringi ümbermõõdu suhe.

Kaldajoone liigendatus saartega - järve kogu kaldajoone pikkuse ja järve veepeegli pindalaga sama pindala omava ringi ümbermõõdu suhe.

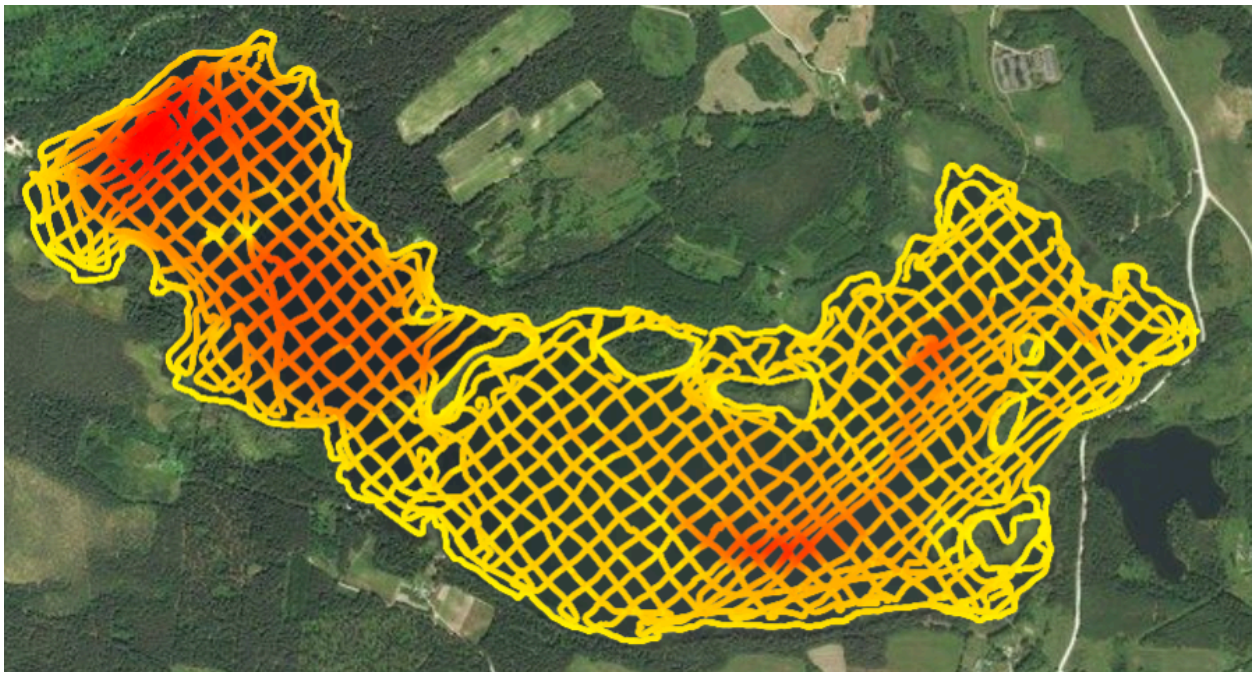
Keskmine veerukalle (kraadi) - leiti *ArcMap*-is interpoleerimise tulemusena saadud rasterkihilt, kasutades tööriista “Slope”.

Batümeetriline kõver - veekogu erineva sügavusega osade jagunemine pindala suhtes. Arvutatakse veekihtide pindalade ja kogu järve veepeegli pindala suhete kaudu. Veekihtide pindalad leiti *ArcMap*-is interpoleerimise tulemusena saadud rasterkihilt kasutades tööriista “Surface Volume”.

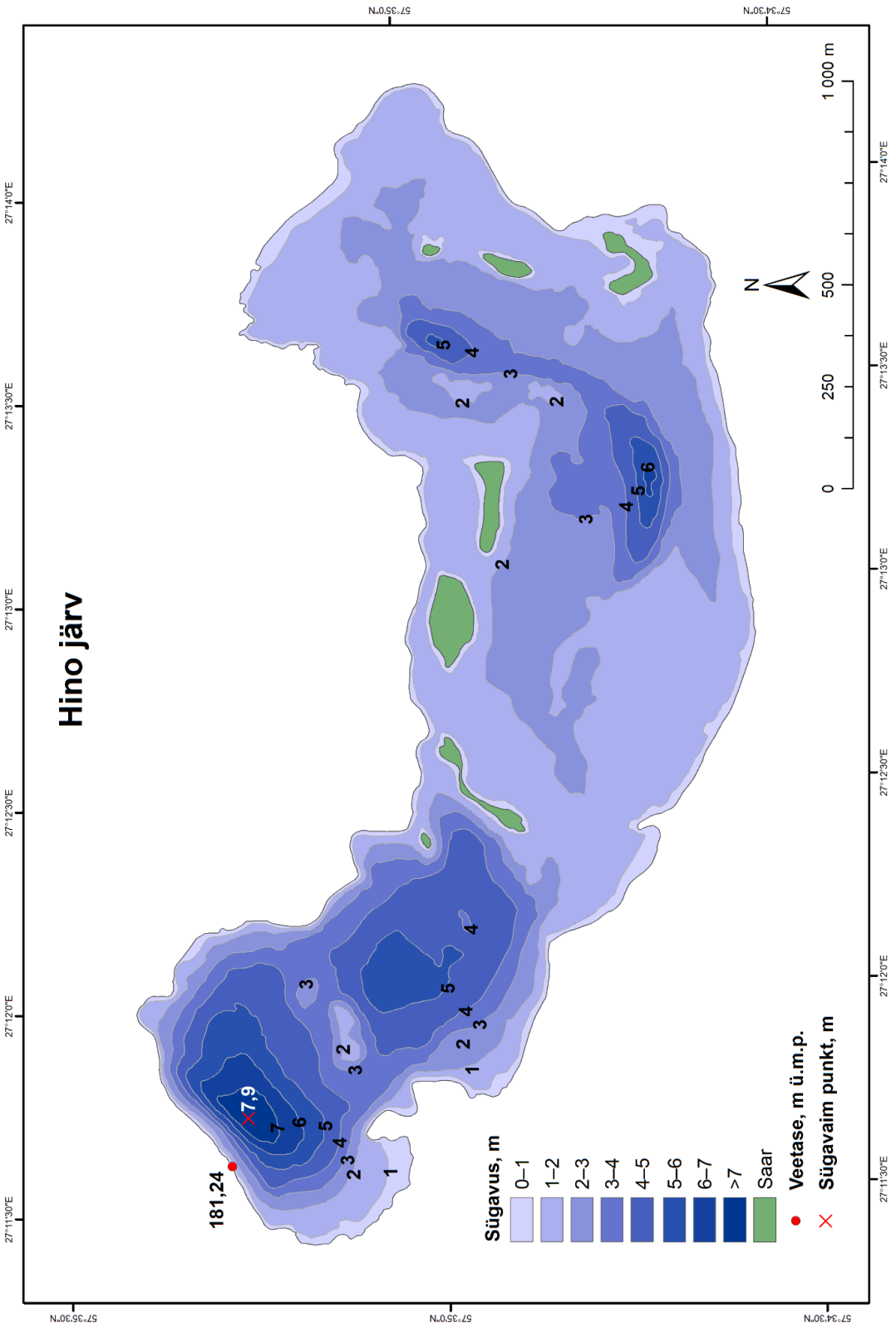
3. Tulemused

3.1. Hino järv

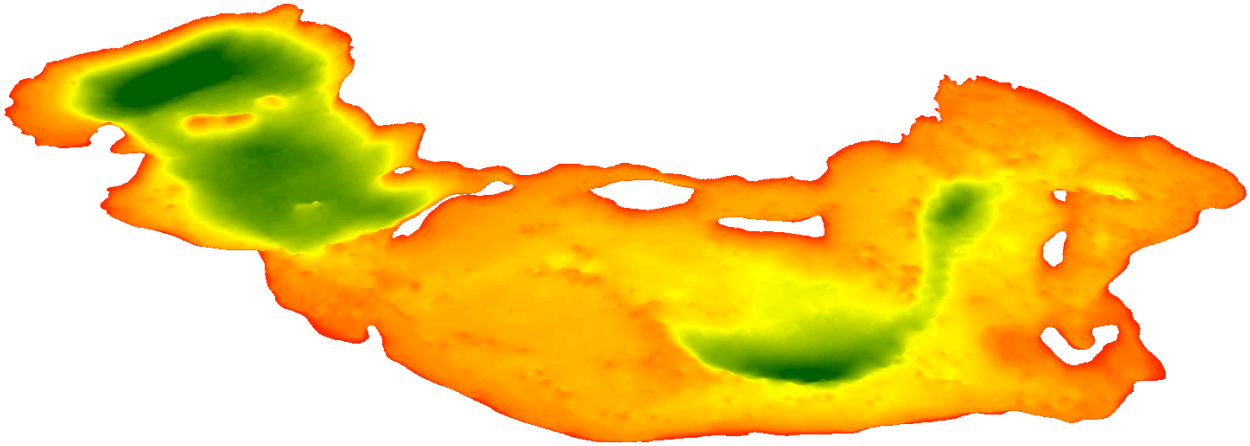
Välitööd viidi Hino järvel läbi 02.-04.10.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 91,5 kilomeetrit ja saadi kokku 222505 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.1.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 181,01 m ümp. Järve veesammas oli segunenud ja vee temperatuur oli 15,5 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 181,24 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.1.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.1.3).



Joonis 3.1.1. Hino järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.1.2. Hino järve sügavuskaart veetasemega 181,24 m ümp.



Joonis 3.1.3. Hino järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline; järve sisesed valged alad tähistavad saari).

Hino järve (209,4 ha) iseloomustab kergelt kaardus piklik ida-lääne suunaline kuju. Järv on oma suuruse kohta üsnagi madal: kuigi suurim sügavus on 7,9 m on keskmine sügavus vaid 2,44 m (tabel 3.1.1.). Järve võib mõtteliselt jaotada sügavama alaga läänepoolseks kaarjaks osaks, mis on idapoolsest keskmiselt madalamast osast eraldatud saarterohke madala keskosaga. Valdav osa järve veemahust (70%) jääb ülemise kahe meetri sisse (tabel 3.1.2.; joonis 3.1.4.)

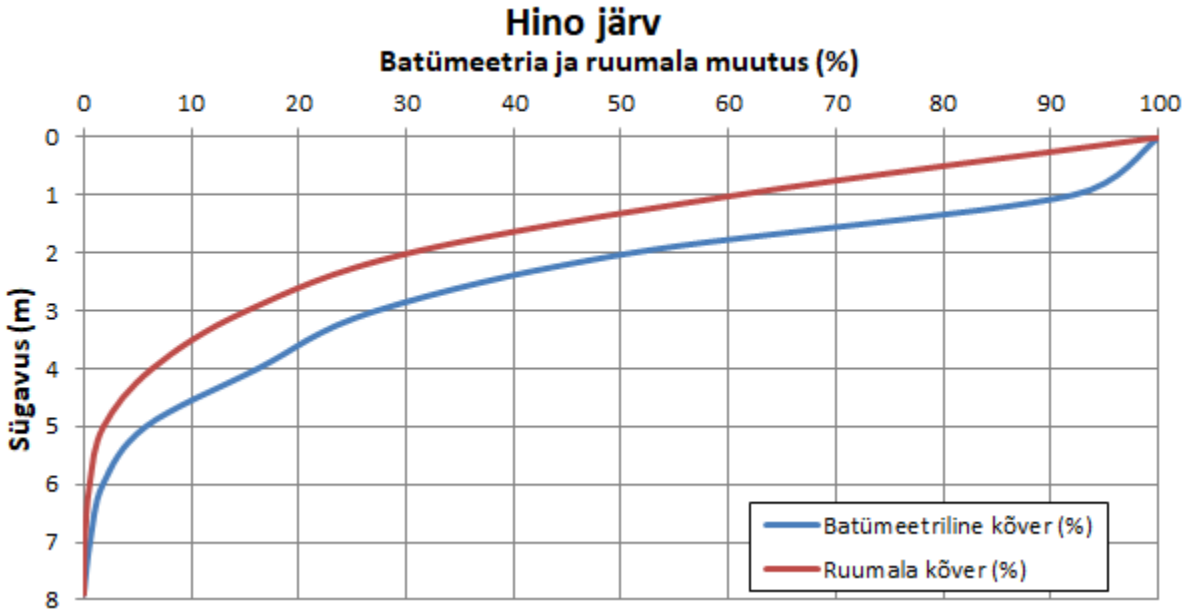
Tabel 3.1.1. Hino järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	181,24
Suurim pikkus (m)	2860
Laine ajutee (m)	2220
Suurim laius (m)	1140
Veepeegli pindala (ha/km^2)	204,9/2,05
Saarte pindala (ha/km^2)	4,5/0,05
Kogupindala (ha/km^2)	209,4/2,09
Suurim sügavus (m)	7,9
Keskmine sügavus (m)	2,44
Suhteline sügavus (%)	0,5
Maht (m^3)	5006300
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,74
Saarte kaldajoone pikkus (km)	2,78
Kogu kaldajoone pikkus (km)	11,52
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,72

Kaldajoone liigendatus saartega	2,27
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,34

Tabel 3.1.2. Hino järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	204,9	2,05	0–1	1971675
1	187,8	1,88	1–2	1520960
2	103,9	1,04	2–3	756893
3	55,5	0,55	3–4	438647
4	33,1	0,33	4–5	226573
5	11,8	0,12	5–6	64509
6	3,6	0,04	6–7	22911
7	1,2	0,01	>7	4094



Joonis 3.1.4. Hino järve batümeetriline ja ruumala kõver.

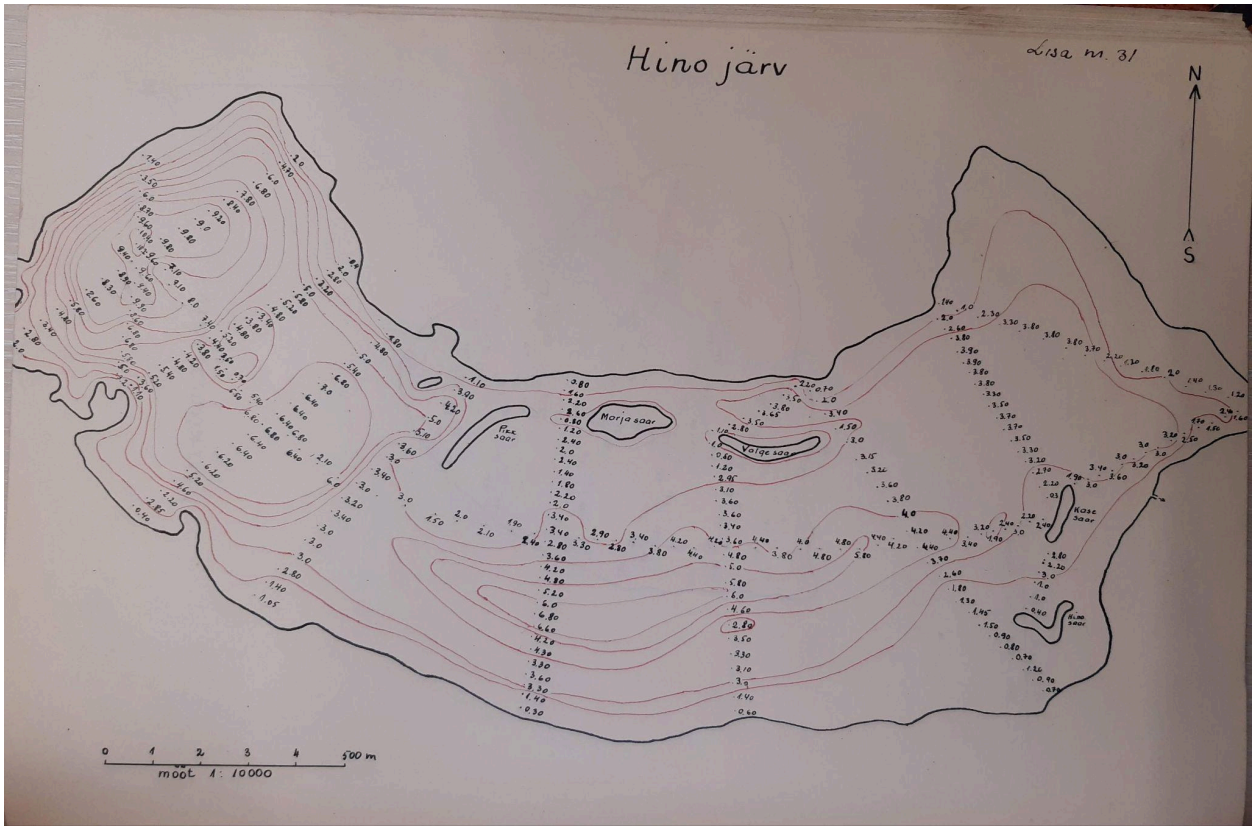
Varasemaid andmeid on Hino järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.1.3). Esimese asjana jääb silma erinevus tänapäeva ja väidetava kunagise veetaseme osas. Kask (1964) andmetel oleks olnud veetase ca 1 meeter madalam kui tänapäeval. Samas on järve mõõdud ja pindala vägagi sarnased tänapäevale. Arvestades kunagist väidetavalt madalamat veetaset, on hämmastav näha, et selleaegne suurim sügavus on 2,5 meetrit sügavam kui tänapäeval mõõdistatud maksimaalne veesügavus. Sarnast suurimat sügavust toetab ka EELISe süsteem, kuid ilmselgelt ei ole tegu eraldiseisvate mõõdistustega. Ilmselt on siin viga ajaloolistes

andmetes veetaseme ja suurima sügavuse osas. Samuti on tänapäevaste mõõdistuste andmetel keskmine sügavus madalam kui ajaloolistel andmetel: vastavalt 2,44 m ja 3,1 m (tabel 3.1.3.).

Tabel 3.1.3. Hino järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	181,24	180,0 (180,15 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2860	2920	2860
Laine ajutee (m)	2220		
Suurim laius (m)	1140	1180	
Veepeegli pindala (ha/km²)	204,9/2,05	198,8/1,99	207,1/2,07
Saarte pindala (ha/km²)	4,5/0,05		5,1/0,05
Kogupindala (ha/km²)	209,4/2,09		
Suurim sügavus (m)	7,9	10,4	10,4
Keskmine sügavus (m)	2,44	3,1	3,1
Suhteline sügavus (%)	0,5		
Maht (m³)	5006300	6162800	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,74	11,5	11,89
Saarte kaldajoone pikkus (km)	2,78		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	11,52		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,72	2,3	
Kaldajoone liigendatus saartega	2,27		2,3
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,34		

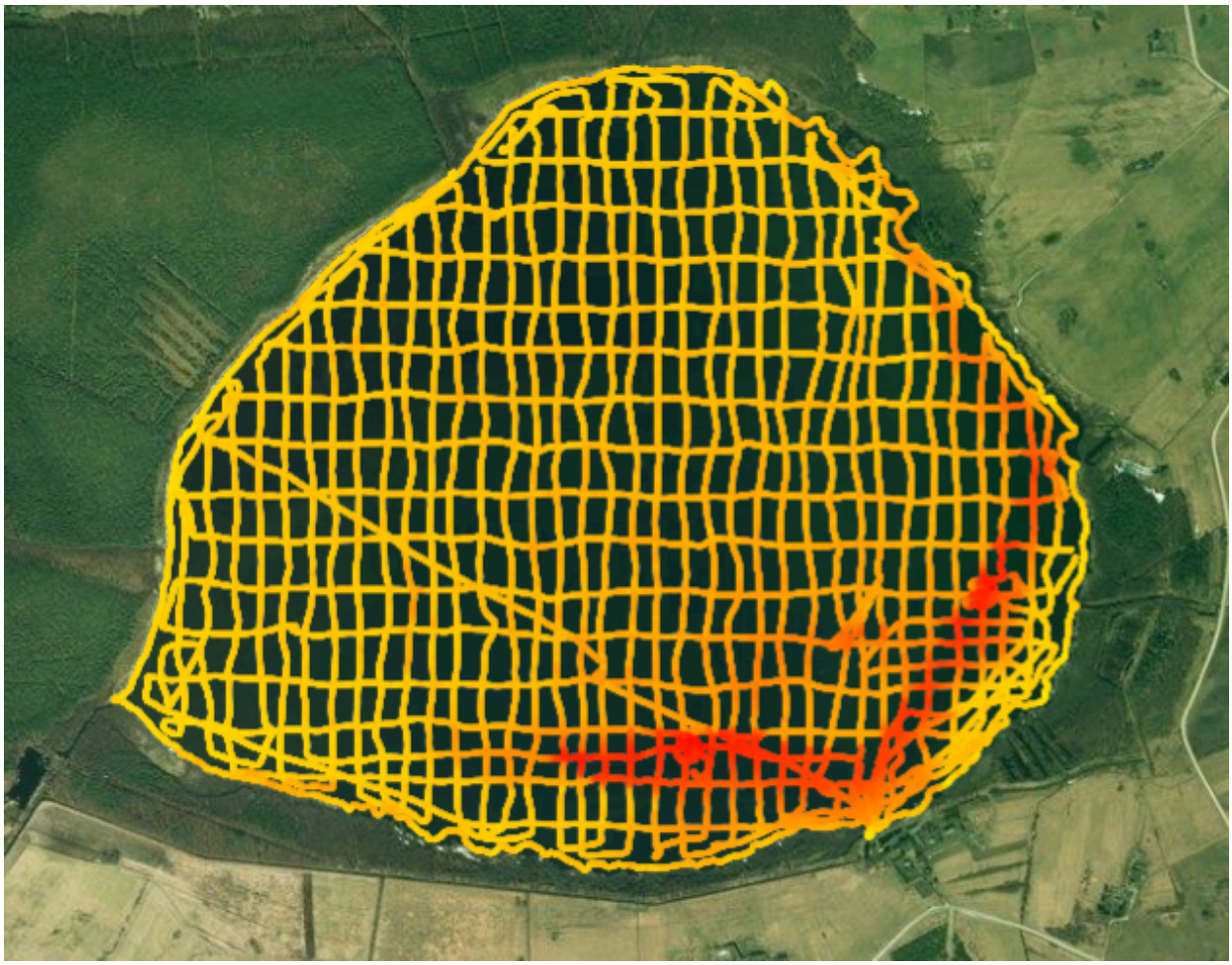
Hino järve kohta on meil olemas Tartu Ülikooli geograafia kateedri üliõpilase Asta Uljase diplomitöö kaart (Uljas, 1953). Sellelt kaardilt (joonis 3.1.5) on näha, et kuigi järve kuju näib sarnane tänapäevasega, esineb olulisi erinevusi saadud sügavustes. Järve lääneosas on suurimaks sügavuseks 10,4 meetrit ja kuue meetri sügavusalasid esineb tänapäevasega võrreldes rohkem ja alad on suuremad. Võttes arvesse, et ajalooliselt oli mõõdetud madalam veetase kui tänapäeval, siis on andmed vastuolulised.



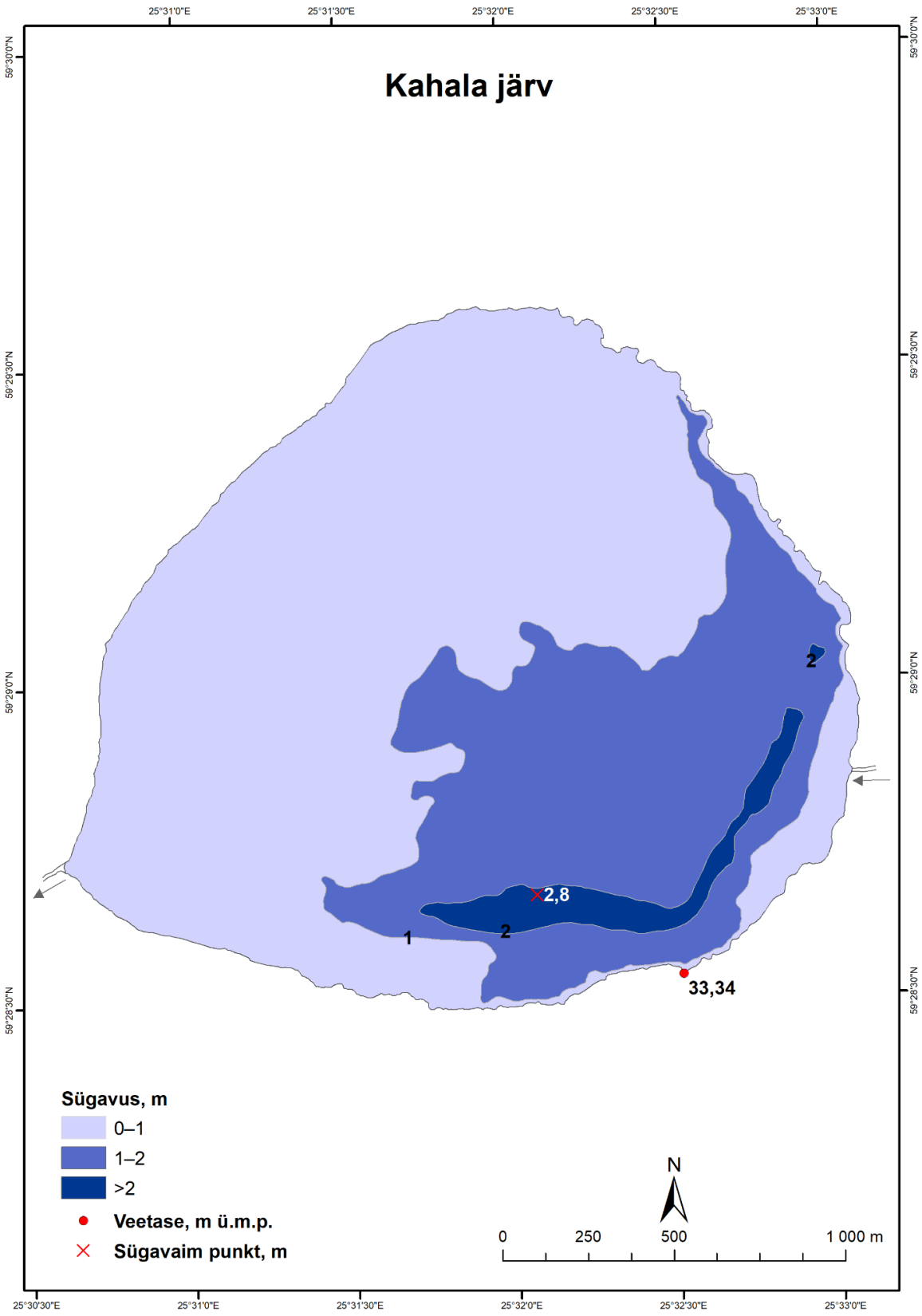
Joonis 3.1.5. Hino järve ajalooline kaart (Uljas, 1953).

3.2. Kahala järv

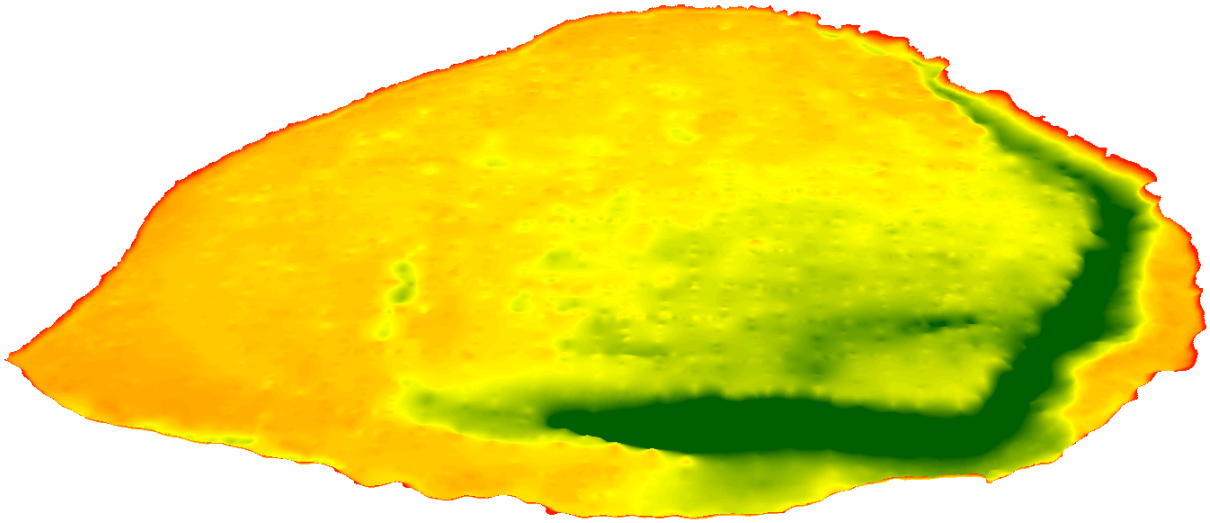
Välitööd viidi Kahala järvel läbi 01.-03.05.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 105,9 kilomeetrit ja saadi kokku 257071 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.2.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 33,34 m ümp. Järve veesammas oli segunenud ja vee temperatuur oli 15,3 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 33,34 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.2.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.2.3).



Joonis 3.2.1. Kahala järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.2.2. Kahala järve sügavuskaart veetasemega 33,34 m ümp.



Joonis 3.2.3. Kahala järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Kahala järv on mõõdukalt suur järv (343,1 ha), mida iseloomustab ringi sarnane kuju (kaldajoone liigendatus 1,14) (tabel 3.2.1.). Järv on lauge põhjaga ja väikese keskmise veerukaldega (0,30 kraadi). Järv on oma suuruse kohta väga madal: maksimum sügavus 2,8 m ja keskmine sügavus vaid 1,0 m. Järve põhjareljeefile lisab karakterit ida ja lõunaosas paiknev sügavam sälk, kus sügavused ületavad kahte meetrit. Tulenevalt järve ühtlaselt madalast põhjareljeefist jääb 90% veemahust esimese ülemise meetri sisse (tabel 3.2.2.; joonis 3.2.4.)

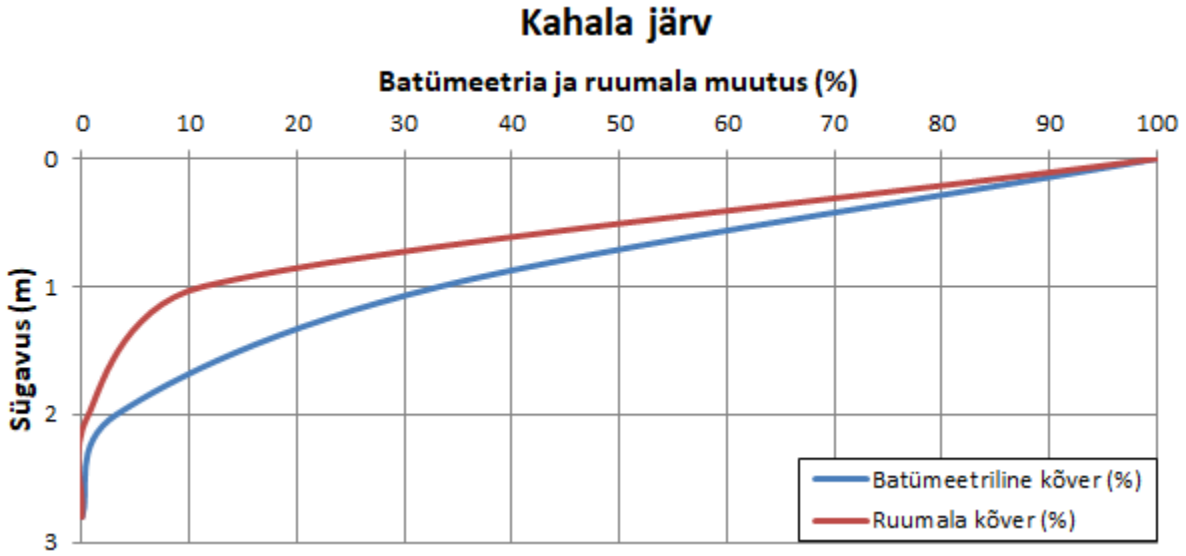
Tabel 3.2.1. Kahala järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	33,34
Suurim pikkus (m)	2410
Laine ajutee (m)	2410
Suurim laius (m)	2020
Veepeegli pindala (ha/km^2)	343,1/3,43
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	343,1/3,43
Suurim sügavus (m)	2,8
Keskmine sügavus (m)	1,00
Suhteline sügavus (%)	0,1
Maht (m^3)	3420900
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,51
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	7,51

Kaldajoone liigendatus saarteta	1,14
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,30

Tabel 3.2.2. Kahala järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	343,1	3,43	0–1	3037037
1	114,0	1,14	1–2	363757
2	10,9	0,11	>2	20107



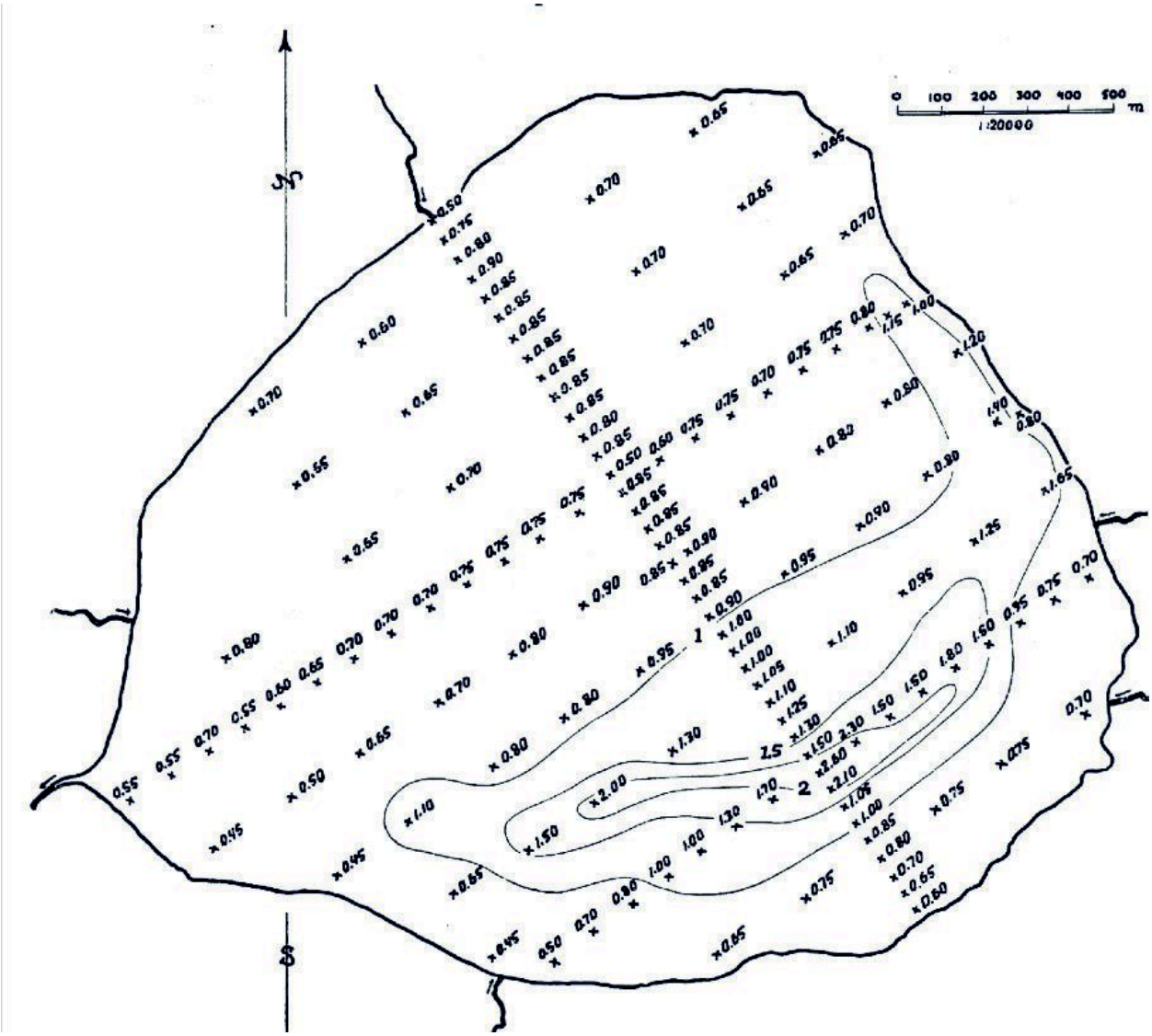
Joonis 3.2.4. Kahala järve batümeetriline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Kahala järve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.2.3). Andmetabelit analüüsides tunduvad kõikide morfomeetriliste parameetrite väärtused olevat üsna sarnased ja erinevused on tingitud pelgalt mõõtmistäpsustest ja metoodikate erinevusest.

Tabel 3.2.3. Kahala järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Riikoja, 1930**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	33,34		32,6 (32,83 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2410	2500	2400	2400
Laine ajutee (m)	2410			
Suurim laius (m)	2020	2050	2000	
Veepeegli pindala (ha/km²)	343,1/3,43	358,5/3,59	345,9/3,46	344,9/3,45
Saarte pindala (ha/km²)	-			
Kogupindala (ha/km²)	343,1/3,43			
Suurim sügavus (m)	2,8	2,6	2,8	2,8
Keskmine sügavus (m)	1,00	0,86	0,9	0,9
Suhteline sügavus (%)	0,1			
Maht (m³)	3420900	3098000	3113100	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,51	7,35	7,0	7,37
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	7,51			
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,14	1,09	1,60	1,1
Kaldajoone liigendatus saartega	-			
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,30	0,18		

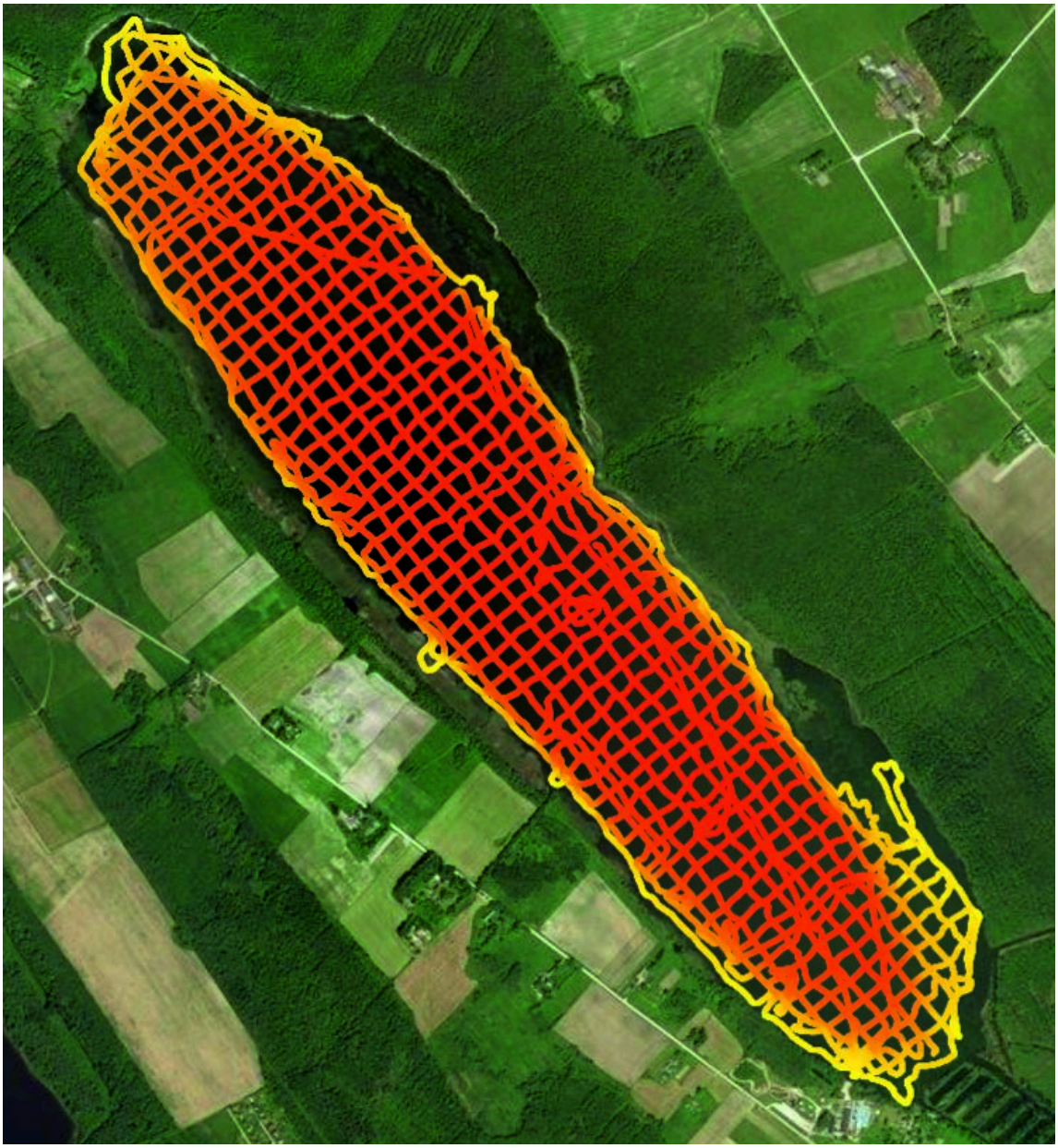
Kahala järve kohta on olemas varasem kaart Riikoja (1930) poolt (joonis 3.2.5.). Toonase ja tänapäevase sügavuskaardi võrdlemisel on näha, et kaardid on vägagi sarnased ja märkimisväärseid erinevusi esile tuua ei saa. Kui, siis vaid, et üle ühe meetri sügavamad alad on tänapäeval mõningal määral suuremad.



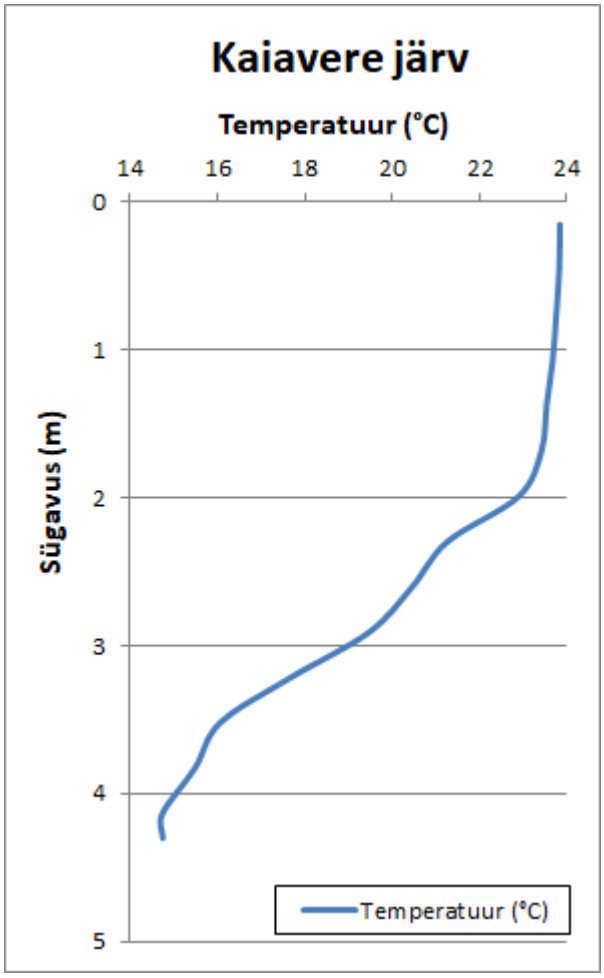
Joonis 3.2.5. Kahala järve ajalooline kaart (Riikoja, 1930).

3.3. Kaiavere järv

Välitööd viidi Kaiavere järvel läbi 03.-05.06.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 83,7 kilomeetrit ja saadi kokku 222897 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.1.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 51,64 m ümp. Järve veesammas oli kergelt kihistunud olles pinnal 23,8 °C, alates 2 meetri sügavuselt hakkas temperatuur langema jõudes põhjas 14,7 kraadini (joonis 3.3.2). Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 52,0 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.3.3) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.3.4).

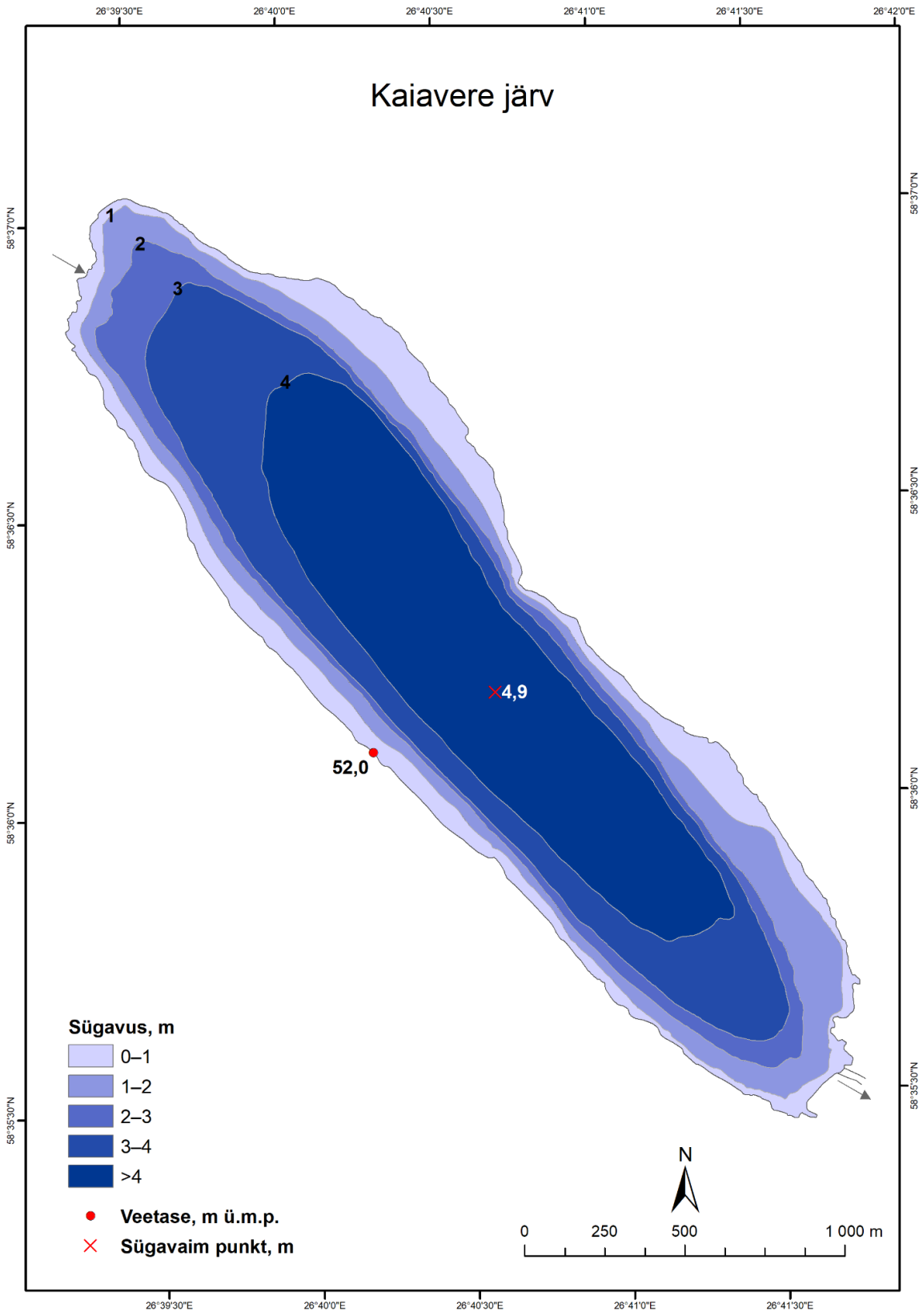


Joonis 3.3.1. Kaiavere järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane)

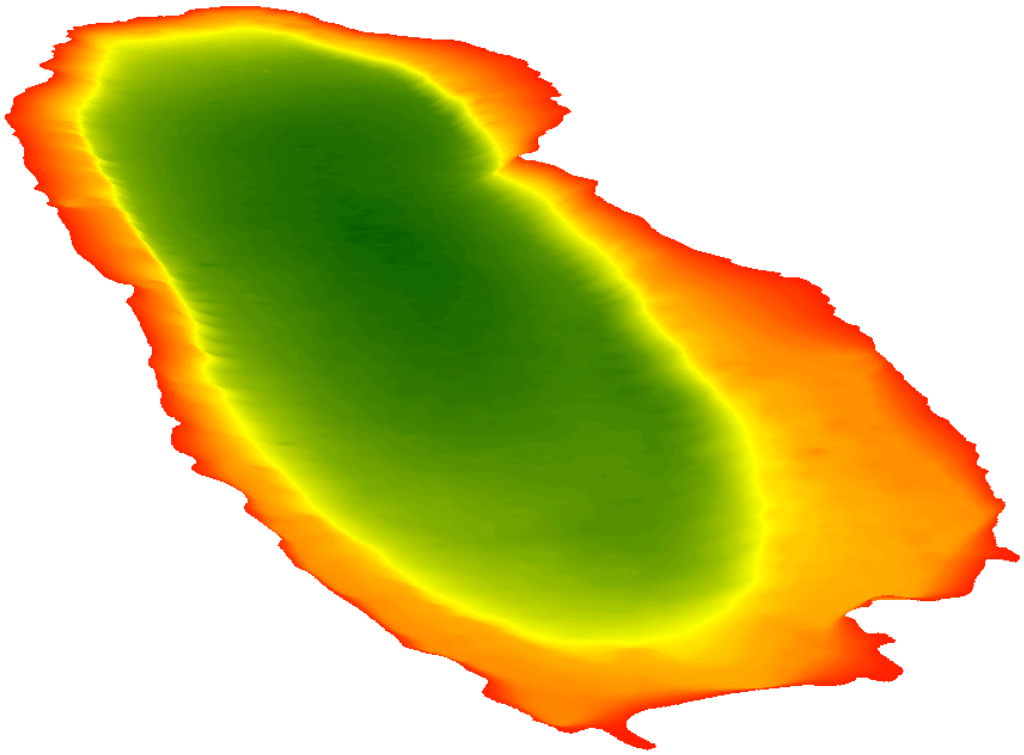


Joonis 3.3.2. Kaiavere järve veesamba temperatuurid.

Tulenevalt asukohast Vooremaal ja paiknemisest edelasse jääva voore kõrval, iseloomustab Kaiavere järve (247,5 ha) piklik kuju (suurim pikkus 3600 m ja laius 920 m) (tabel 3.3.1.). Järv on pikiteljel kausja nõoga ja kaldajoone liigendatus on 1,51. Järv on madalapoolne (suurim sügavus 4,9 m), kuid keskmine sügavus on 2,91 m. Järve veemaht on seega jagatud üsnagi ühtlaselt erinevate sügavuskihtide vahel ja vaid sügavaimasse meetrisse jääb väike osakaal veemahust, kuigi üle 30% pindalast (tabel 3.3.2.; joonis 3.3.5.).



Joonis 3.3.3. Kaiavere järve sügavuskaart veetasemega 52,0 m ümp.



Joonis 3.3.4. Kaiavere järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

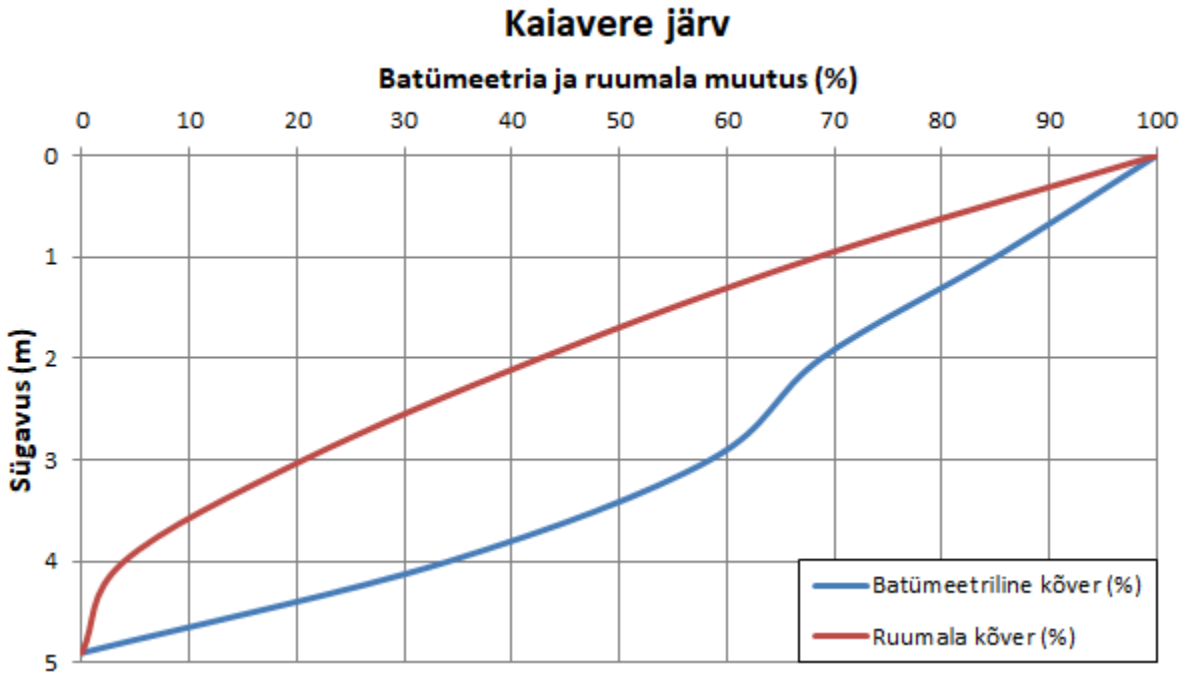
Tabel 3.3.1. Kaiavere järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	52,00
Suurim pikkus (m)	3600
Laine ajutee (m)	3600
Suurim laius (m)	920
Veepeegli pindala (ha/km^2)	247,5/2,48
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	247,5/2,48
Suurim sügavus (m)	4,9
Keskmine sügavus (m)	2,91
Suhteline sügavus (%)	0,3
Maht (m^3)	7206100
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,44
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,44
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,51

Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,72

Tabel 3.3.2. Kaiavere järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	247,5	2,48	0–1	2275586
1	209,9	2,10	1–2	1863716
2	169,8	1,70	2–3	1581533
3	144,3	1,44	3–4	1204929
4	84,2	0,84	>4	280322



Joonis 3.3.5. Kaiavere järve batümeetriline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Kaiavere järve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.3.3). Kuigi valdav osa morfomeetriliste parameetrite näitajatest jäävad samadesse piiridesse, siis suurim erinevus seisneb Kask (1964) ja tänapäevase veetaseme vahel, mis peaks olema ca 80 cm kõrgem kui toona. Samas muude parameetrite väärtuste sarnasus kinnitab pigem, et tegu on kunagise veetaseme absoluutkõrguse mõõtmisveaga. Mitmed EELISe väärtused pärinevad Kask (1964) tööst (tabel 3.3.3.).

Tabel 3.3.3. Kaiavere järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Riikoja, 1930**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	52,00		51,0 (51,18 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	3600	3500	3620	3610
Laine ajutee (m)	3600			
Suurim laius (m)	920	950	880	
Veepeegli pindala (ha/km²)	247,5/2,48	244,1/2,44	250,7/2,51	246,8/2,47
Saarte pindala (ha/km²)	-			
Kogupindala (ha/km²)	247,5/2,48			
Suurim sügavus (m)	4,9	5,0	5,0	5,0
Keskmine sügavus (m)	2,91	2,77	2,8	2,8
Suhteline sügavus (%)	0,3			
Maht (m³)	7206100	6761000	7019600	7019000
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,44	7,34	7,65	8,41
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,44			
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,51	1,32	1,36	1,5
Kaldajoone liigendatus saartega	-			
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,72	0,70		

Kaiavere järvest on ajalooline kaart koostatud Riikoja (1930) poolt (joonis 3.3.6.). Ajaloolisel kaardil on samasügavusjooned iga poole meetri tagant. Üldpilt on tänapäevasega võrreldes vägagi sarnane ja kui midagi üldse välja tuua, siis selle, et tänapäevasel kaardil on 4 m ala mõnevõrra laiem ning 5 m sügavuse ala ei eksisteeri.

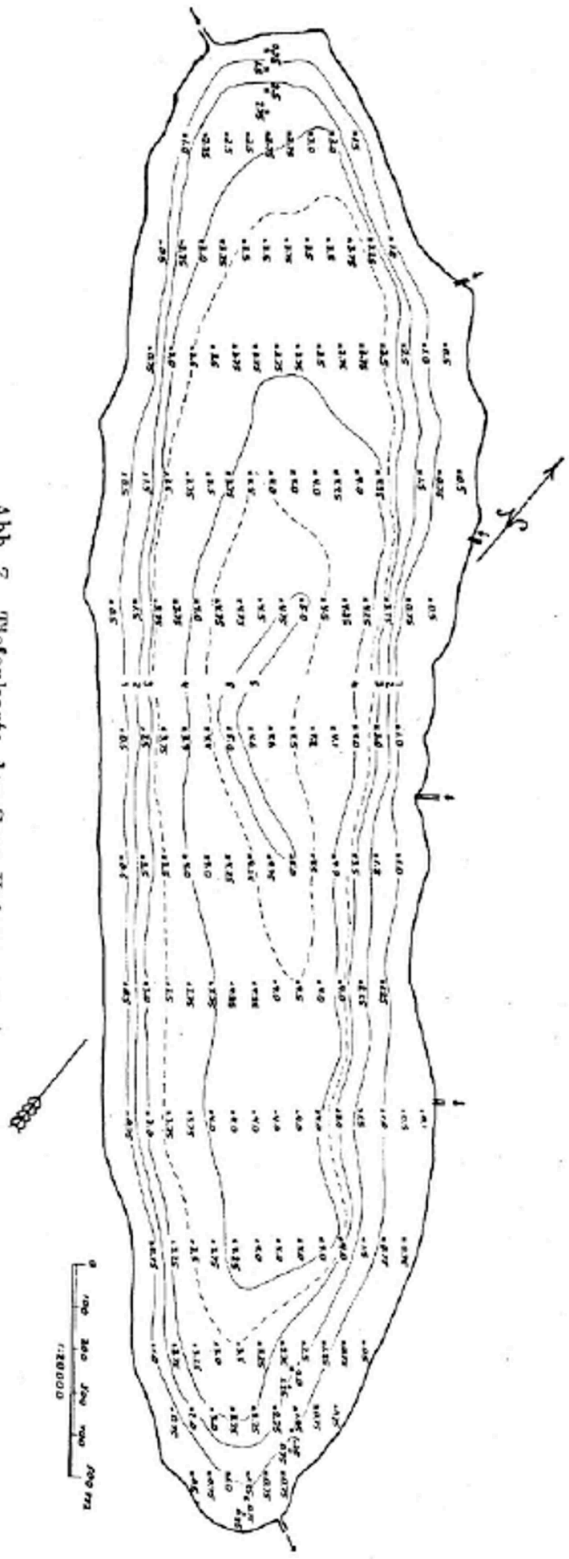
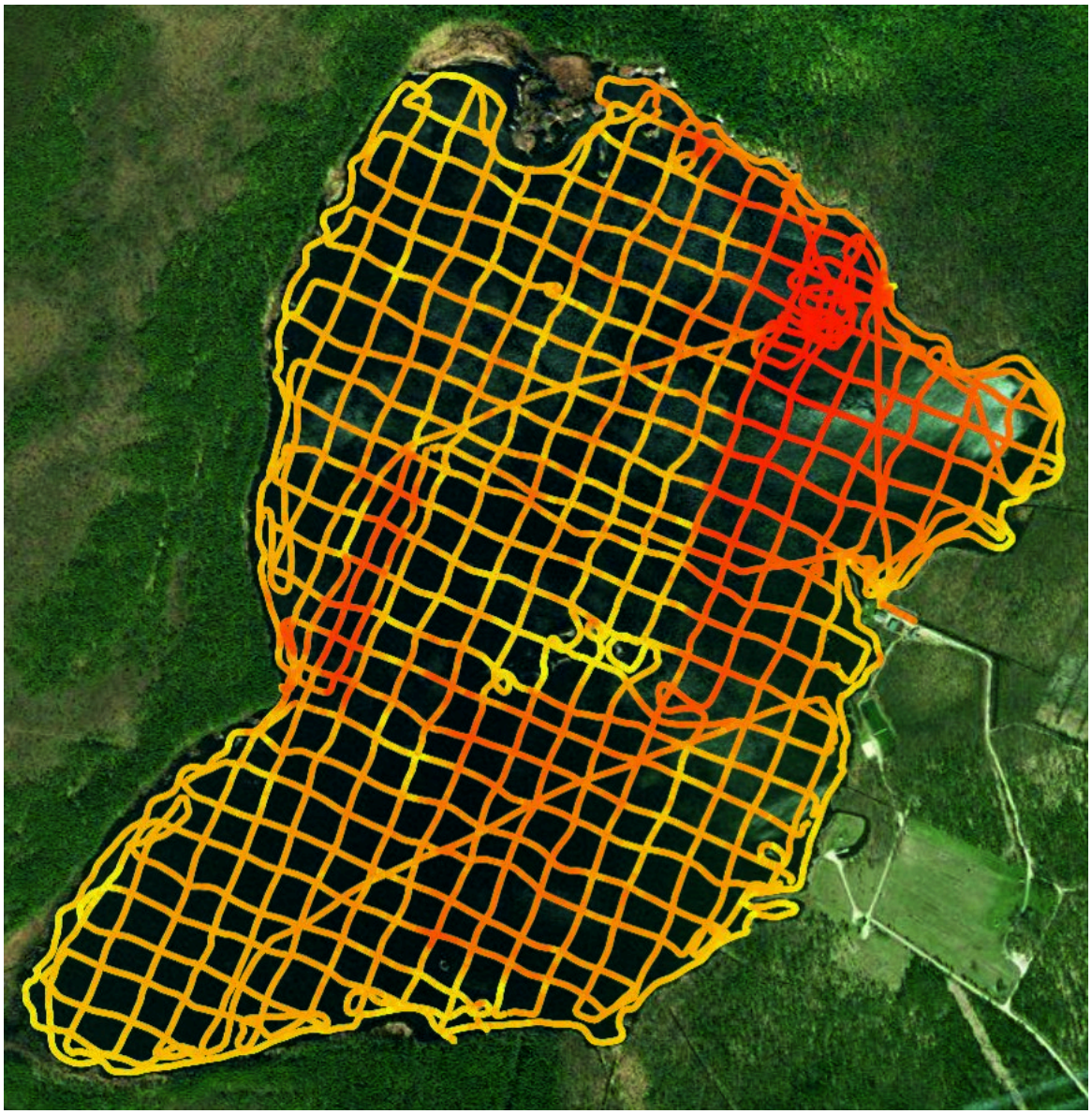


Abb. 7. Tiefenkarte des Sees Kalavere järv.

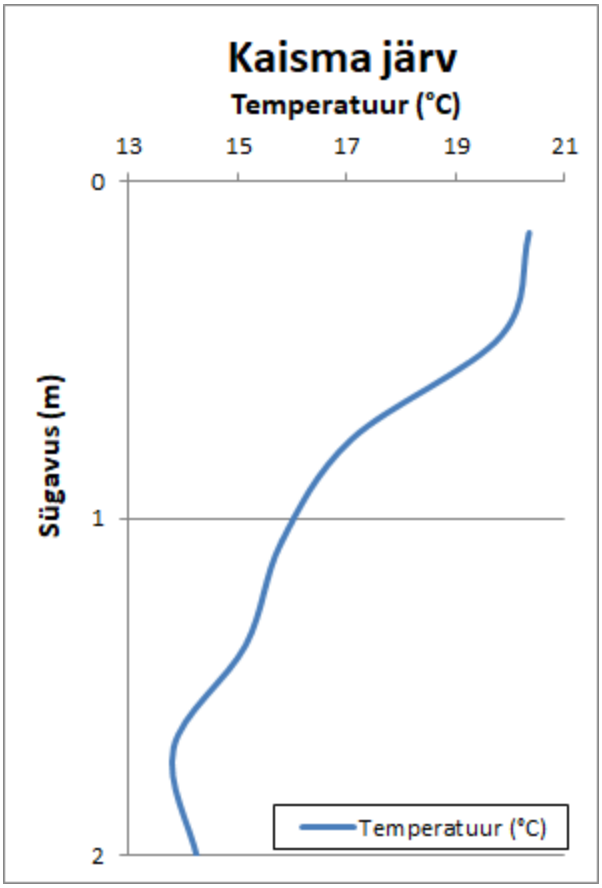
Joonis 3.3.6. Kaiavere järve ajalooline kaart (Riikoja, 1930).

3.4. Kaisma järv

Välitööd viidi Kaisma järvel läbi 15.-16.05.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 60,7 kilomeetrit ja saadi kokku 162208 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.4.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 36,50 m ümp. Järve veesammas ei olnud segunenud, kuid ei esinenud ka konkreetset kihistumist. Pinnal oli vee temperatuur 20,3 °C ja põhjas 14,3 °C (joonis 3.4.2.). Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 36,70 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.4.3) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.4.4).

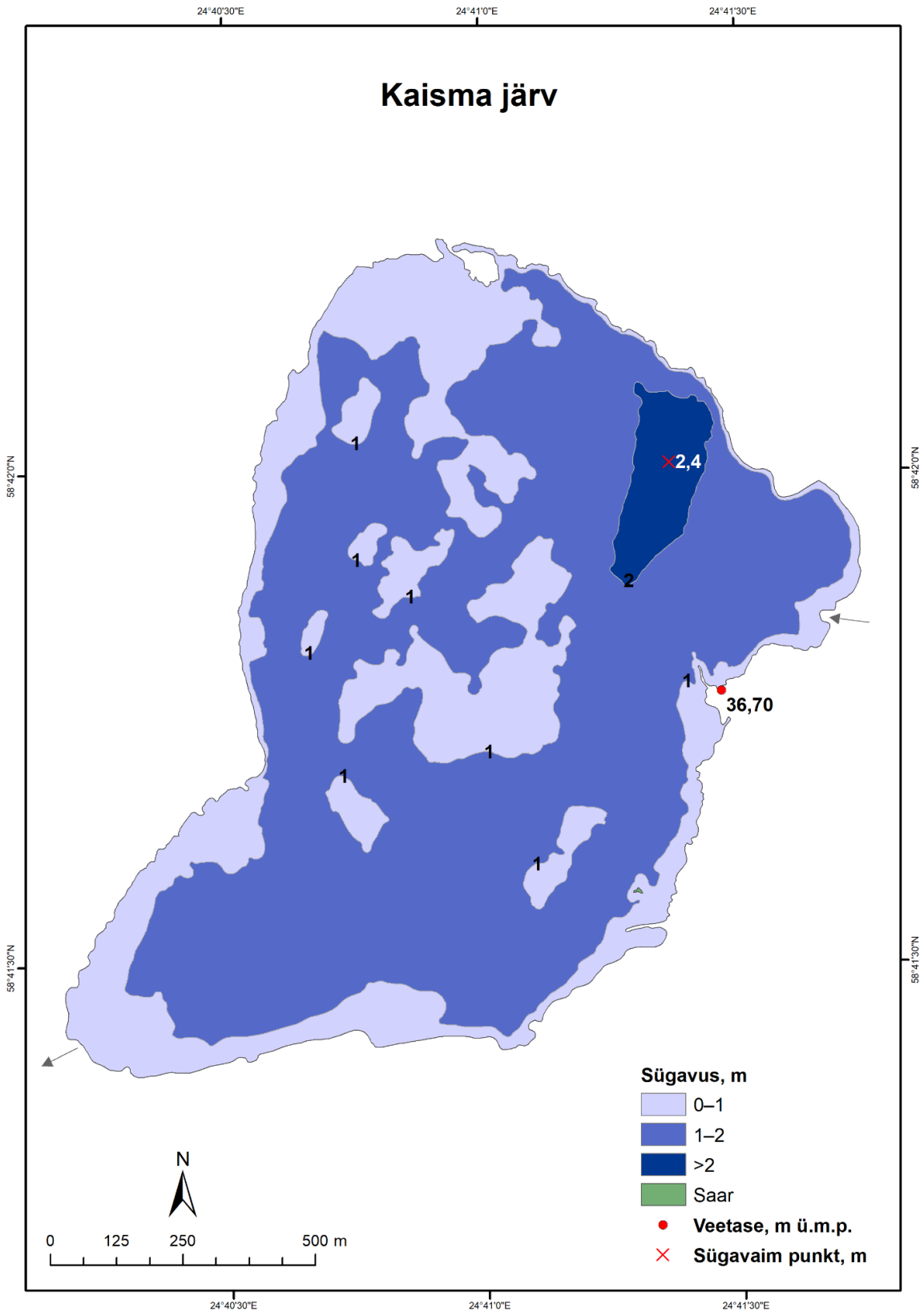


Joonis 3.4.1. Kaisma järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).

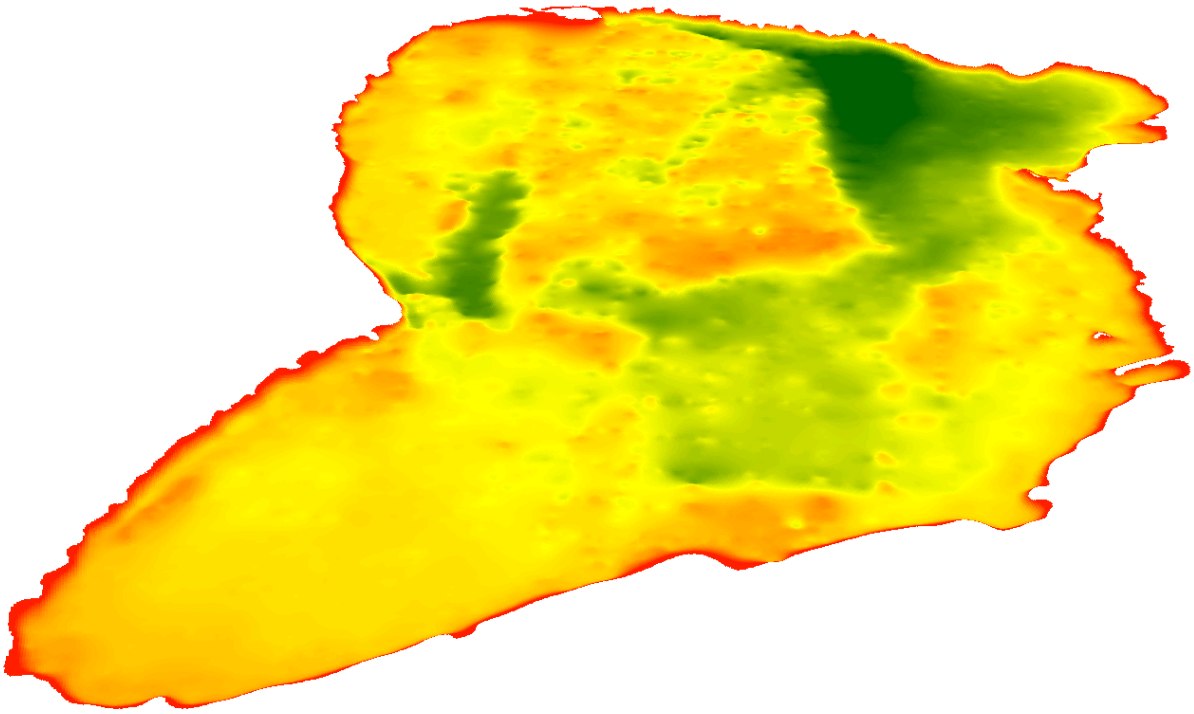


Joonis 3.4.2. Kaisma järve veesamba temperatuurid.

Kaisma järv (136,0 ha) on üsna ebamäärase kujuga madal järv (tabel 3.4.1.). Maksimaalne sügavus on kõigest 2,4 ja keskmine sügavus 1,15 m. Tulenevalt vähesest maksimaalsest sügavusest ja üsnagi suurest pindalast on järve suhteline sügavus pelgalt 0,2. Järve põhjareljeefi iseloomustab mosaiiksus, mille tulemina on sügavuskaart üsnagi kirju (joonis 3.4.3.). Järve sügavamad alad paiknevad kirdesse jäävatel aladel. Veemahu jaotus on tugevalt ülemise meetri kasuks: ca 80% ruumalast on esimeses meetris ning valdava osa veekihtide pindalast (ca 65%) katab 1-2 m kiht (tabel 3.4.2.; joonis 3.4.5.). Esmapilgul võib märkamatuks jääda, et järve kaguosas asub 1 m sügavusalal üks väike saareke (0,01 ha) (joonis 3.4.3.).



Joonis 3.4.3. Kaisma järve sügavuskaart veetasemega 36,70 m ümp.



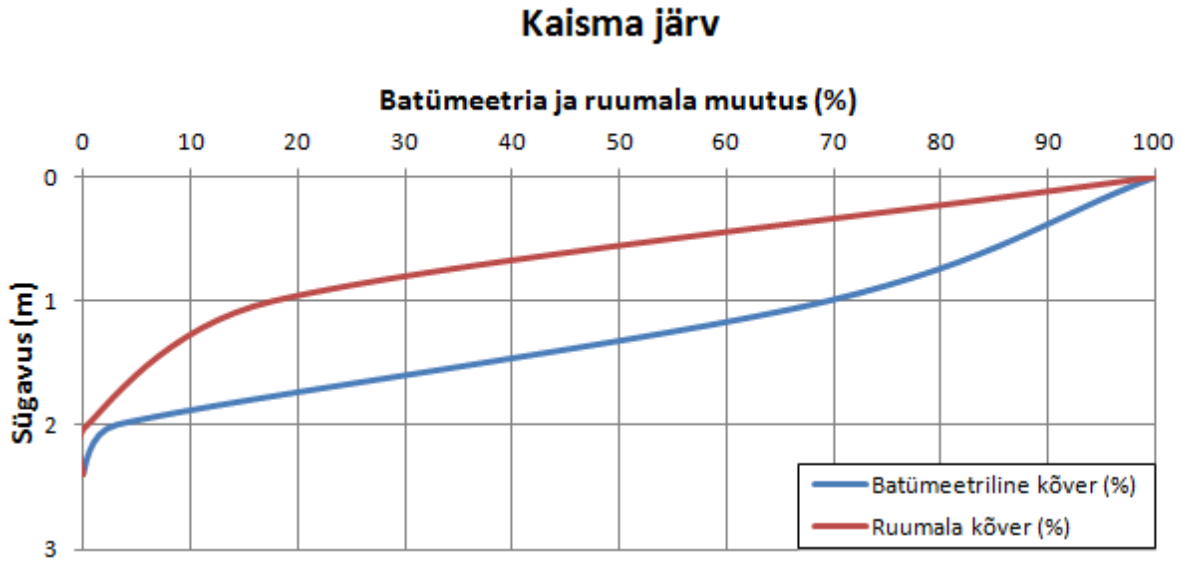
Joonis 3.4.4. Kaisma järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Tabel 3.4.1. Kaisma järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	36,70
Suurim pikkus (m)	1770
Laine ajutee (m)	1770
Suurim laius (m)	1140
Veepeegli pindala (ha/km^2)	136,0/1,36
Saarte pindala (ha/km^2)	0,01/ -
Kogupindala (ha/km^2)	136,0/1,36
Suurim sügavus (m)	2,4
Keskmine sügavus (m)	1,15
Suhteline sügavus (%)	0,2
Maht (m^3)	1559700
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	6,25
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,05
Kogu kaldajoone pikkus (km)	6,30
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,51
Kaldajoone liigendatus saartega	1,52
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,55

Tabel 3.4.2. Kaisma järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	136,0	1,36	0–1	1282837
1	94,2	0,94	1–2	270629
2	4,2	0,04	>2	6234



Joonis 3.4.5. Kaisma järve batümeetriline ja ruumala kõver.

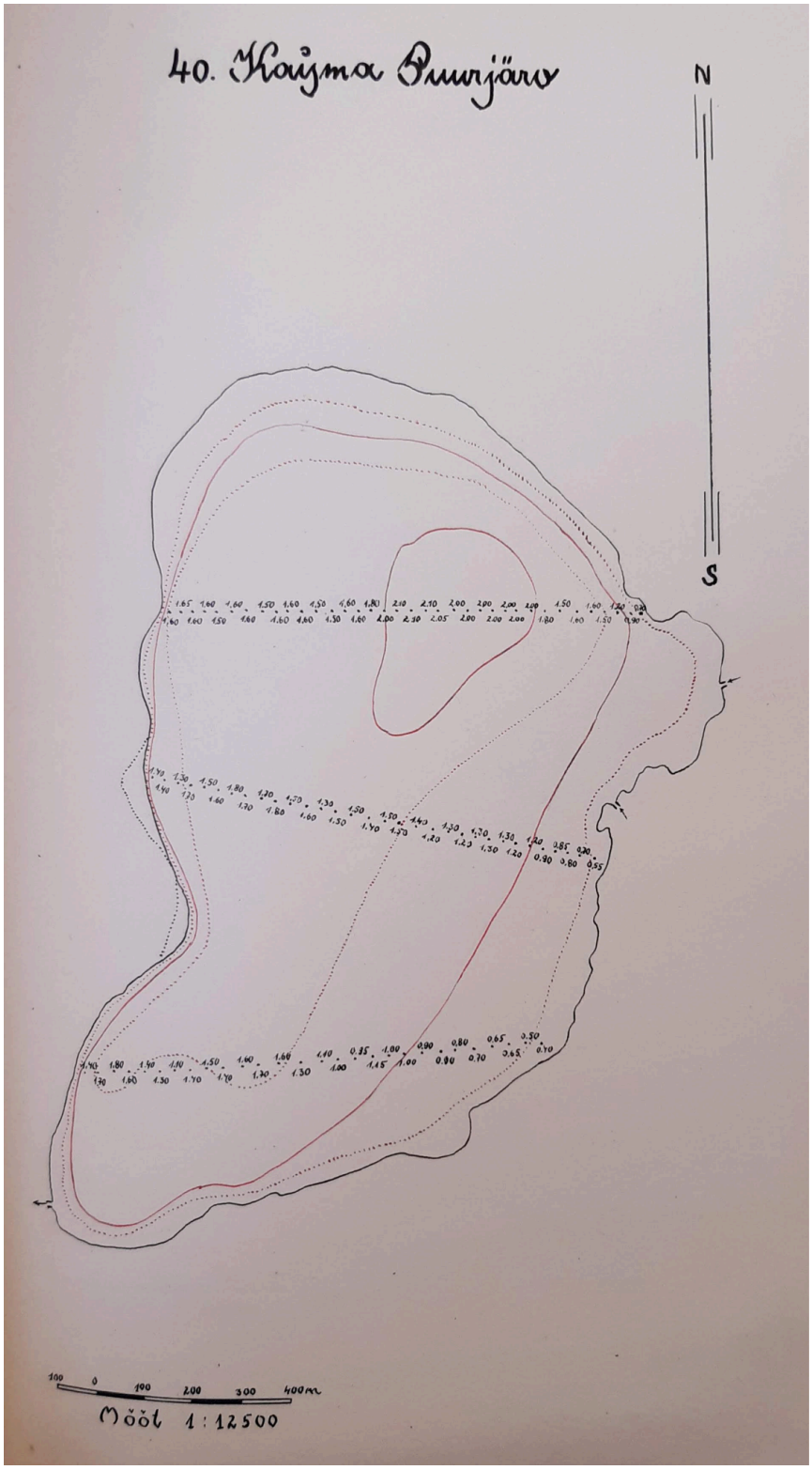
Varasemaid andmeid on Kaisma järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.4.3). Kuigi Kask (1964) andmetel oleks olnud veetase tänapäevasest 80 cm madalam, siis see ei klapi muude andmetega. Nimelt olevat toona olnud järve pindala, keskmine sügavus ja eriti järve maht suurem kui tänapäeval. Samas aga suurim sügavus ja kaldajoone pikkus väiksemad võrreldes tänapäevaga. Andmete erinevused tulenevad pigem erinevustest mõõtmismeetodites ja mõõtmisvigadest kui suurematest muutustest veekogu veetasemes ja konfiguratsioonis.

Tabel 3.4.3. Kaisma järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	36,70	35,7 (35,90 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1770	1770	1770
Laine ajutee (m)	1770		
Suurim laius (m)	1140	1200	
Veepeegli pindala (ha/km²)	136,0/1,36	140,4/1,40	135,2/1,35

Saarte pindala (ha/km²)	0,01/ -		8
Kogupindala (ha/km²)	136,0/1,36		
Suurim sügavus (m)	2,4	2,1	2,1
Keskmine sügavus (m)	1,15	1,25	1,25
Suhteline sügavus (%)	0,2		
Maht (m³)	1559700	2948000	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	6,25	5,10	
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,05		6,25
Kogu kaldajoone pikkus (km)	6,30		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,51	1,21	
Kaldajoone liigendatus saartega	1,52		1,5
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,55		

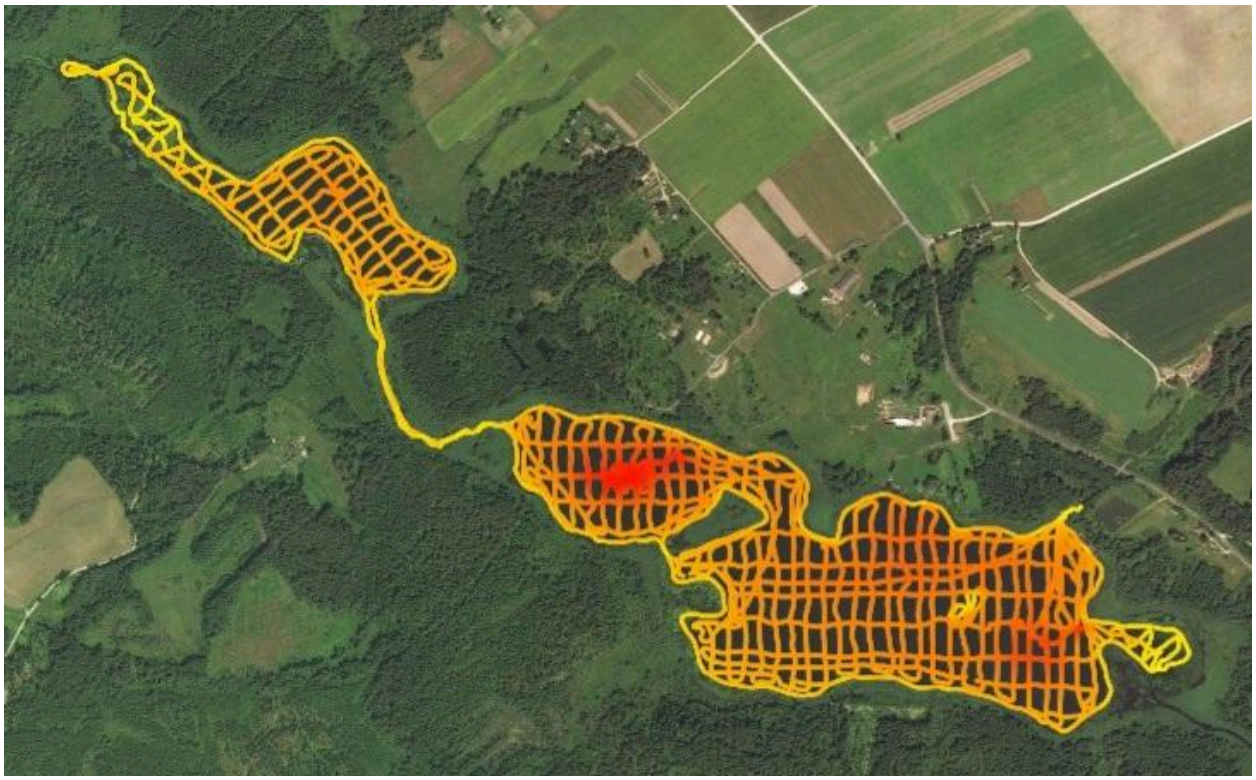
Kaisma järve kohta on meil kasutada Tartu Ülikooli geograafia kateedri üliõpilase Rita Valmeti diplomitööst (Valmet, 1954) saadud kaart (joonis 3.4.6.). Kaardil on samasügavusjooned iga poole meetri tagant. Samas on kogu järve peale vaid kolm mõõtmishalssi, mille tõttu on kaardi detailsus ilmselt madal. Antud töö käigus koostatud ja ajaloolise kaardi võrdlemisel on näha, et tänapäeval on küll üle ühe meetri sügavune ala oluliselt laiem (eriti idapoolsel küljel) kuid ei paikne ühtlaselt, vaid jaotub mitme alana üle kogu järve. Vana kaardi puhul on aga 1-2 m sügavusala ühtlane, mille sisse ei jää madalamaid punkte. Teise suurema erinevusena võib välja tuua 2 m sügavusala suuruse ja asukoha: nimelt vanal kaardil on antud ala suurem kuid asukoht rohkem lääne poole võrreldes tänapäevase kaardiga. Tulenevalt hõredast mõõdistustihedusest ei ole tabatud ka kõige sügavamat ala ja suurim sügavus on väiksem kui tänapäeval.



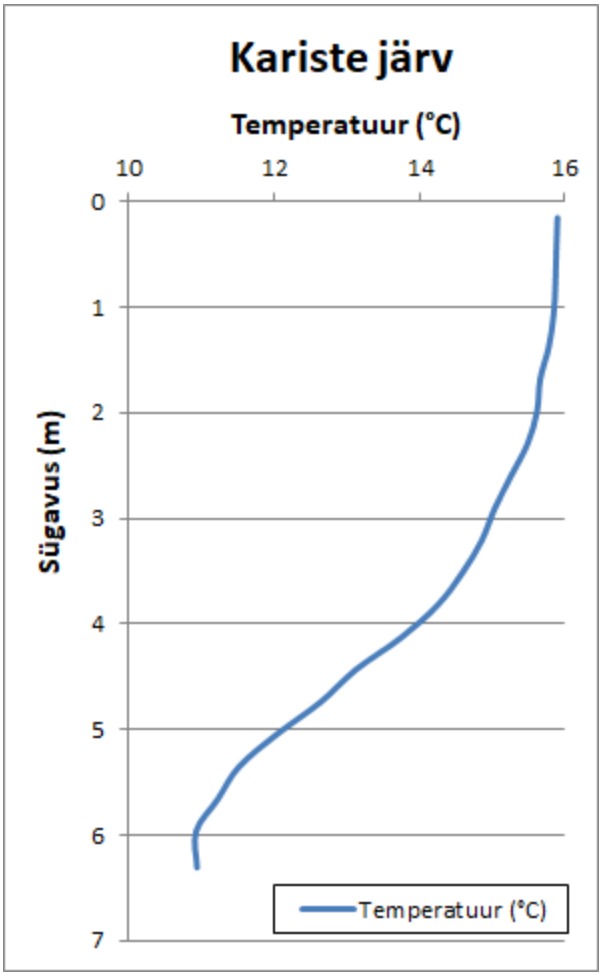
Joonis 3.4.6. Kaisma järve ajalooline kaart (Valmet, 1954).

3.5. Kariste järv

Välitööd viidi Kariste järvel läbi 25.09.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 38,0 kilomeetrit ja saadi kokku 94912 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.5.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 37,96 m ümp. Järve veesammas ei olnud segunenud kuid tugevat kihistumist ja konkreetset hüppekihit ei esinenud. Pinnal oli veetemperatuur 15,9 °C ja põhjas 10,9 °C (joonis 3.5.2). Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 38,06 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.5.3) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.5.4).

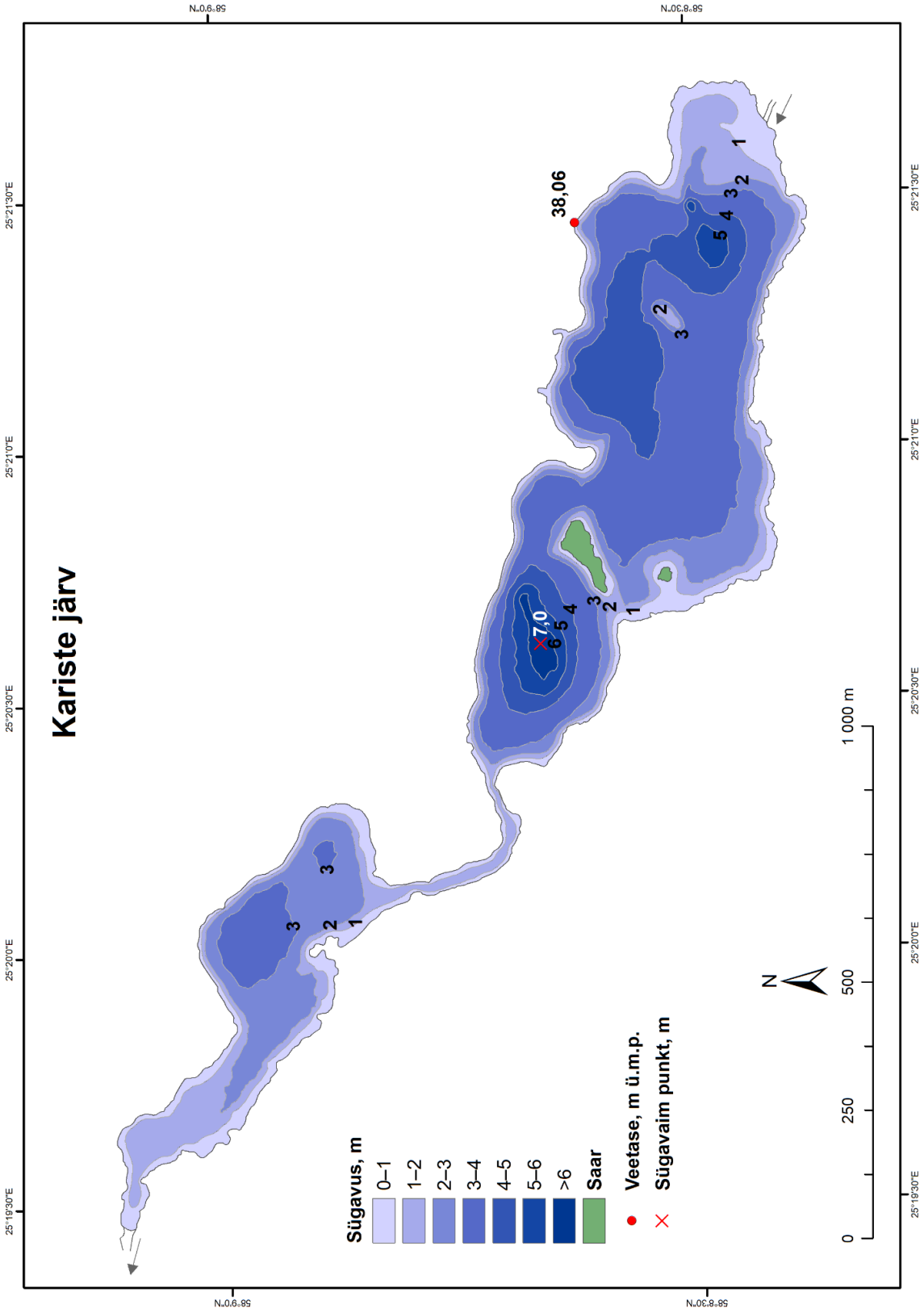


Joonis 3.5.1. Kariste järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).

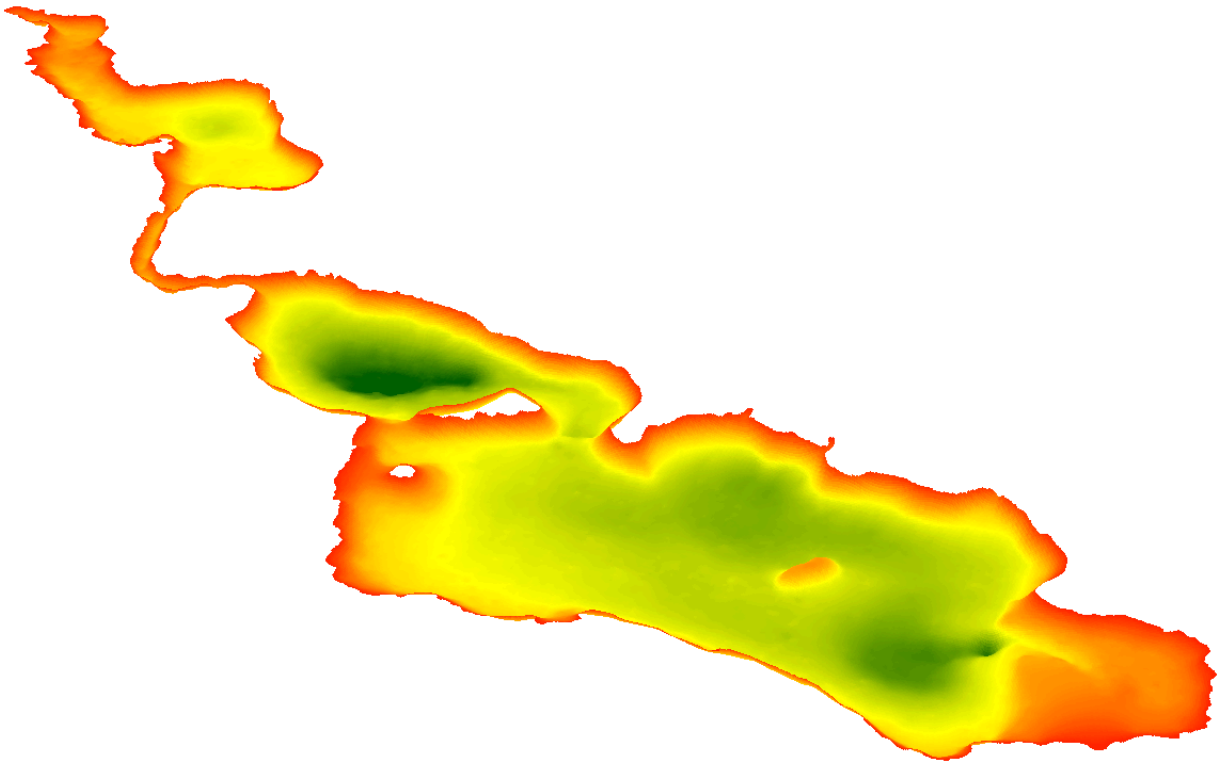


Joonis 3.5.2. Kariste järve veesamba temperatuurid.

Kariste järv (61,7 ha) on keerulise konfiguratsiooniga, tinglikult kolmest osast koosnev järv, mida ühendab ja iseloomustab Halliste jõe läbivool (tabel 3.5.1.; joonised 3.5.1., 3.5.3.). Järve loodeosa, mida nimetatakse ka Väikejärveks, on alla 4 m sügav ja eraldatud ülejäänud järvest selgelt jõelise lõiguga. Lääne/kagu-poolne ala moodustab järvest valdava osa. Tinglikult saab selle veel jagada kaheks, mida poolitab saar. Kolmeks jaotatud järve keskosa on kõige sügavam, maksimaalselt 7,0 m. Idapoolse järveosa sügavus on üle 5 meetri. Kogu järve keskmine sügavus on 2,78 m. Tulenevalt keerulisest konfiguratsioonist ja kahest saarest, on Kariste järve kaldajoon antud töö raames kaardistatud järvede hulgast kõige liigendatum (kaldajoone liigendatus saartega 2,98). Järve veekihtide ruumala ja pindala jagunemised on üsnagi lineaarsed, valdav osa (ca 75%) ruumala ja pindala jääb vastavalt ülemise 3 m ja 4 m sisse (tabel 3.5.2.; joonis 3.5.5.).



Joonis 3.5.3. Kariste järve sügavuskaart veetasemega 38,06 m ümp.



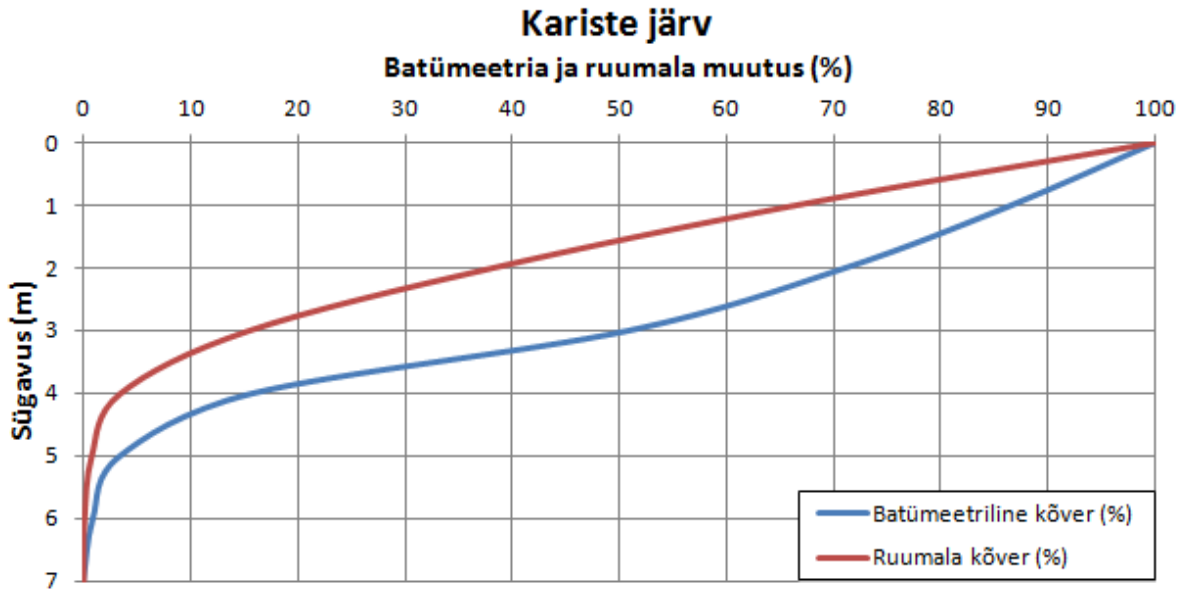
Joonis 3.5.4. Kariste järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Tabel 3.5.1. Kariste järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	38,06
Suurim pikkus (m)	2540
Laine ajutee (m)	1300
Suurim laius (m)	500
Veepeegli pindala (ha/km^2)	61,1/0,61
Saarte pindala (ha/km^2)	0,6/0,01
Kogupindala (ha/km^2)	61,7/0,62
Suurim sügavus (m)	7,0
Keskmine sügavus (m)	2,78
Suhteline sügavus (%)	0,8
Maht (m^3)	1700400
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,78
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,46
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,25
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,81
Kaldajoone liigendatus saartega	2,98
Keskmine veerukalle (kraadi)	2,24

Tabel 3.5.2. Kariste järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	61,1	0,61	0–1	570942
1	52,9	0,53	1–2	481022
2	43,4	0,43	2–3	386345
3	31,1	0,31	3–4	203647
4	9,6	0,10	4–5	45604
5	2,1	0,02	5–6	11401
6	0,5	0,01	6–7	1439
7	0,0	0,00	>7	0,0...



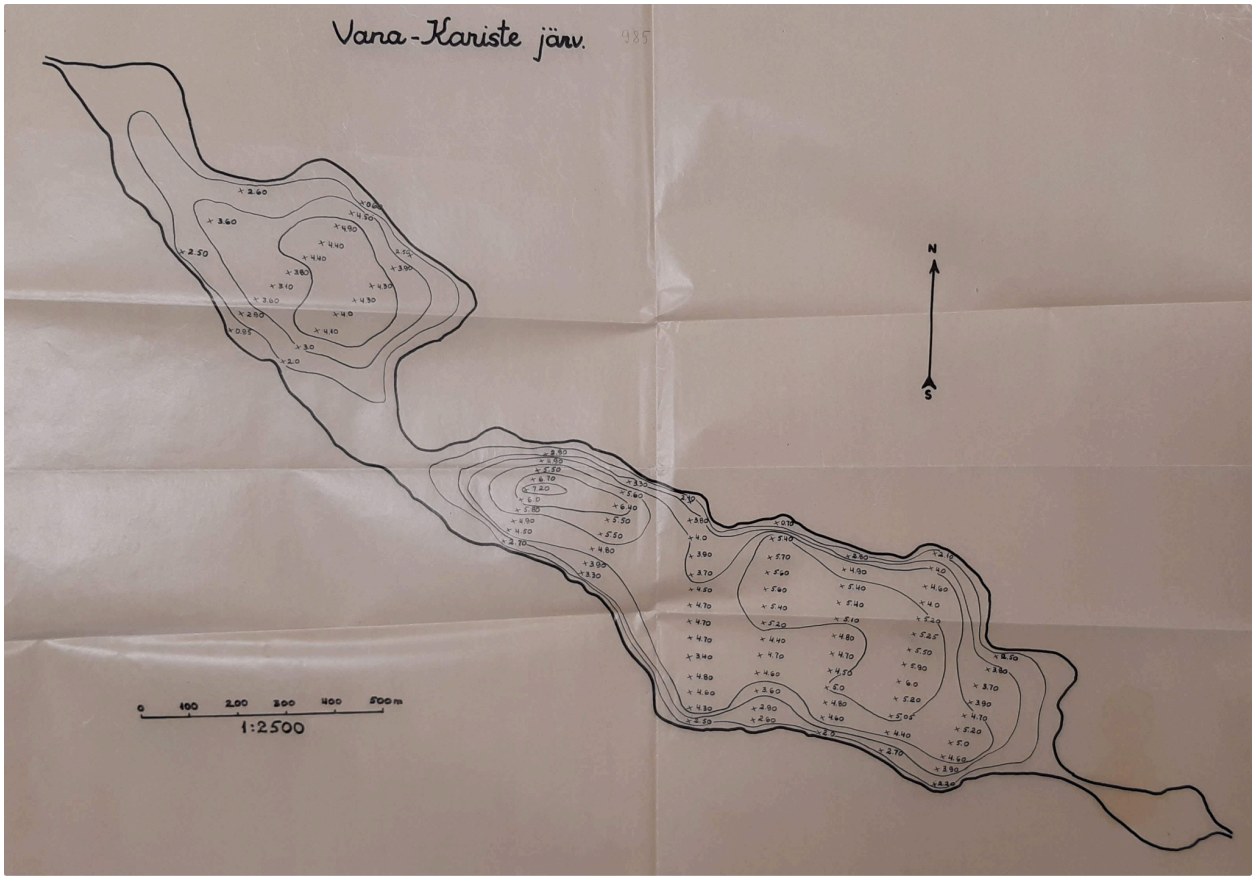
Joonis 3.5.5. Kariste järve batümeetriline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Kariste järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.5.3). Mitmed morfomeetriliste parameetrite väärtused viitavad kunagisele madalamale veetasemele: suurima pikkuse ja laiuse, veepeegli pindala, mahu ja kaldajoone pikkuse madalamad väärtused. Samas suurima ja keskmise sügavuse väärtused olid toona kõrgemad kui tänapäeval. Viimased võib kirjutada sügavusmõõtmise metoodikate erinevuse arvele (vai/raskuspomm vs kajalood). Ajalooliste andmete põhjal on 1940ndatel aastatel alandatud järve veetaset 1 m võrra (Mäemets, 1977). Andmed veetasemete võimaliku taastumise kohta puuduvad, kuid võib spekuleerida, et erinevused morfomeetrilistes näitajates võivad tuleneda vähemalt osaliselt veetasemete muutustest.

Tabel 3.5.3. Kariste järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	38,06	37,5 (37,67 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2540	1410	2530
Laine ajutee (m)	1300		
Suurim laius (m)	500	370	
Veepeegli pindala (ha/km²)	61,1/0,61	57,5/0,58	61,6/0,62
Saarte pindala (ha/km²)	0,6/0,01		0,4/0,004
Kogupindala (ha/km²)	61,7/0,62		
Suurim sügavus (m)	7,0	7,2	7,2
Keskmine sügavus (m)	2,78	3,3	3,3
Suhteline sügavus (%)	0,8		
Maht (m³)	1700400	1445400	1600000
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,78	6,70	7,74
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,46		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,25		
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,81	2,49	
Kaldajoone liigendatus saartega	2,98		2,8
Keskmine veerukalle (kraadi)	2,24		

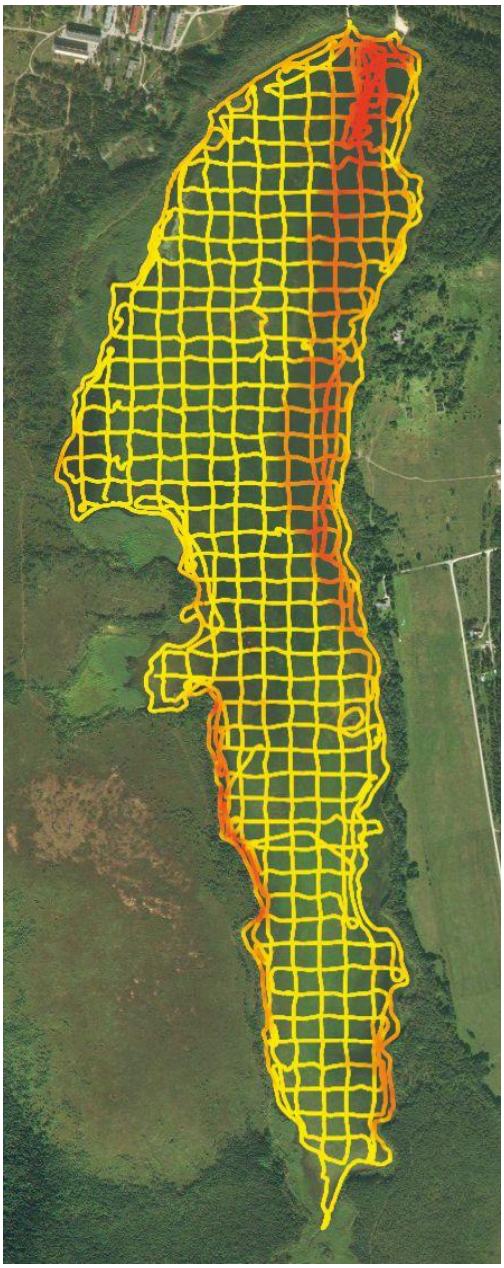
Varasem sügavuskaart Kariste järve kohta pärineb Võrtsjärve Limnoloogiajaama arhiividest (1950–1960ndad) (joonis 3.5.6.). Kaarte esmapilgul võrreldes tunduvad nad üsnagi sarnased olevat, kuid esinevad ikkagi teatud erinevused. Suurima erinevusena saab välja tuua saarte puudumist kunagisel kaardil. Lisaks on järve idaosas olev 5 m sügavune ala oluliselt suurem kui tänapäeval ja läänepoolses otsas on märgitud suur 4 m sügavune ala, mida tänapäeval sealt ei tuvastatud. Järve sügavaim ala kattub ajaloolisel ja tänapäevasel kaardil.



Joonis 3.5.6. Kariste järve ajalooline kaart (Võrtsjärve Limnoloogiajaam, 1950–1960ndad).

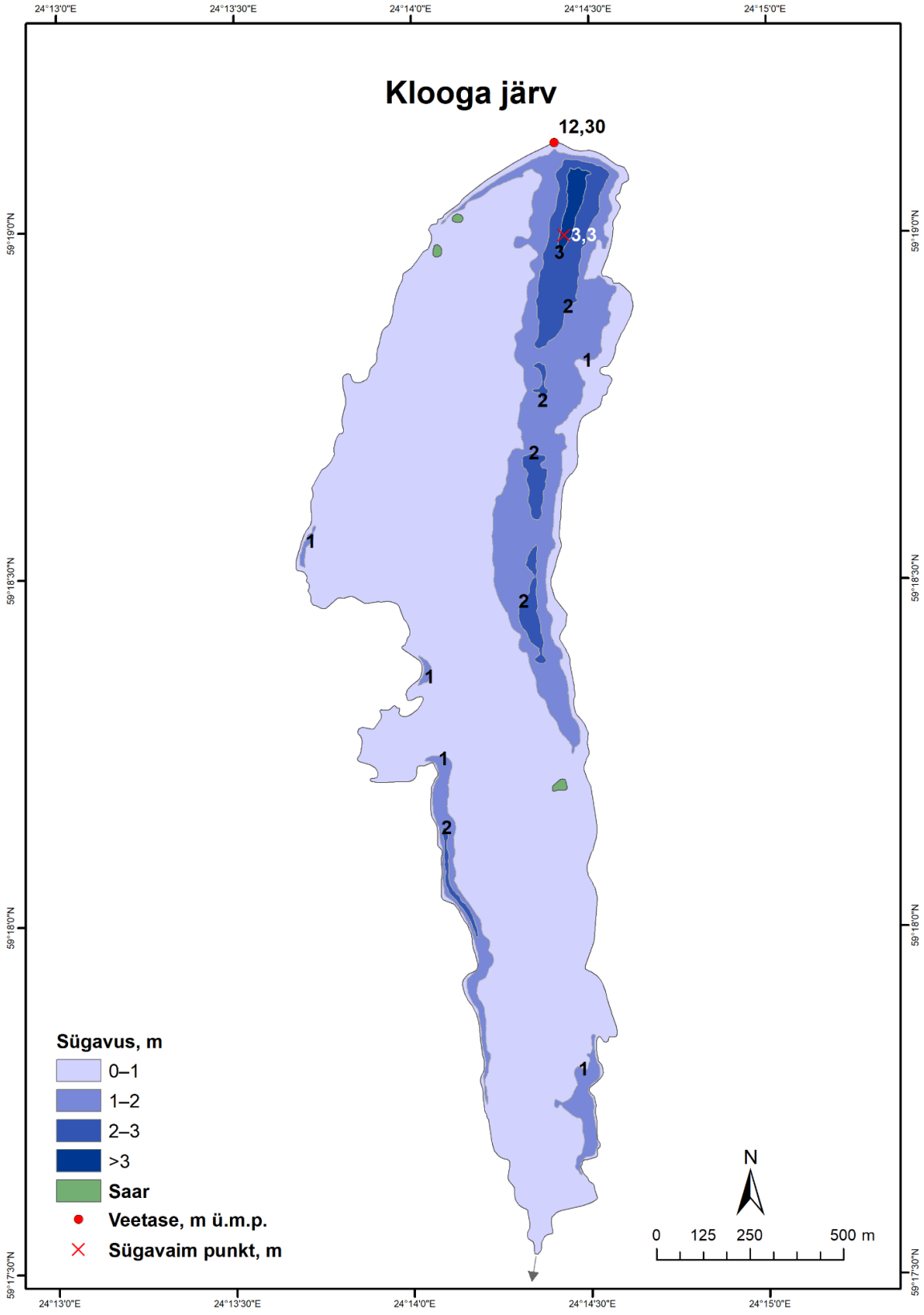
3.6. Klooga järv

Välitööd viidi Klooga järvel läbi 09.-10.04.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 57,9 kilomeetrit ja saadi kokku 201882 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.6.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 12,29 m ümp. Järve veesammas oli segunenud ja vee temperatuur oli keskmiselt 10,6 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 12,30 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.6.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.6.3).

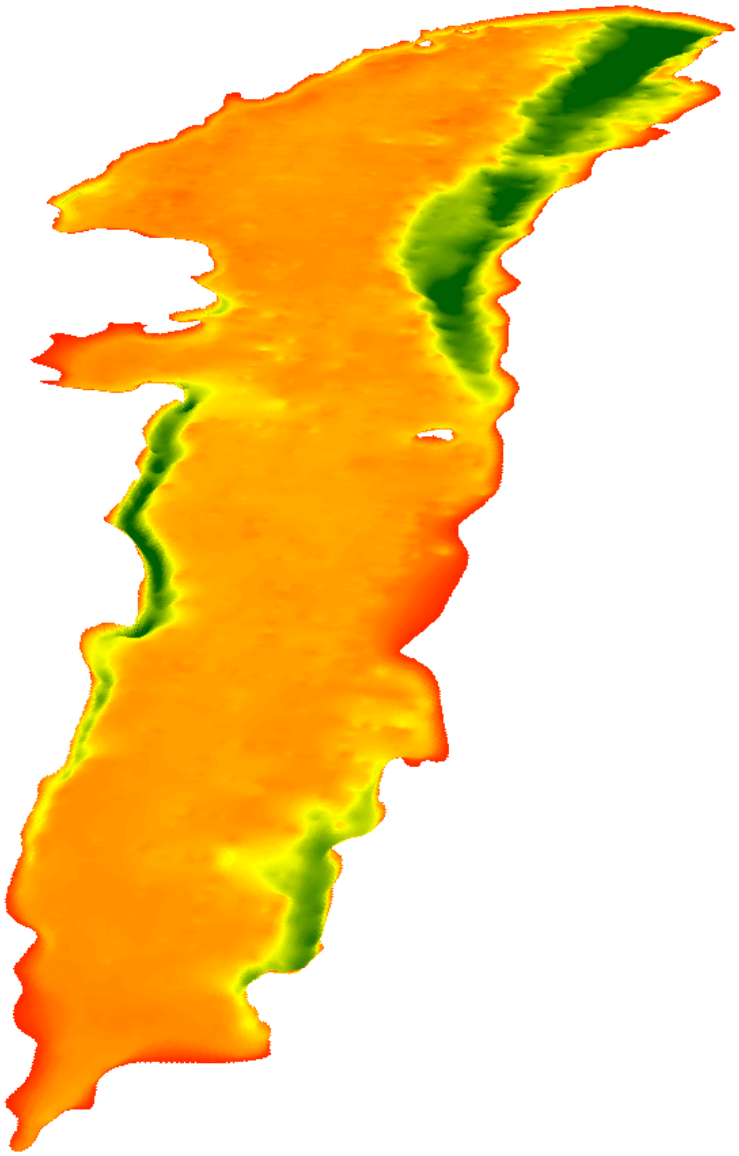


Joonis 3.6.1. Klooga järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused

(värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.6.2. Klooga järve sügavuskaart veetasemega 12,30 m ümp.



Joonis 3.6.3. Klooga järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

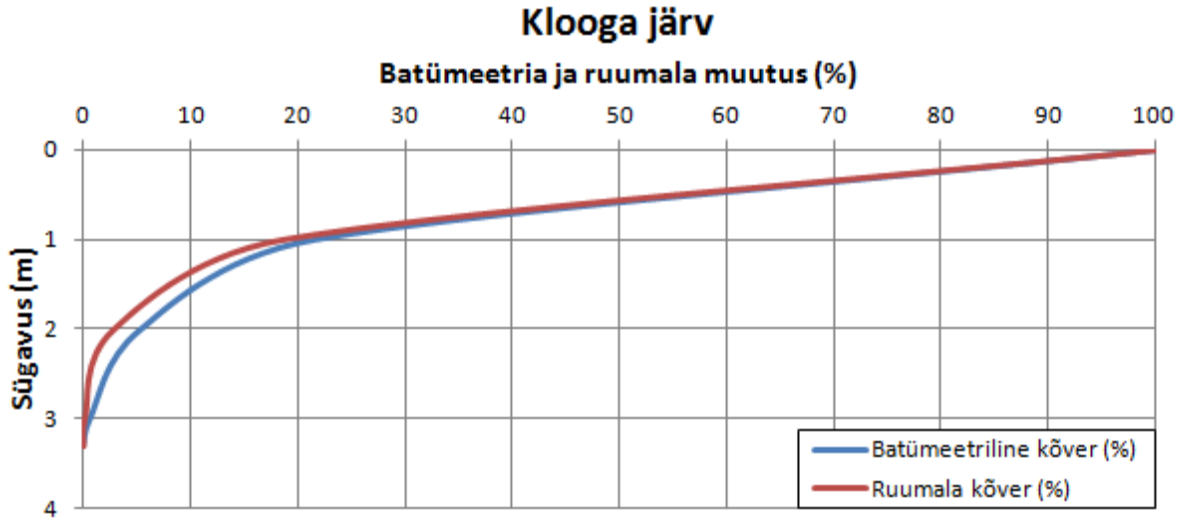
Klooga järv (133,4 ha) piklik (suurim pikkus 2950 m ja suurim laius 680 m) põhja-lõuna suunaline madal järv (tabel 3.6.1.). Järve maksimaalne sügavus on küll 3,3 m, kuid keskmine sügavus on antud töö raames uuritud järvedest väikseim, pelgalt 0,81 m. Samuti on see uuritud järvedest merepinna suhtes kõige madalamal: 12,3 m ümp. Järve kaldajoone liigendatuse näitaja on 2,02 (koos saartega, mida on järves kolm). Järve ruumala ja batümeetrilised kõverad käivad aga täiesti “ühte jalga”, nimelt 80% mõlemast on ülemises esimeses meetris, millele järgneb järsk langus (tabel 3.6.2.; joonis 3.6.4.).

Tabel 3.6.1. Klooga järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	12,30
Suurim pikkus (m)	2950
Laine ajutee (m)	2950
Suurim laius (m)	680
Veepeegli pindala (ha/km^2)	133,2/1,33
Saarte pindala (ha/km^2)	0,2/0,002
Kogupindala (ha/km^2)	133,4/1,33
Suurim sügavus (m)	3,3
Keskmine sügavus (m)	0,81
Suhteline sügavus (%)	0,3
Maht (m^3)	1079200
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,99
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,29
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,28
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,95
Kaldajoone liigendatus saartega	2,02
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,76

Tabel 3.6.2. Klooga järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	133,2	1,33	0–1	879267
1	28,5	0,28	1–2	169529
2	7,1	0,07	2–3	29198
3	0,8	0,01	>3	1193



Joonis 3.6.4. Klooga järve batümeetriline ja ruumala kõver.

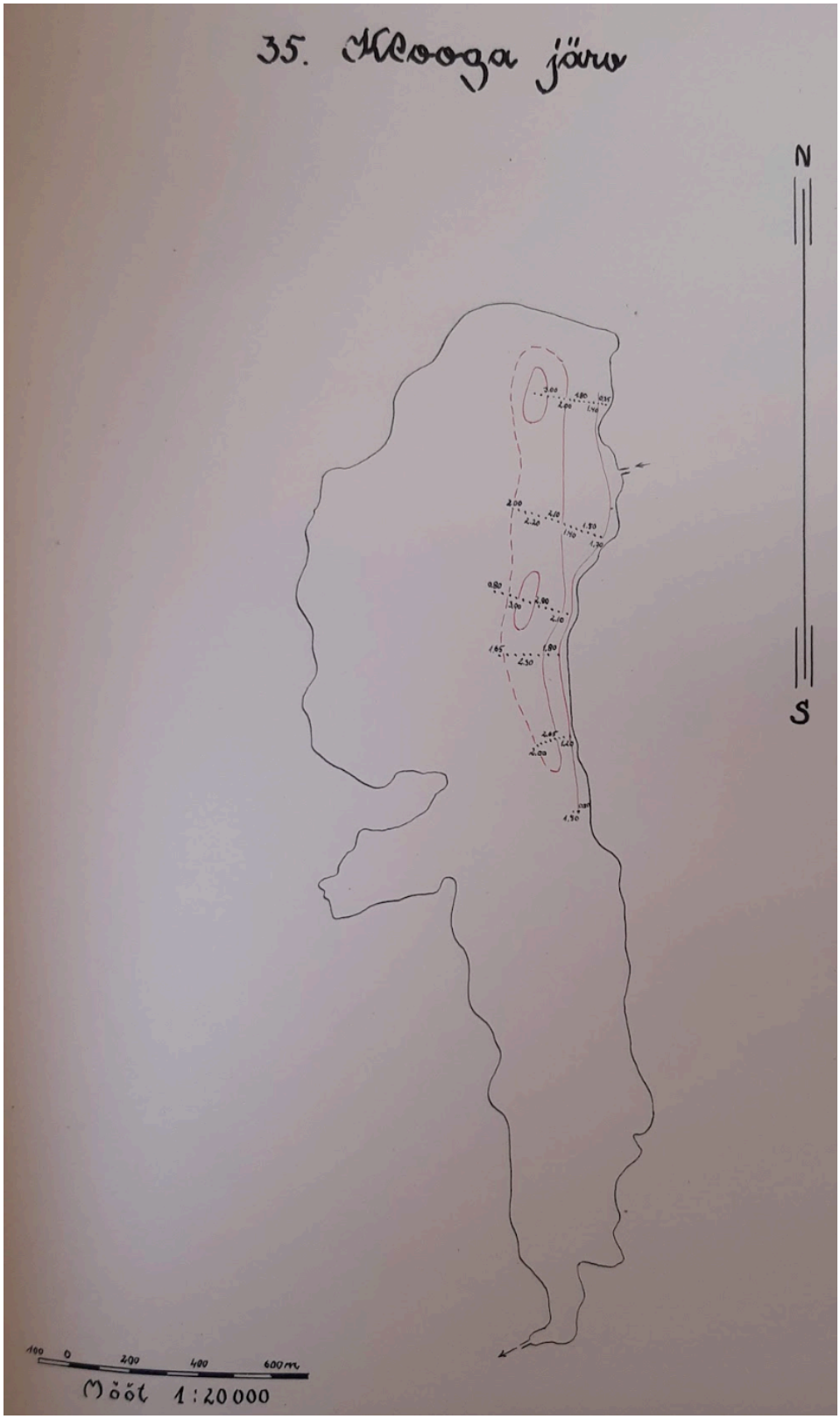
Varasemaid andmeid on Klooga järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.6.3). Olemasolevad andmed on osaliselt vastuolulised. Nimelt Kask (1964) andmetel on veetase olnud paarkümmend sentimeetrit tänapäevasest madalam, kuid samas suurim järve pikkus, laius, sügavus on mõnevõrra suuremad. Eriti suured käärid on varasemate ja tänapäevaste andmete vahel järve mahu osas: kunagi olevat järve maht pea 2,5 korda suurem olnud. Isegi jättes välja erinevuse järve mahus, siis on raske leida kindlat süstemaatilist viga või seletust vanemate ja uuemate andmete erinevuses. Kuid erinevus järve mahus viitab pigem mingile arvutuslikule veale või liialt hõredale mõõtmistihedusele.

Tabel 3.6.3. Klooga järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	12,30	11,8 (12,04 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2950	3120	2970
Laine ajutee (m)	2950		
Suurim laius (m)	680	800	
Veepeegli pindala (ha/km²)	133,2/1,33	135,0/1,35	133,2/1,33
Saarte pindala (ha/km²)	0,2/0,002		0,2/0,002
Kogupindala (ha/km²)	133,4/1,33		
Suurim sügavus (m)	3,3	3,6	3,6
Keskmine sügavus (m)	0,81		1,9
Suhteline sügavus (%)	0,3		
Maht (m³)	1079200	2565000	

Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,99	8,0	
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,29		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,28		8,27
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,95	1,94	
Kaldajoone liigendatus saartega	2,02		2,0
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,76		

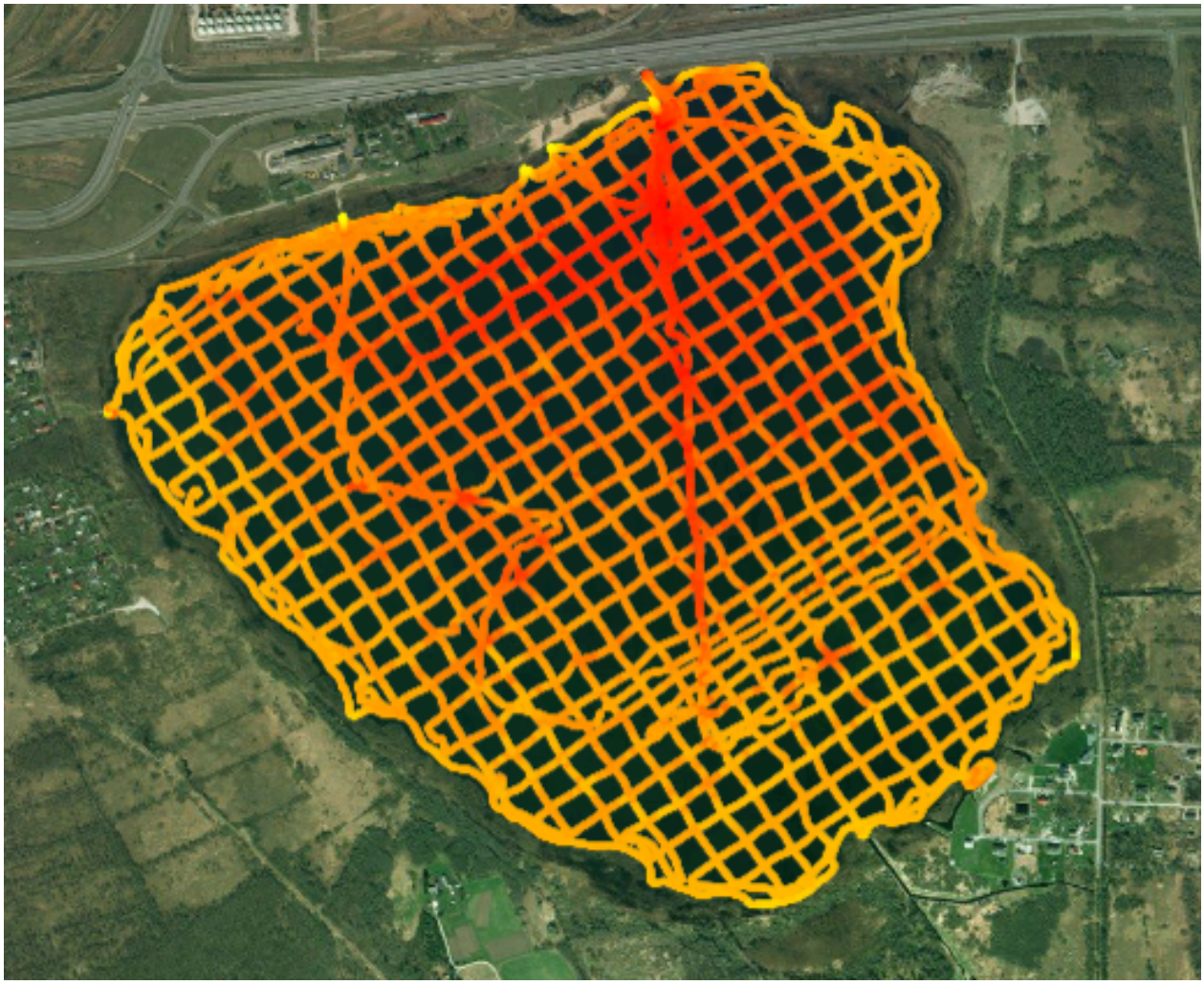
Tartu Ülikooli geograafia kateedri üliõpilase Rita Valmeti diplomitöös (Valmet, 1954) on Klooga järv kaardistatud vaid osaliselt, kuna mõõdistusi ei viidud lõpuni, sest järv olevat olnud muda täis (joonis 3.6.5.). See tõik viitaks pigem, et toona oleks järve mõõtmed ja maht olnud pigem väiksemad kui suuremad, võrreldes tänapäevaga. Samas poolikuks jäänud kaarti vaadates on näha 3 meetri sügavused alad, mis klapivad tänapäeva sügavamate aladega. Seega jääb lahtiseks, mis olukorras järv toona oli. Ka 2024 aasta kevadistel mõõtmistel oli järve madalamates osades keeruline liikuda, kuid pigem takistas liikumist põhjataimestik.



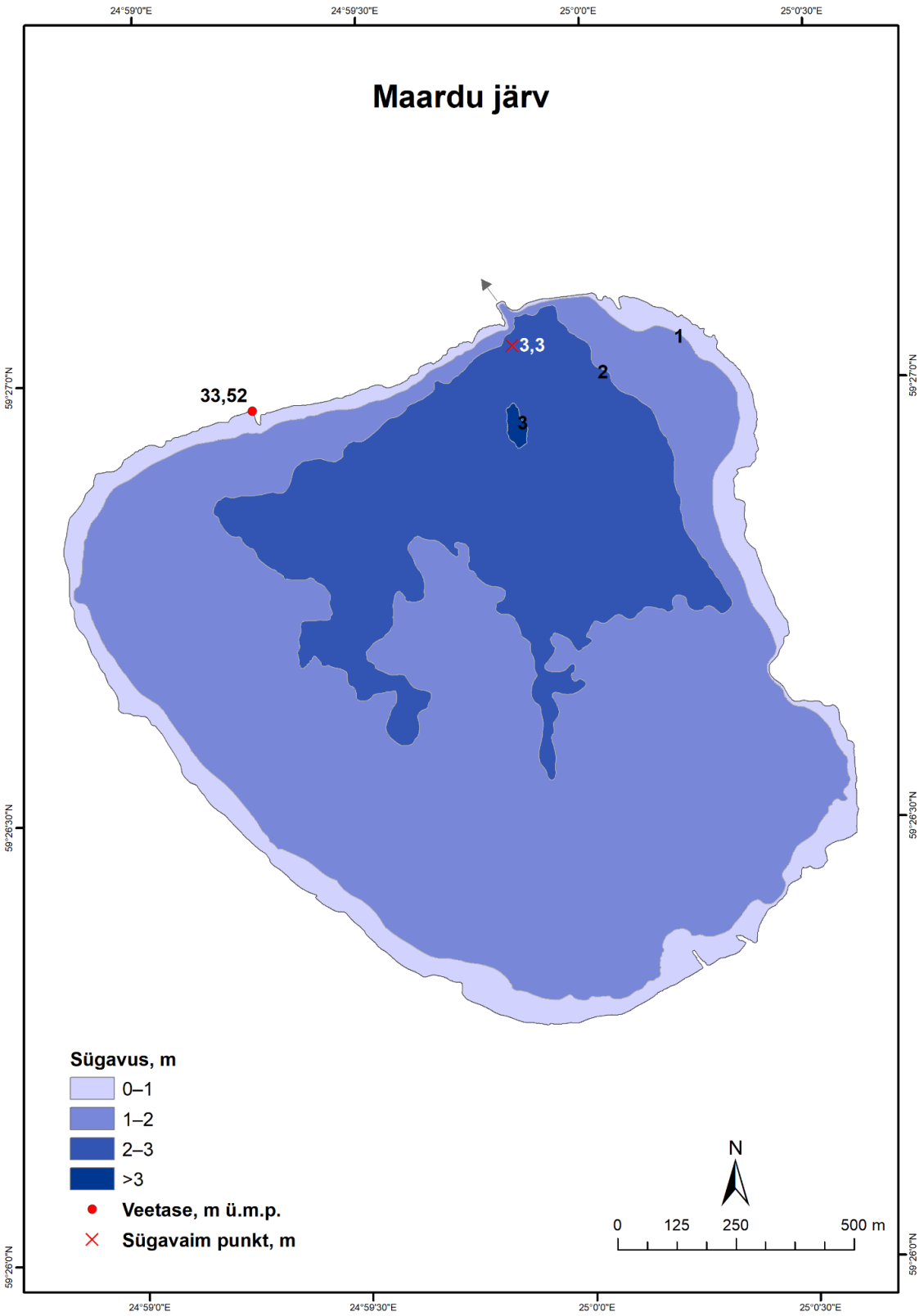
Joonis 3.6.5. Klooga järve ajalooline kaart (Valmet, 1954).

3.7. Maardu järv

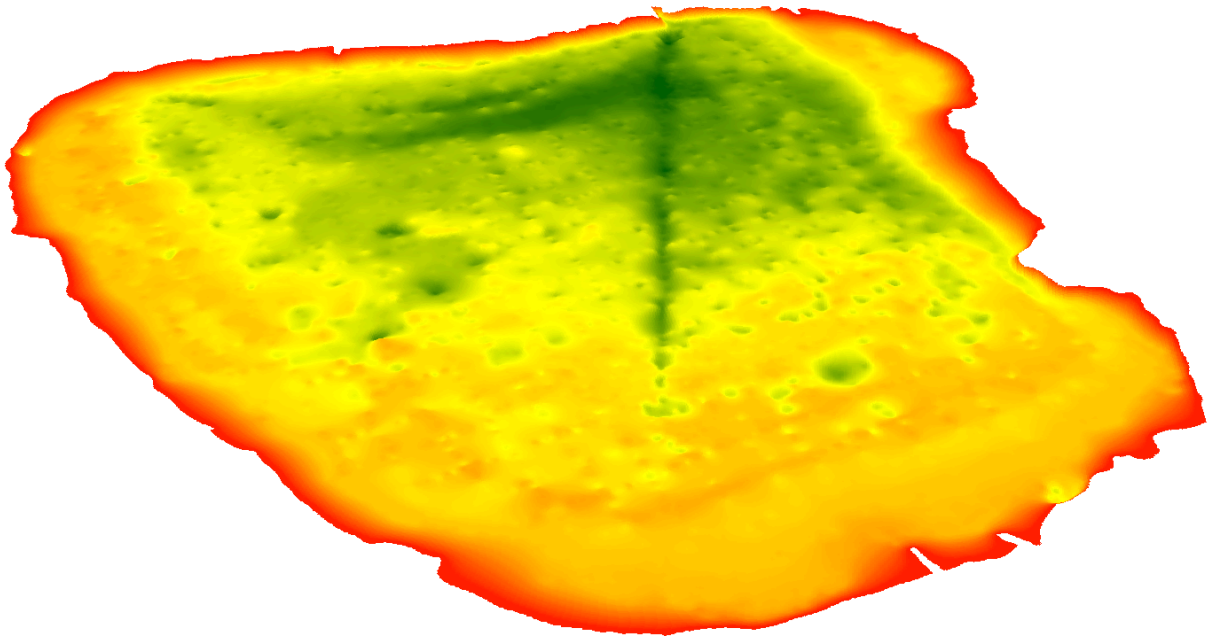
Välitööd viidi Maardu järvel läbi 16., 18. ja 24.04.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 66,0 kilomeetrit ja saadi kokku 149212 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.7.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 33,51 m ümp. Järve veesammas oli segunenud ja vee temperatuur oli 7,3 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 33,52 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.7.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.7.3).



Joonis 3.7.1. Maardu järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.7.2. Maardu järve sügavuskaart veetasemega 33,52 m ümp.



Joonis 3.7.3. Maardu järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Maardu järv (171,6 ha) on üsna sarnase pikkuse (1780 m) ja laiusega (1480 m) lapergune järv (tabel 3.7.1.). Maardu järv on vägagi madal ning keskmine sügavus ulatub vaid 1,59 meetrini. Suurim sügavus on 3,3 m, mis asub järve põhjaosas, kus hetkel paikneb ujumisala - võibolla on selle tõttu seal tehtud süvendustöid. Antud punkti lähedale jääb ka järve väljavool Kroodi ojja (kõrgvee ajal), mille kaudu järv ka 1893. või 1894. aastal ka tühjaks voolas. Seejärel oli kuni 1939. aastani järve kohal tüma heinamaa (Tõnisson, 2014; Valmet, 1954). Järve tühjaks laskmine võis ka uuristada sügavamad alad väljavoolu juurde. Lõuna-põhja suunaline süvend võib olla kunagisel heinamaal avanenud allikavete äravoolu- ja kuivenduskraav, mida on näha ka vanematel kaartidel (näiteks Eesti Vabariigi topograafiline ülevaatekaart 1:200 000 (1935-1938)) (X-GIS. Maa-amet, vaadatud 13.12.2024) (Valmet, 1954) (joonised 3.7.1., 3.7.3.). Maardu järve settepinna konfiguratsioon on üldiselt mosaiikne. Vahetult kaldaääres kukub sügavus ühe meetrini, mida iseloomustab pelgalt 10% pindala 0–1 m sügavusvahemikus (joonis 3.7.4.). Samas suur osa järve ruumalast jääb just samasse vahemikku, koguni 60% (tabel 3.7.2.; joonis 3.7.4.).

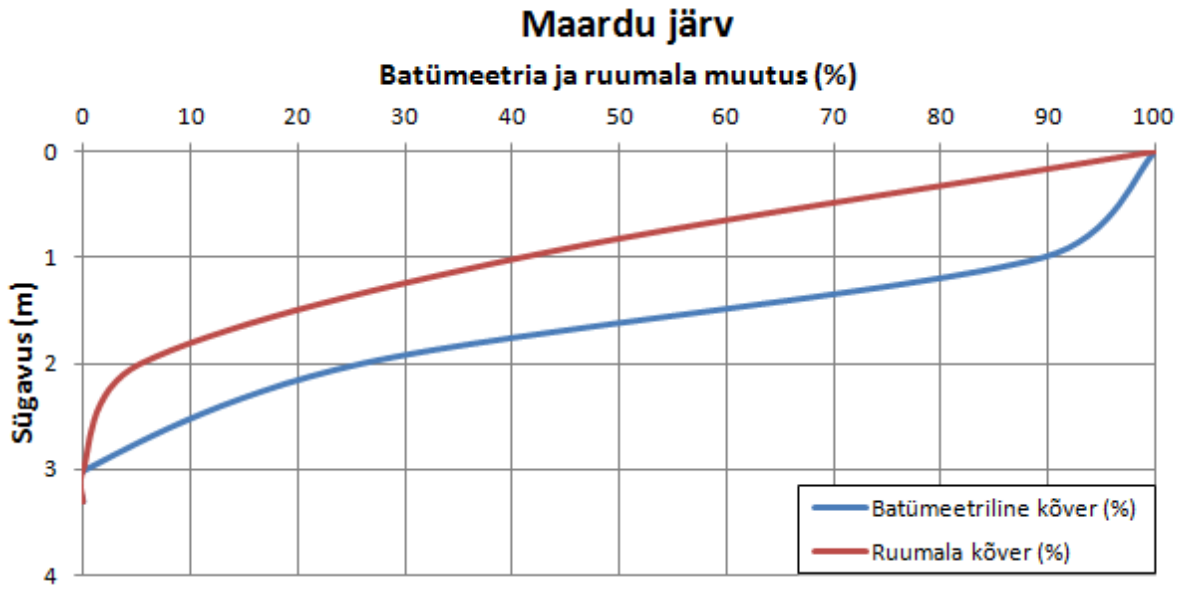
Tabel 3.7.1. Maardu järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	33,52
Suurim pikkus (m)	1780
Laine ajutee (m)	1780
Suurim laius (m)	1480
Veepeegli pindala (ha/km^2)	171,6/1,72

Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	171,6/1,72
Suurim sügavus (m)	3,3
Keskmine sügavus (m)	1,59
Suhteline sügavus (%)	0,2
Maht (m^3)	2735800
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	5,68
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,68
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,22
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,70

Tabel 3.7.2. Maardu järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	171.6	1.72	0–1	1618405
1	153.2	1.53	1–2	970674
2	44.4	0.44	2–3	146454
3	0.3	0.00	>3	224

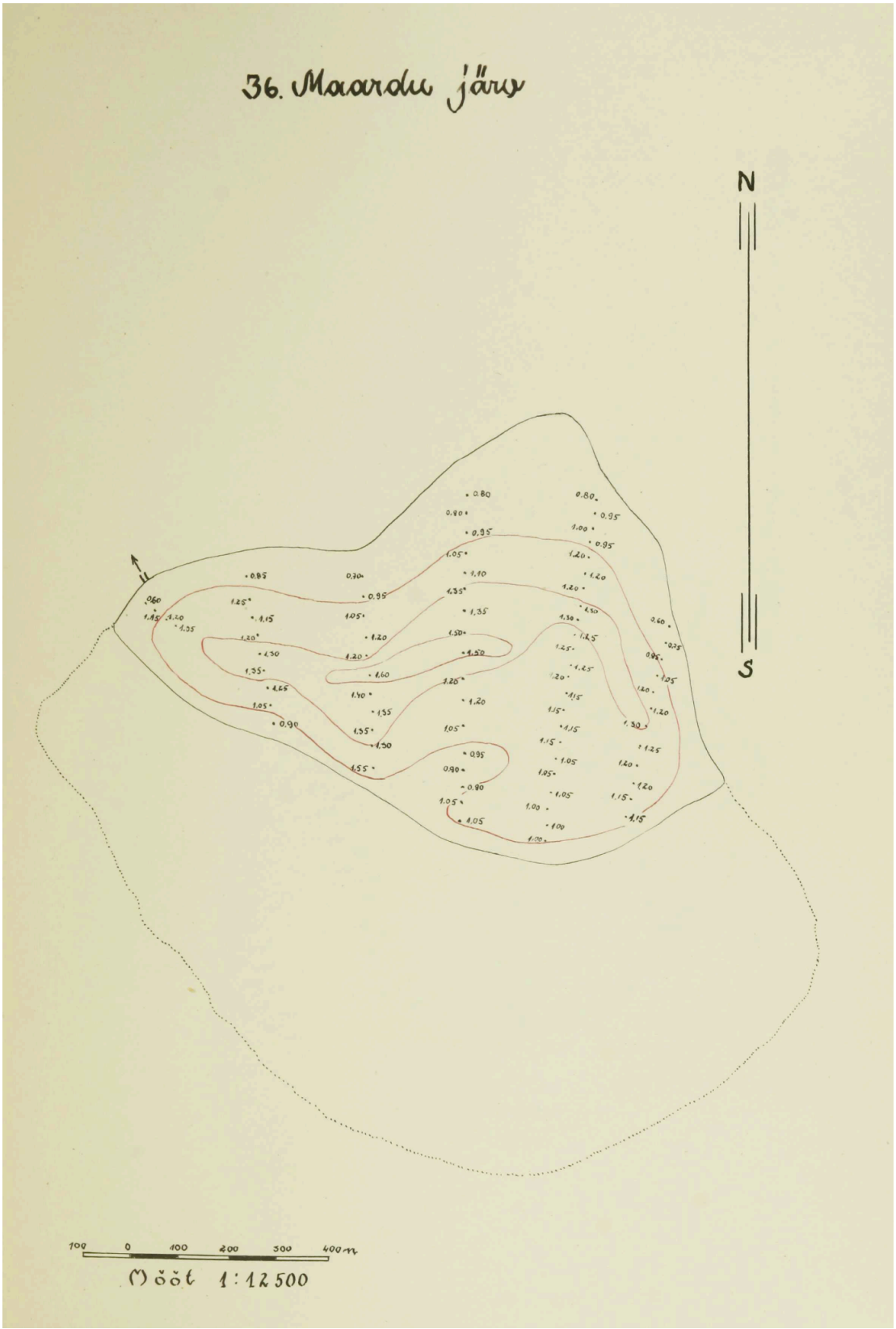


Joonis 3.7.4. Maardu järve batümeetriline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Maardu järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.7.3). Erinevuse varasemate ja tänapäevaste andmete vahel on märkimisväärsed. Tõenäoliselt tuleneb see ülal mainitud järve tühjaks voolamisest. Nimelt järve põhjaosas oleva Kroodi oja kaudu üritati järve veetaset ühtlaselt langetada, kuid pais andis järgi ja enamus järve jooksis järsult tühjaks, uuristades sügava äravoolu kanali ning jättes suure osa järvest kuivale (joonis 3.7.5.). Kuigi järve hakati taastama 1939 aastal, ei olnud see veel Valmeti mõõdistamise ajaks oma kunagist veetaset saavutanud (joonis 3.7.5.) (Valmet, 1954). Sellest tulenevalt on tänapäevased järve mõõtmed suuremad kui Kask (1964) andmetel. Pindala ja sügavus olid toona üle poolevõrra väiksemad (tabel 3.7.3.). Tänapäeva ja EELISe andmed on üsnagi sarnastes suurusjärkudes, kuigi on erinevusi ja ei ole selge, kust pärinevad EELISe endmed. Võrreldes tänapäevast kaarti kunagise Valmeti poolt koostatud sügavuskaardiga (joonis 3.7.5.), siis jääb silma, et kunagisel kaardil märgitud sügavamate alade asukohad ei kattu tänapäeval tuvastatud sügavamate aladega. Millest see on tingitud, on raske spekuleerida.

Tabel 3.7.3. Maardu järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

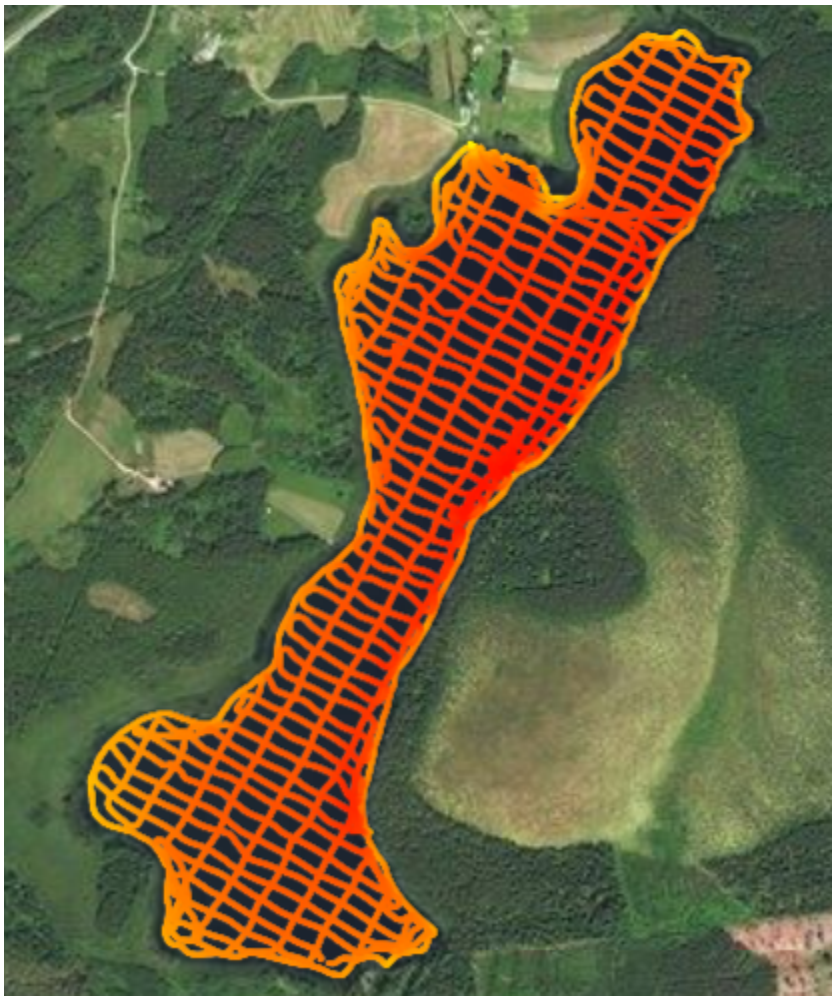
Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	33,52	32,0 (32,23 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1780	1400	1730
Laine ajutee (m)	1780		
Suurim laius (m)	1480	920	
Veepeegli pindala (ha/km²)	171,6/1,72	64,9/0,65	161,8/1,62
Saarte pindala (ha/km²)	-		
Kogupindala (ha/km²)	171,6/1,72		
Suurim sügavus (m)	3,3	1,5	3,7
Keskmine sügavus (m)	1,59		1,5
Suhteline sügavus (%)	0,2		
Maht (m³)	2735800		
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	5,68	4,80	5,94
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,68		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,22	1,70	1,3
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,70		



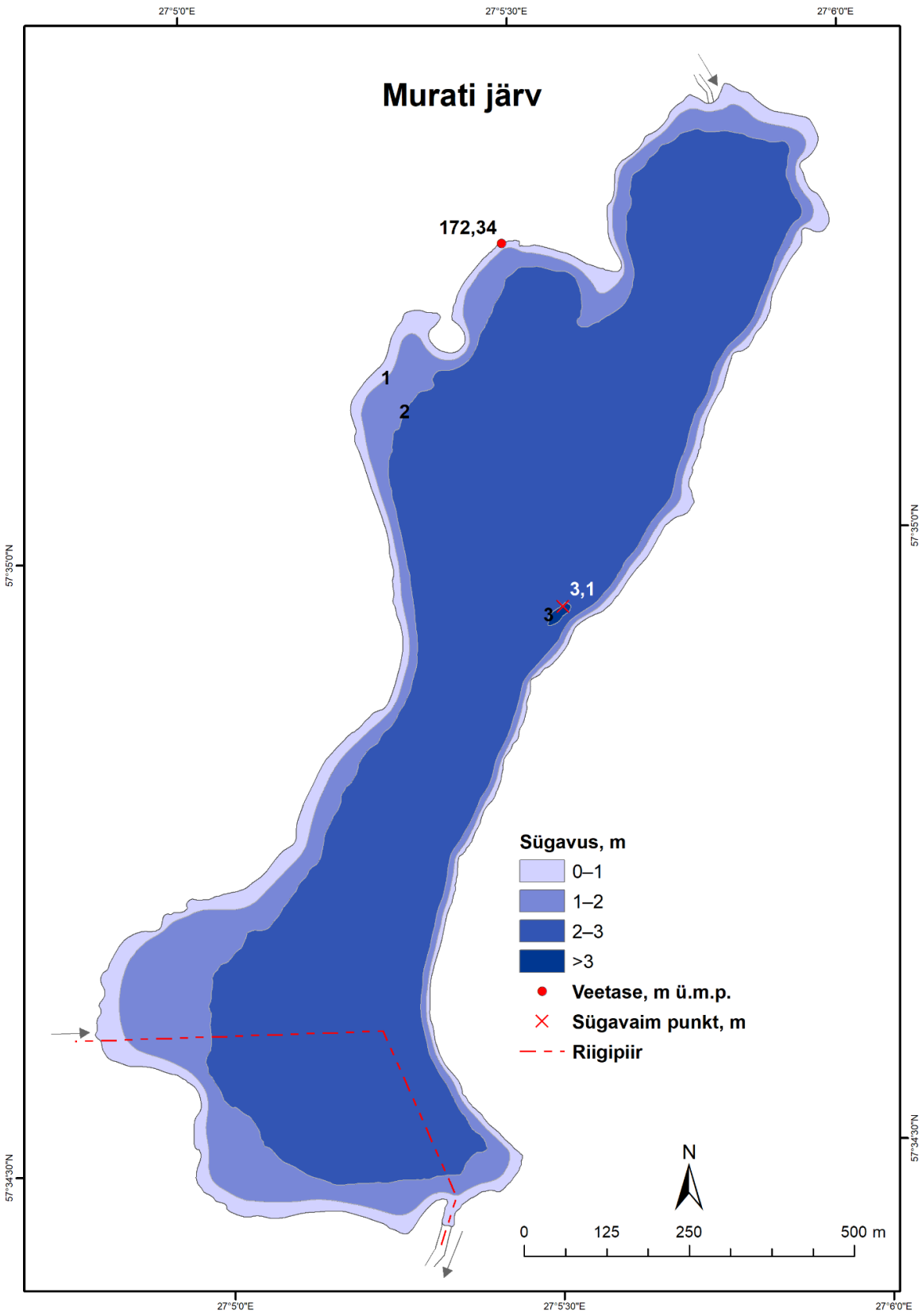
Joonis 3.7.5. Maardu järve ajalooline kaart (Valmet, 1954)

3.8. Murati järv

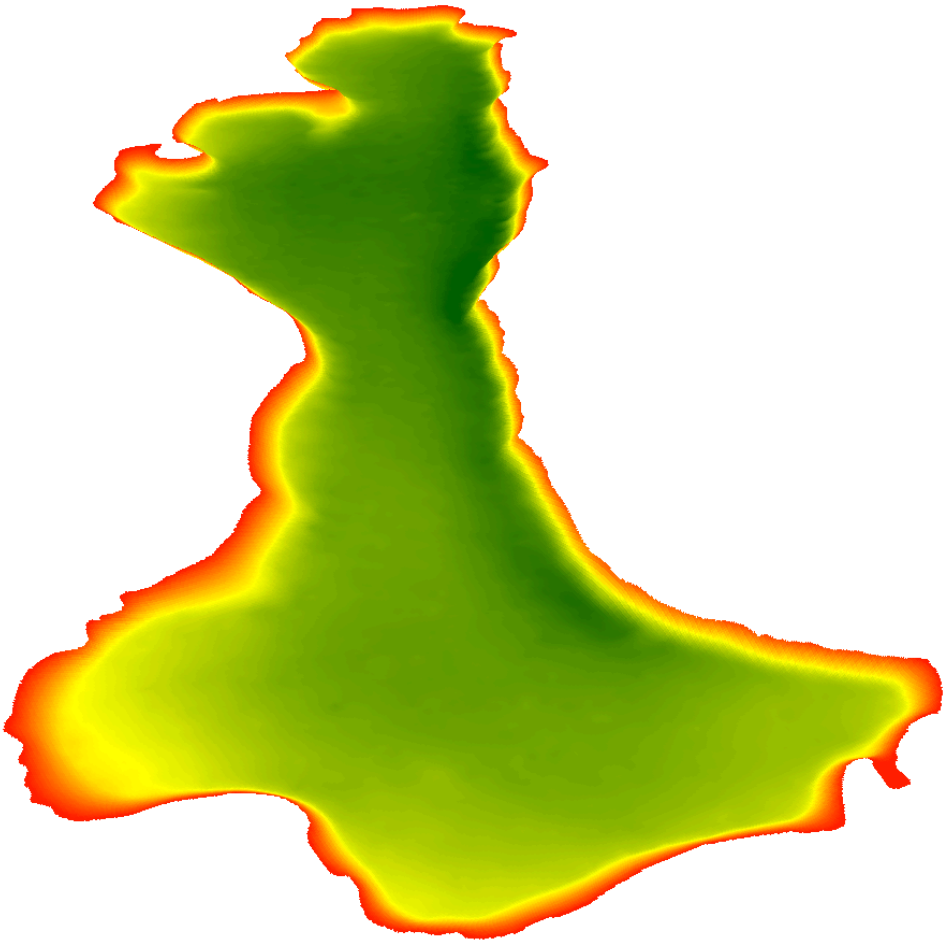
Välitööd viidi Murati järvel läbi 20.-21.09.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 37,1 kilomeetrit ja saadi kokku 90820 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.8.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 172,13 m ümp. Järve veesammas oli segunenud ja vee temperatuur oli 17,1 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 172,34 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.8.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.8.3).



Joonis 3.8.1. Murati järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.8.2. Murati järve sügavuskaart veetasemega 172,34 m ümp.



Joonis 3.8.3. Murati järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Murati järv (65,7 ha) on huvitava konfiguratsiooniga järv: edela kirde suunas piklik, kuid kohati otstest sopiline (tabel 3.8.1.). Järve iseloomustab järsem veer idapoolsel küljel ja laugem läänepoolne külg. Ka sügavam ala jääb järve idapoolsesse külge, ulatudes maksimaalselt kuni 3,1 meetrini (joonised 3.8.2., 3.8.3.). Keskmine sügavus on järves vaid 2,1 m ja valdav osa (85%) järve veemahust jääb esimese 2 m sisse (tabel 3.8.2.; joonis 3.8.4.). See tähendab, et kalda ääres kukub veesügavus järsult, mis on näha ka batümeetriliselt kõveralt: 0–1 m ala moodustab pelgalt 10% järve pindalast (joonis 3.8.4.). Järve läbib lõunaosas Eesti-Läti riigipiir (veekogumi morfomeetriliste näitajatena on võetud arvesse terve veekogu). Järve põhjareljeef on märkimisväärselt tasane (joonis 3.8.3.).

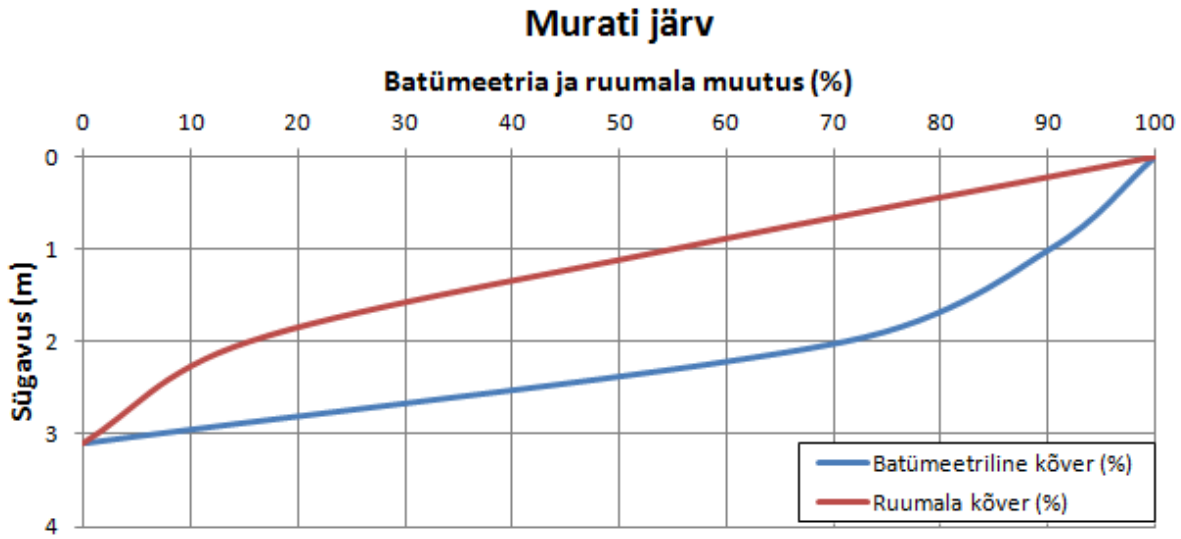
Tabel 3.8.1. Murati järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	172,34
Suurim pikkus (m)	1860
Laine ajutee (m)	1860

Suurim laius (m)	700
Veepeegli pindala (ha/km^2)	65,7/0,66
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	65,7/0,66
Suurim sügavus (m)	3,1
Keskmine sügavus (m)	2,1
Suhteline sügavus (%)	0,3
Maht (m^3)	1378100
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	5,4
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,4
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,86
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,06

Tabel 3.8.2. Murati järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	65,7	0,66	0–1	620388
1	58,9	0,59	1–2	544546
2	46,4	0,46	2–3	213114
3	0,1	0,00	>3	14



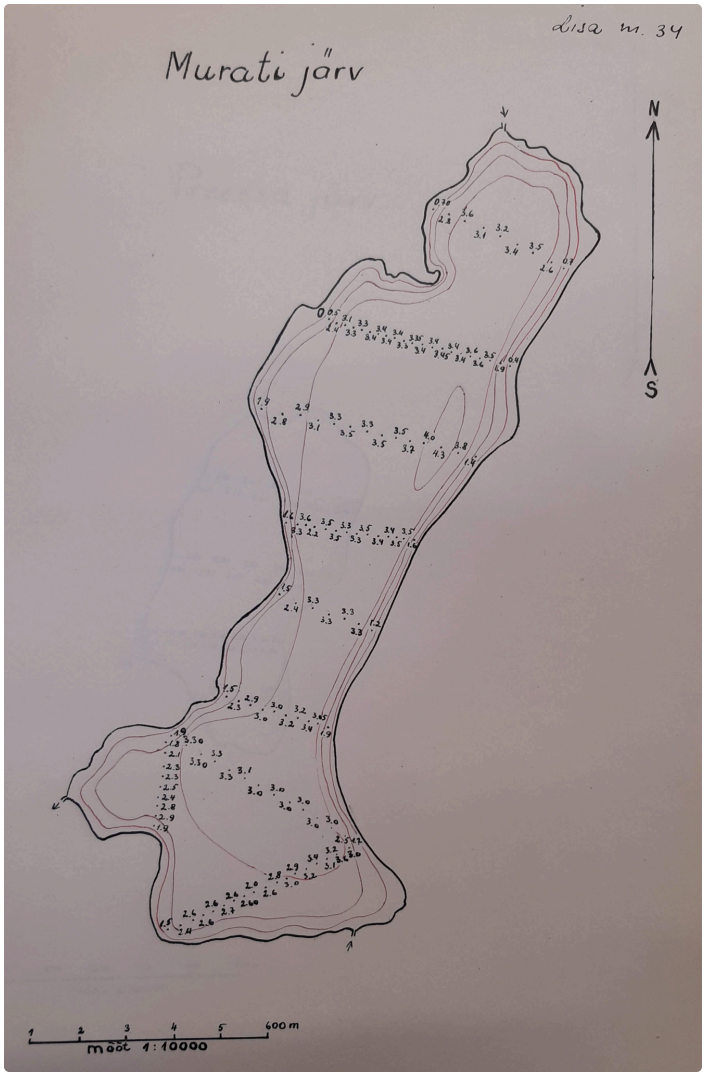
Joonis 3.8.4. Murati järve batümeetriline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Murati järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.8.3). Kuigi järve mõõtmete erinevused on üsnagi tühised, siis peamine lahknevus seisneb sügavustes. Nimelt kunagi olevat järv olnud 4,3 meetrit sügav (tänapäeval 3,1 meetrit) keskmise sügavusega 3,6 meetrit (tänapäeval 2,1 meetrit). Samuti on Kask (1964) andmetel põhinev järve maht pea kaks korda suurem tänapäevasest. Võttes arvesse, et otseselt mõõdetavate pikkuse ja laiuse parameetrid on pigem ajalooliselt korrektsed, siis erinevatest meetoditest ja mõõtmisvigadest tulenevalt on vanad sügavusandmete tulemused pigem väärad (ja seega ka mahuandmed).

Tabel 3.8.3. Murati järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	172,34	171,9 (172,05 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1860	1800	1880
Laine ajutee (m)	1860		
Suurim laius (m)	700	700	
Veepeegli pindala (ha/km²)	65,7/0,66	66,6/0,67	65,8/0,66
Saarte pindala (ha/km²)	-		
Kogupindala (ha/km²)	65,7/0,66		
Suurim sügavus (m)	3,1	4,3	4,3
Keskmine sügavus (m)	2,1	3,6	3,6
Suhteline sügavus (%)	0,3		
Maht (m³)	1378100	2394000	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	5,40	5,05	5,29
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,40		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,86	1,76	1,8
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,06		

Varasema Murati järve sügavuskaardi koostajaks on Uljas (1953) (joonis 3.8.5.). Vana kaardi järve kontuur klapib üsna hästi tänapäevasega, kuid sügavustes esineb suuri erinevusi. Nimelt katab ajaloolisel kaardil üle 3 m sügavune ala suure osa kogu järvest, tänapäeval on 3 m sügavam ala vaevu märgatav järve idaküljel. Lisaks on ajaloolisel kaardil märgitud veel 4 m sügavune ala, mis tänapäeval sootuks puudub.



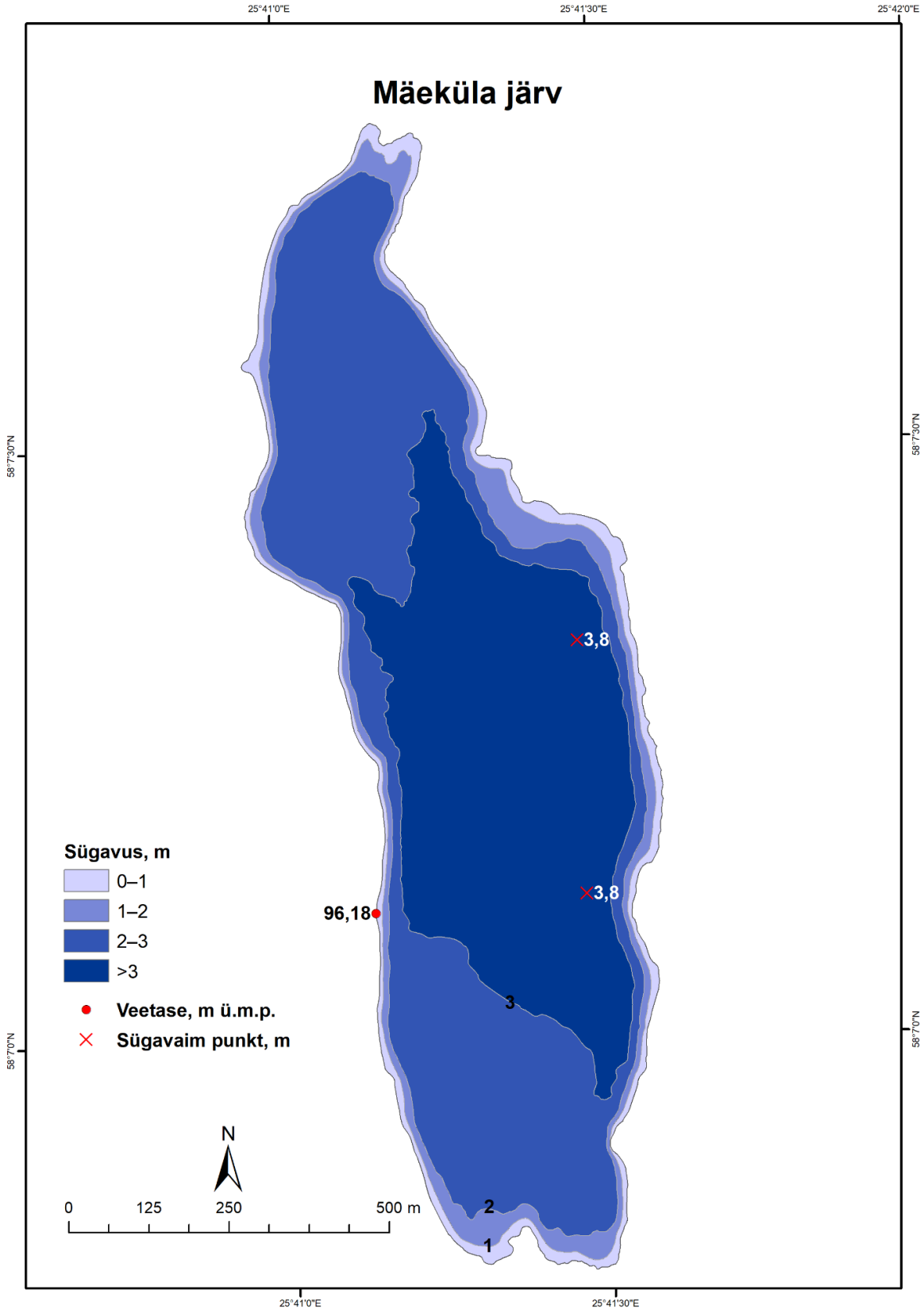
Joonis 3.8.5. Murati järve ajalooline kaart (Uljas, 1953).

3.9. Mäeküla järv

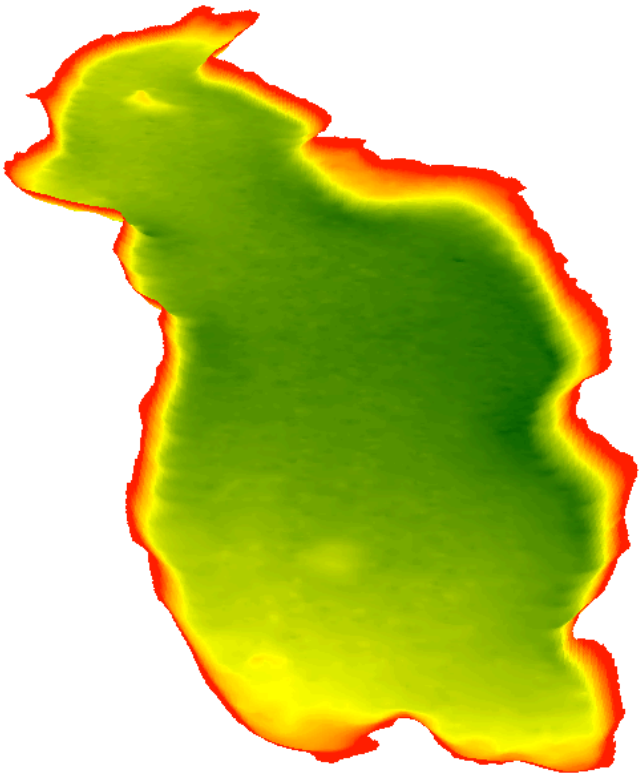
Välitööd viidi Mäeküla järvel läbi 26.09.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 37,5 kilomeetrit ja saadi kokku 89983 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.9.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 95,89 m ümp. Järve veesammas oli segunenud ja vee temperatuur oli 16,6 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 96,18 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.9.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.9.3).



Joonis 3.9.1. Mäeküla järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.9.2. Mäeküla järve sügavuskaart veetasemega 96,18 m ümp.



Joonis 3.9.3. Mäeküla järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Mäeküla järv (64,2 ha) on kergelt vildakas põhja-lõuna suunaline piklik (suurim pikkus 1820 m; suurim laius 450 m) järv (tabel 3.9.1.; joonis 3.9.2.). Tegu on üsna madala (maksimaalne sügavus 3,8 m), kuid samas suhteliselt suure keskmise sügavusega (2,64 m) järvega. Tuleneb see järve väga järsust kaldast (joonis 3.9.3.), kuni 2 meetrine ala katab pelgalt 15% pindalast (joonis 3.9.4.). Samas moodustab kuni 2 m sügavusvahemik 70% kogu järve ruumalast (tabel 3.9.2.; joonis 3.9.4.). Üle 3 m sügavus moodustab laia ala järve keskosas, kuid maht moodustab ruumalast alla 5%. Sügavaim punkt (3,8 m) tuleb märkida ühtse konkreetse ala puudumise tõttu kahte kohta (joonis 3.9.2.).

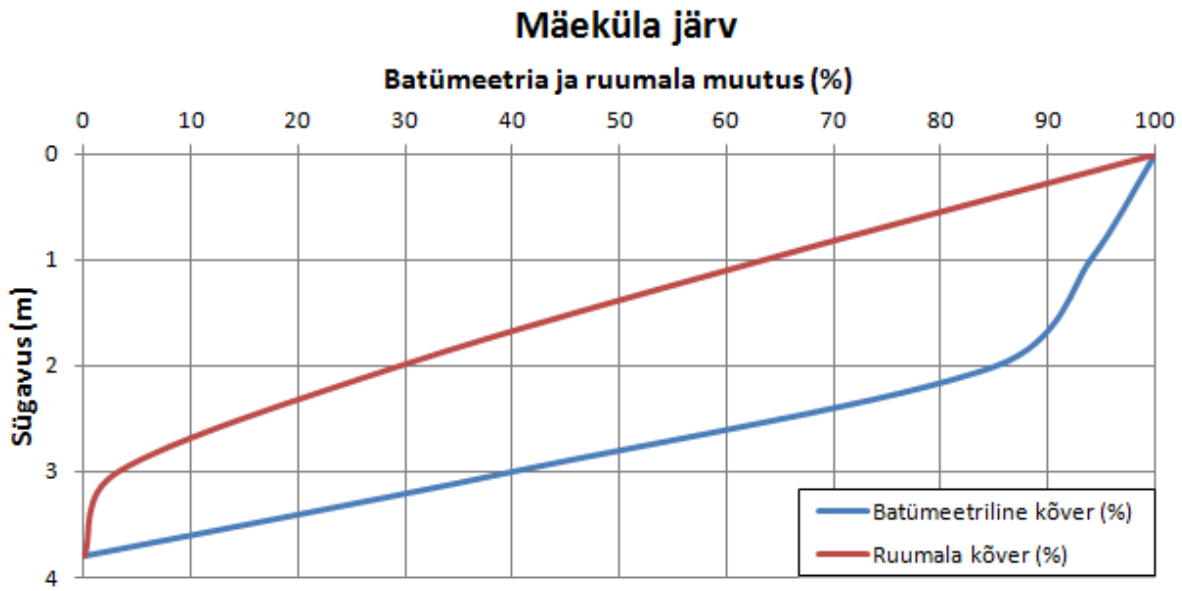
Tabel 3.9.1. Mäeküla järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	96,18
Suurim pikkus (m)	1820
Laine ajutee (m)	1790
Suurim laius (m)	450
Veepeegli pindala (ha/km^2)	64,2/0,64
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	64,2/0,64
Suurim sügavus (m)	3,8

Keskmine sügavus (m)	2,64
Suhteline sügavus (%)	0,4
Maht (m^3)	1695000
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	4,51
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	4,51
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,59
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,20

Tabel 3.9.2. Mäeküla järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	64,2	0,64	0–1	621140
1	60,0	0,60	1–2	574817
2	54,4	0,54	2–3	445055
3	25,6	0,26	>3	53988



Joonis 3.9.4. Mäeküla järve batümeetriline ja ruumala kõver.

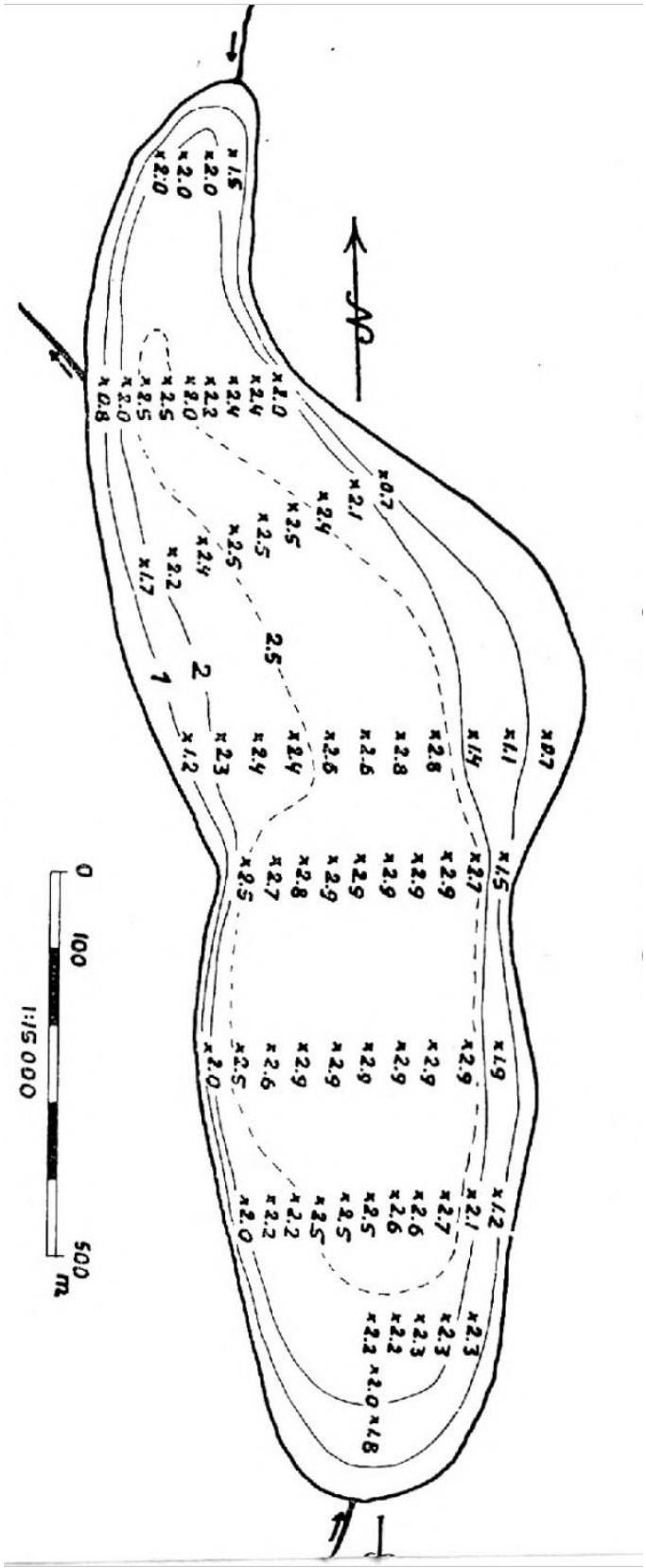
Varasemaid andmeid on Mäeküla järve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.9.3). Võrreldes järve pikkuse ja laiuse parameetreid, siis võiks järeldada, et kunagi oli järv mõne võrra suurem. Samas on vastuoluline, et suurim ja keskmine sügavus ning järve maht on kunagi olnud oluliselt väiksem kui tänapäeval. Millest see tuleneb, on keeruline põhjendada, kuna klassikaliselt on vanemate kaartide sügavused suuremad võrreldes tänapäevaga, tingitud

sügavuste mõõtmismeetodit erinevusest (vai/raskuspomm vs kajalood). On teada, et järve veetaset alandati 1923. aastal (Mäemets, 1977), kuid veetaseme taastamise kohta andmeid ei ole. Ühe seletusena saab pakkuda, et veetase on järves ikkagi ajapikku taastunud. EELISes olevad sügavuste andmed paistavad olevat otse võetud vanadest töödest.

Tabel 3.9.3. Mäeküla järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Riikoja, 1930**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	96,18		95,9 (96,07 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1820	1840	1810	1820
Laine ajutee (m)	1790			
Suurim laius (m)	450	560	550	
Veepeegli pindala (ha/km²)	64,2/0,64	68,0/0,68	61,7/0,62	63,7/0,64
Saarte pindala (ha/km²)	-			
Kogupindala (ha/km²)	64,2/0,64			
Suurim sügavus (m)	3,8	2,9	2,9	2,9
Keskmine sügavus (m)	2,64	2,01	2,0	2,0
Suhteline sügavus (%)	0,4			
Maht (m³)	1695000	1364000	1234000	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	4,51	4,25	4,10	4,53
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	4,51			
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,59	1,45	1,47	1,6
Kaldajoone liigendatus saartega	-			
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,20	0,97		

Mäeküla järve varasem sügavuskaart pärineb Riikoja (1930) tööst (joonis 3.9.5.). Ajaloolise sügavuskaardi kontuur on mõnevõrra lihtsustatud ja ei kattu hästi tänapäevasega. Lisaks jääb silma, et sügavaimaks sügavusjooneks on märgitud 2,5 m ja suurimaks sügavuseks on märgitud lausaliselt 2,9 meetrit. Tänapäevasel kaardil katab üle 3 m sügavune ala suure osa järvest ning sügavused ulatuvad kuni 3,8 meetrini.



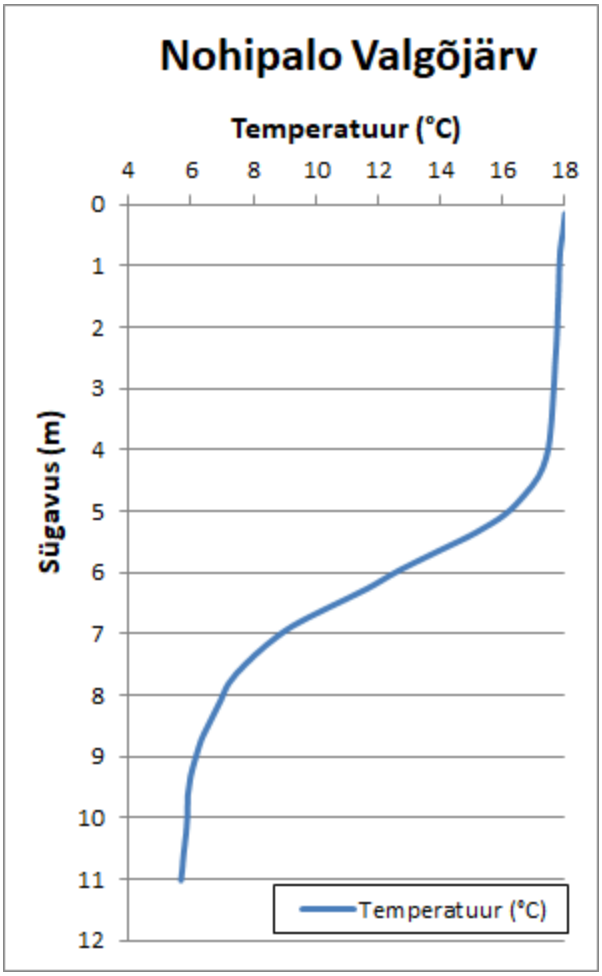
Joonis 3.9.5. Mäeküla järve ajalooline kaart (Riikoja, 1930).

3.10. Nohipalo Valgõjärv

Välitööd viidi Nohipalo Valgõjärvel läbi 20.09.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 7,2 kilomeetrit ja saadi kokku 20353 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.10.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 58,21 m ümp. Järve veesammas oli kihistunud, hüppekiht asus 4,5 ja 7,5 m vahel. Pinnal oli temperatuur 18,0 °C ja põhjas 5,7 °C (joonis 3.10.2.). Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 58,42 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.10.3) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.10.4).

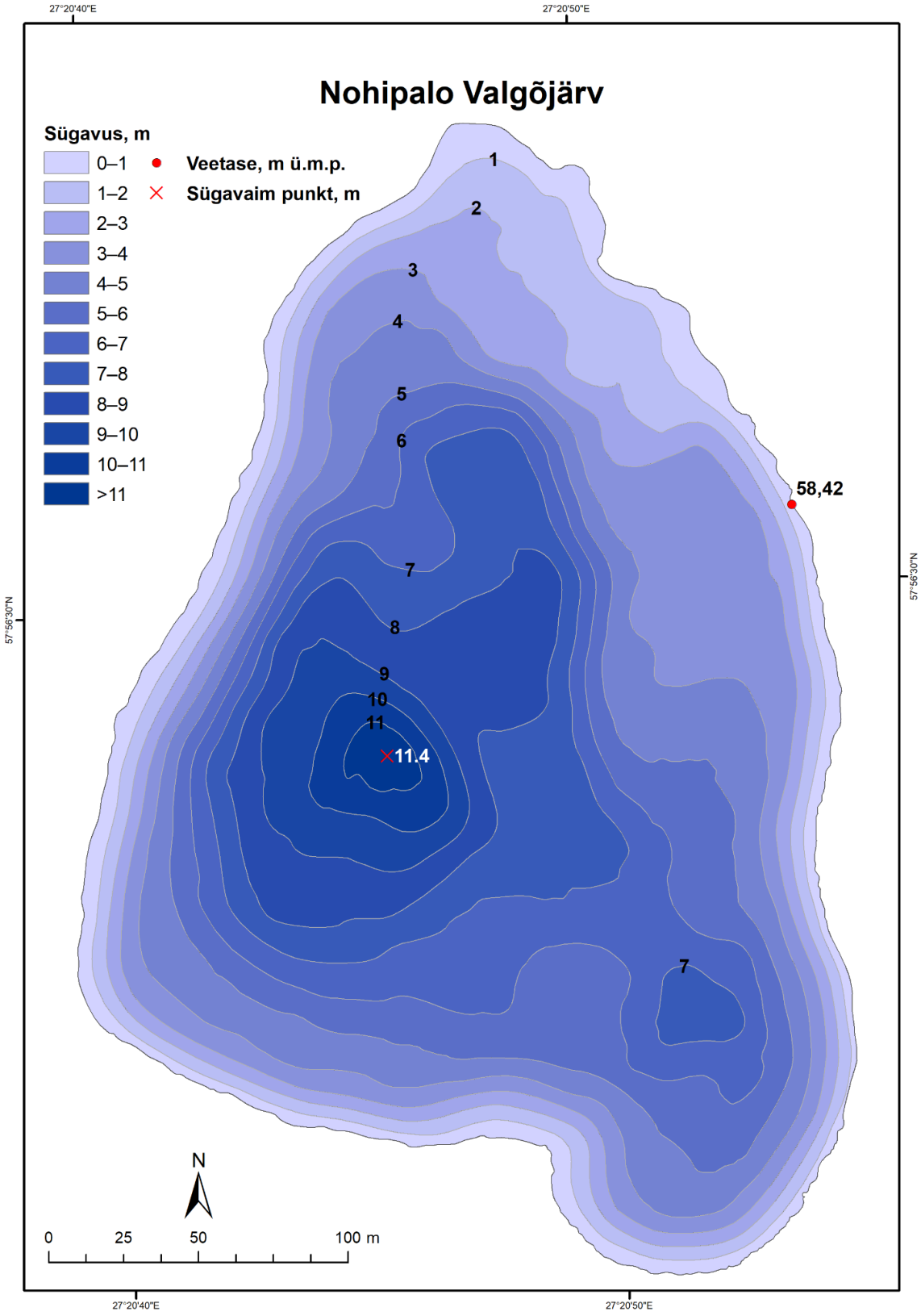


Joonis 3.10.1. Nohipalo Valgõjärve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).

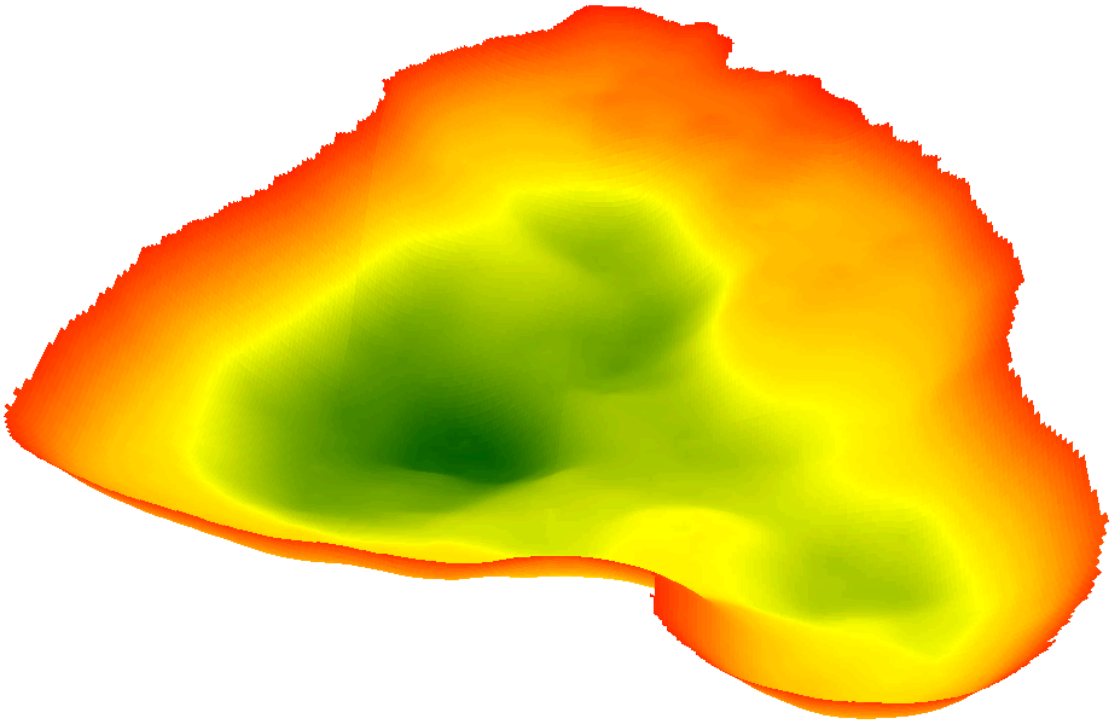


Joonis 3.10.2. Nohipalo Valgõjärve veesamba temperatuurid.

Nohipalo Valgõjärv on antud töös väikseima pindalaga (6,72 ha) ja batümeetriliselt üsnagi kausjas järv (tabel 3.10.1.; joonis 3.10.3.). Järv on läänekülgelt veidi järsema veeruga ja idaküljelt laugem. Arvestades veekogu suurust, on järv üsnagi sügav: suurim sügavus 11,4 m, keskmine sügavus on 4,9 m ja suhteline sügavus järve väiksusest ja sügavusest tingituna kogunisti 3,9%. Tulenevalt järve väikesest suurusest ja suurest sügavusest on ka järve keskmine veerukalle tervelt 6,04 kraadi. Järvenõgu iseloomustab suhteliselt ühtlane sügavuse suurenemine: nii ruumala kui ka pindala jaotused on üsna lineaarsed, kuigi kaldaääres suureneb sügavus pigem järsemalt ja sügavam ala on laugem (tabel 3.10.2.; joonis 3.10.5.).



Joonis 3.10.3. Nohipalo Valgõjärve sügavuskaart veetasemega 58,42 m ümp.



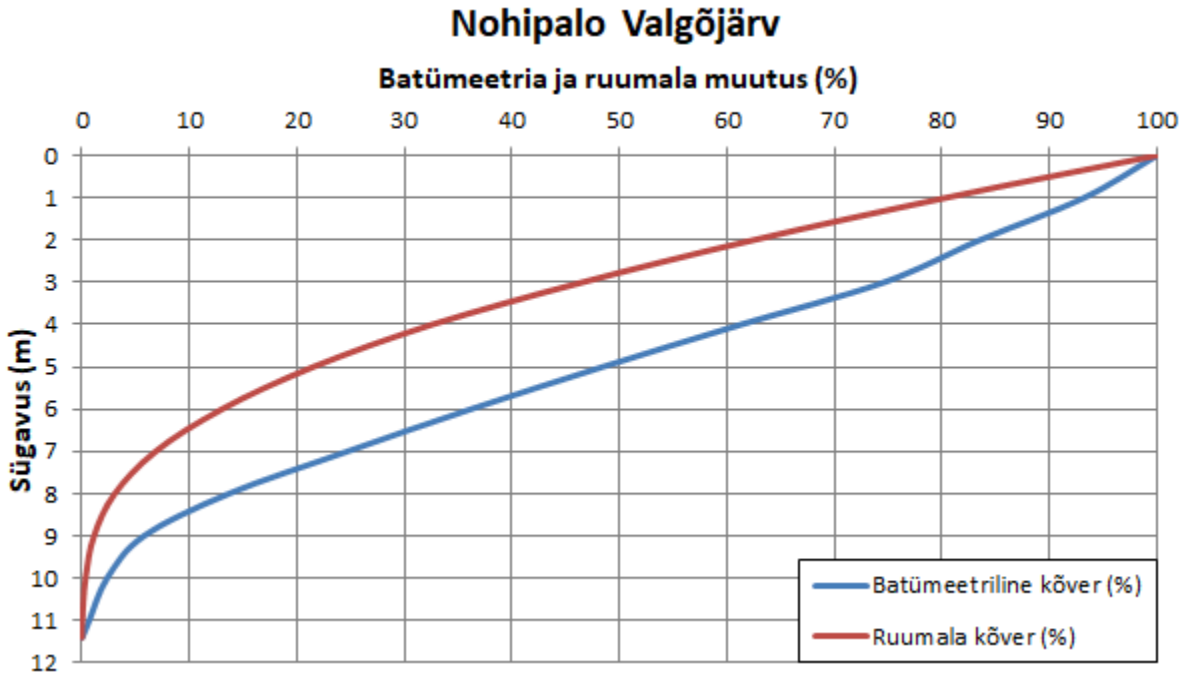
Joonis 3.10.4. Nohipalo Valgõjärve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Tabel 3.10.1. Nohipalo Valgõjärve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	58,42
Suurim pikkus (m)	390
Laine ajutee (m)	390
Suurim laius (m)	250
Veepeegli pindala (ha/km^2)	6,72/0,07
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	6,72/0,07
Suurim sügavus (m)	11,4
Keskmine sügavus (m)	4,90
Suhteline sügavus (%)	3,9
Maht (m^3)	329100
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	1,08
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	1,08
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,18
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	6,04

Tabel 3.10.2. Nohipalo Valgõjärve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	6,7	0,07	0–1	64633
1	6,2	0,06	1–2	58921
2	5,6	0,06	2–3	52482
3	5,0	0,05	3–4	45901
4	4,1	0,04	4–5	36384
5	3,2	0,03	5–6	27984
6	2,4	0,02	6–7	20334
7	1,6	0,02	7–8	12517
8	0,9	0,01	8–9	6313
9	0,4	0,00	9–10	2577
10	0,2	0,00	10–11	989
11	0,0	0,00	>11	47



Joonis 3.10.5. Nohipalo Valgõjärve batümeetriline ja ruumala kõver.

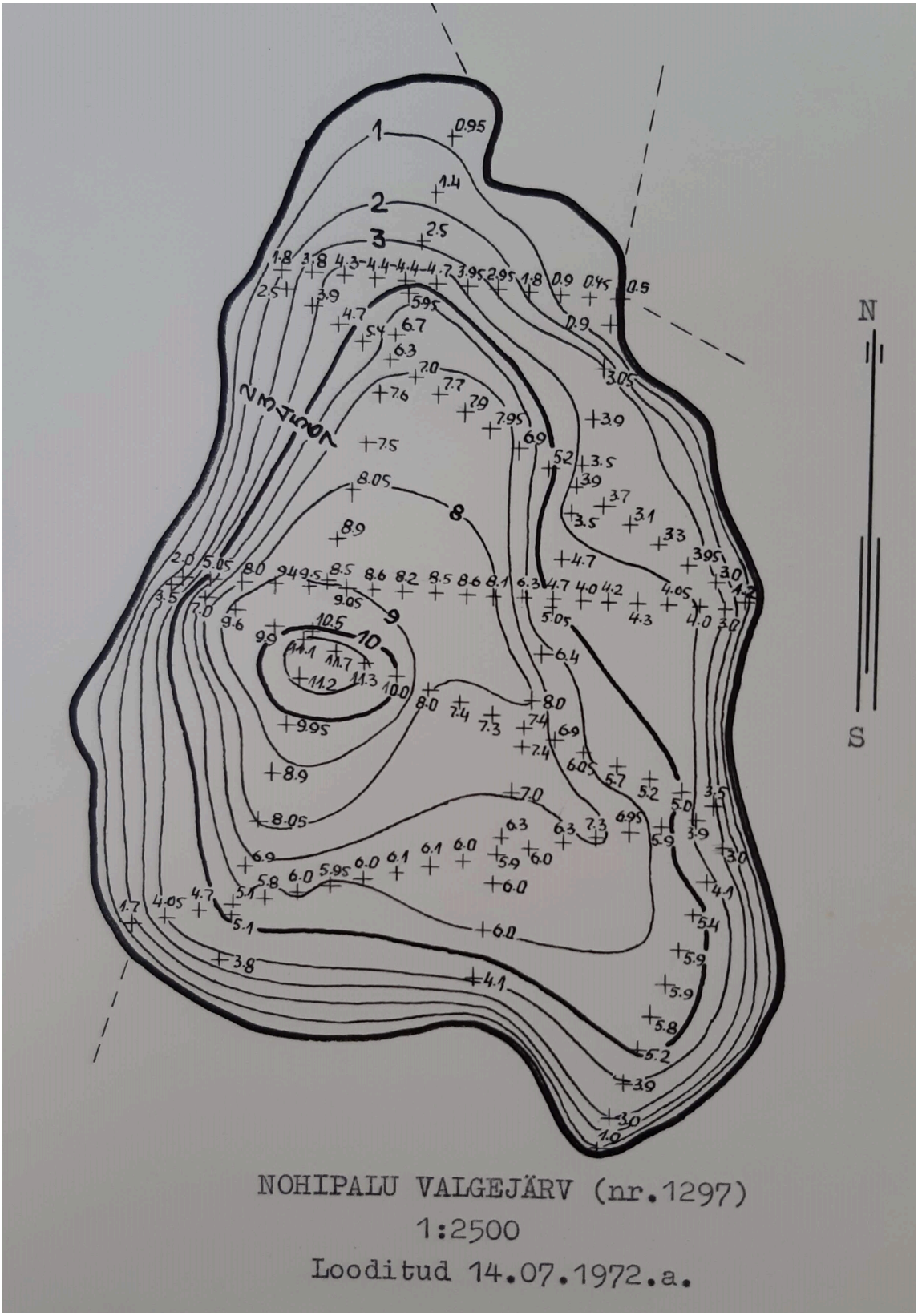
Varasemaid andmeid on Nohipalo Valgõjärve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.10.3). Jättes kõrvale ilmselgelt ebakorrektse ca 4,5 m madalama veetaseme, klapivad ajaloolised andmed tänapäevaga päris kenasti. Vanemad andmed kipuvad pigem sügavusi ja seega ka

mahte ülehindama, mis on tingitud juba varasemalt korduvalt käsitletud metoodilistest erinevustest.

Tabel 3.10.3. Nohipalo Valgõjärve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel. *Kask (1964) veetase on pigem ebakorrektne

Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	58,42	(53,9)* (54,06 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	390	375	390
Laine ajutee (m)	390		
Suurim laius (m)	250	250	
Veepeegli pindala (ha/km²)	6,72/0,07	6,3/0,06	6,8/0,07
Saarte pindala (ha/km²)	-		
Kogupindala (ha/km²)	6,72/0,07		
Suurim sügavus (m)	11,4	12,5	12,5
Keskmine sügavus (m)	4,90	6,2	6,2
Suhteline sügavus (%)	3,9		
Maht (m³)	329100	390600	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	1,08	1,00	1,06
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	1,08		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,18	1,13	1,1
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	6,04		

Nohipalo Valgõjärve kohta on meil kasutada Kallejärve (1971-1975) 14.07.1972 koostatud sügavuskaart (joonis 3.10.6.). Võttes arvesse järve väikest pindala, siis on toonane mõõdistustöö tehtud põhjalikult ja suure detailsusega. See väljendub ka selles, et 50 aastat tagasi tehtud kaart klapib väga hästi tänapäevase kaardiga ja mingeid olulisi erinevusi välja tuua ei saa.



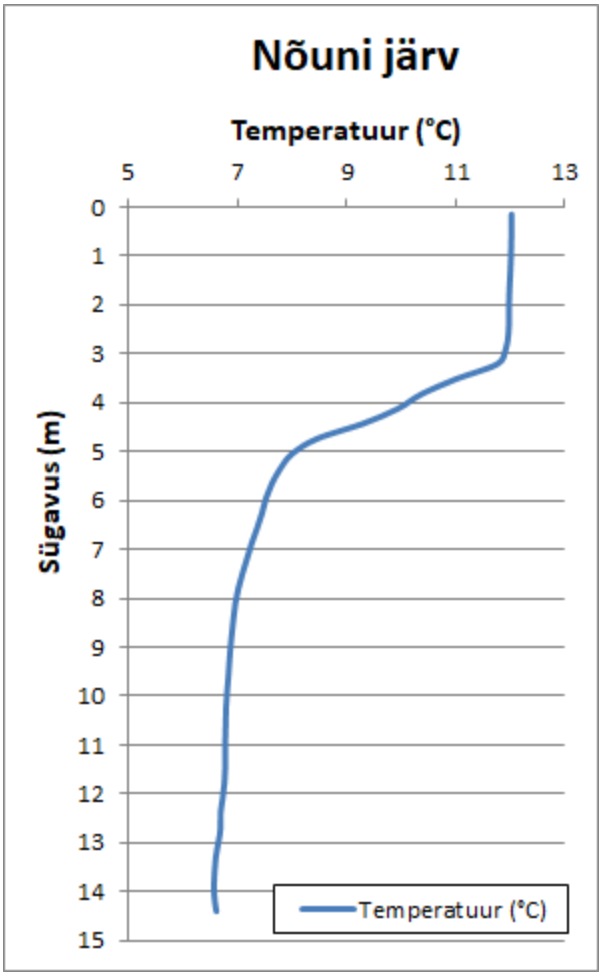
Joonis 3.10.6. Nohipalo Valgõjärve ajalooline kaart (Kallejärv, 1971-1975).

3.11. Nõuni järv

Välitööd viidi Nõuni järvel läbi 06.-07.05.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 51,7 kilomeetrit ja saadi kokku 107329 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.11.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 108,82 m ümp. Järve veesammas oli kihistunud, hüppekiht asus 3 ja 5 m vahel. Pinnal oli temperatuur 12,0 °C ja põhjas 6,6 °C (joonis 3.11.2.). Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 109,04 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.11.3) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.11.4).

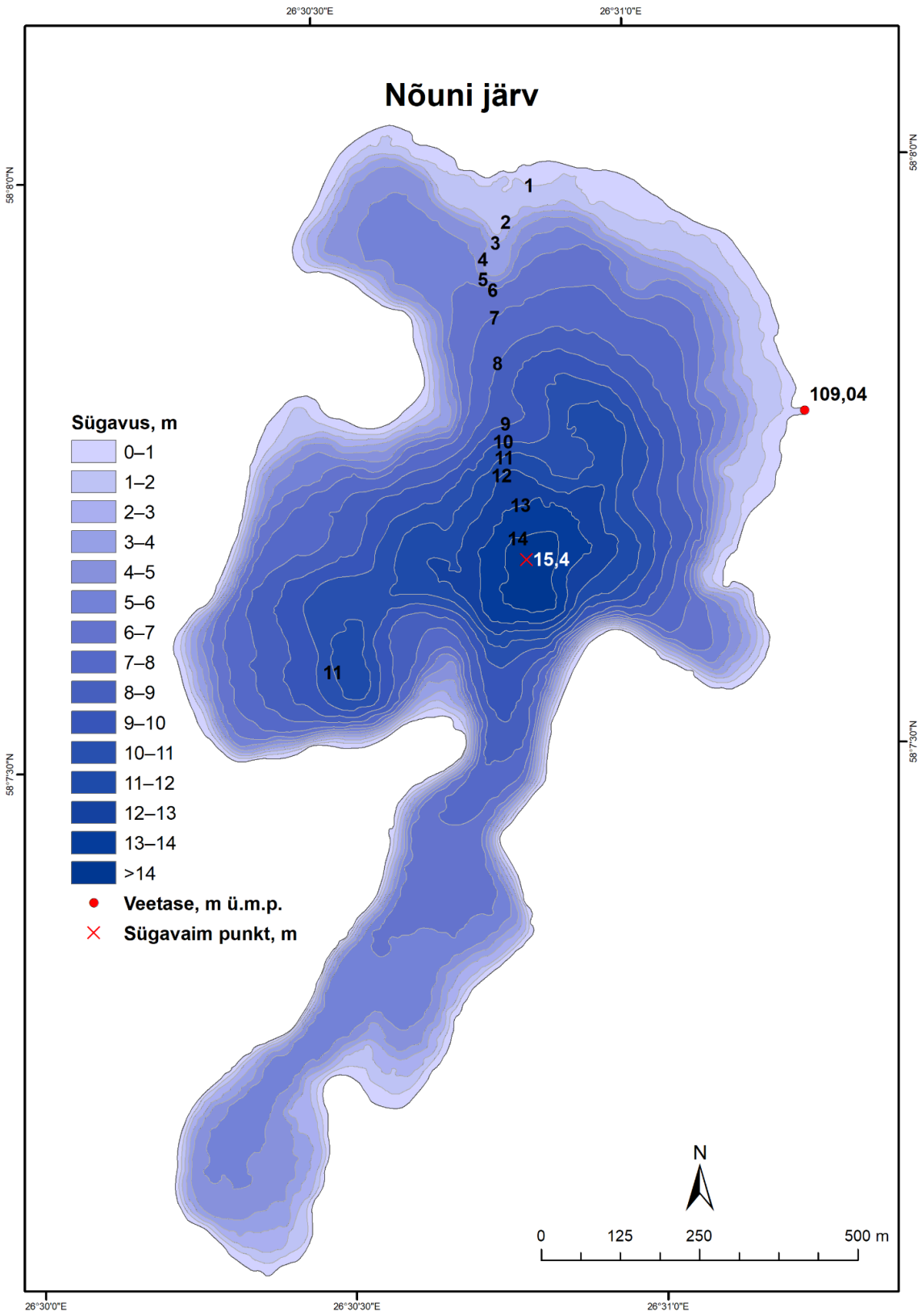


Joonis 3.11.1. Nõuni järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).

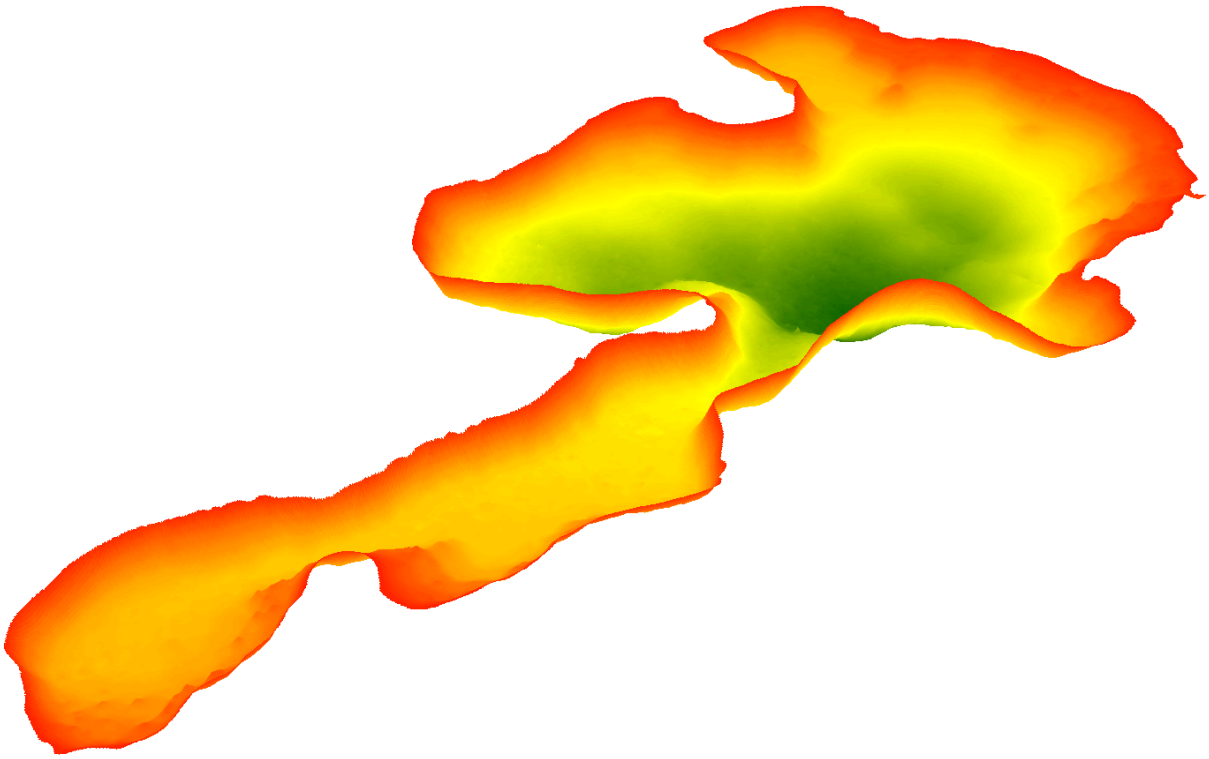


Joonis 3.11.2. Nõuni järve veesamba temperatuurid.

Nõuni järv (83,0 ha) on keerulise konfiguratsiooniga järv, mille võib mõtteliselt jagada kaheks osaks (joonis 3.11.3.; tabel 3.11.1.): järve suurem ja sügavam põhjapoolne osa ning kitsam kirde-edela suunaline madalam osa. Maksimaalne sügavus on põhjapoolsemas osas 15,4 m (mis jääb veekogu keskossa) ja madalamas kitsas osas jäävad sügavused alla 8 m. Tulenevalt järve keerulisest kujust on järve kaldajoone liigendatus 1,91. Järve keskmine sügavus on 6,15 m. Suhteliselt lineaarset pindala ning ruumala jaotust erinevate veekihtide vahel iseloomustab joonis 3.11.5., millelt on näha, et ca 90% veemahust on ülemises 8 meetris ja 90% järve pindalast on kaetud ülemise 11 meetriga (tabel 3.11.2.).



Joonis 3.11.3. Nõuni järve sügavuskaart veetasemega 109,04 m ümp.



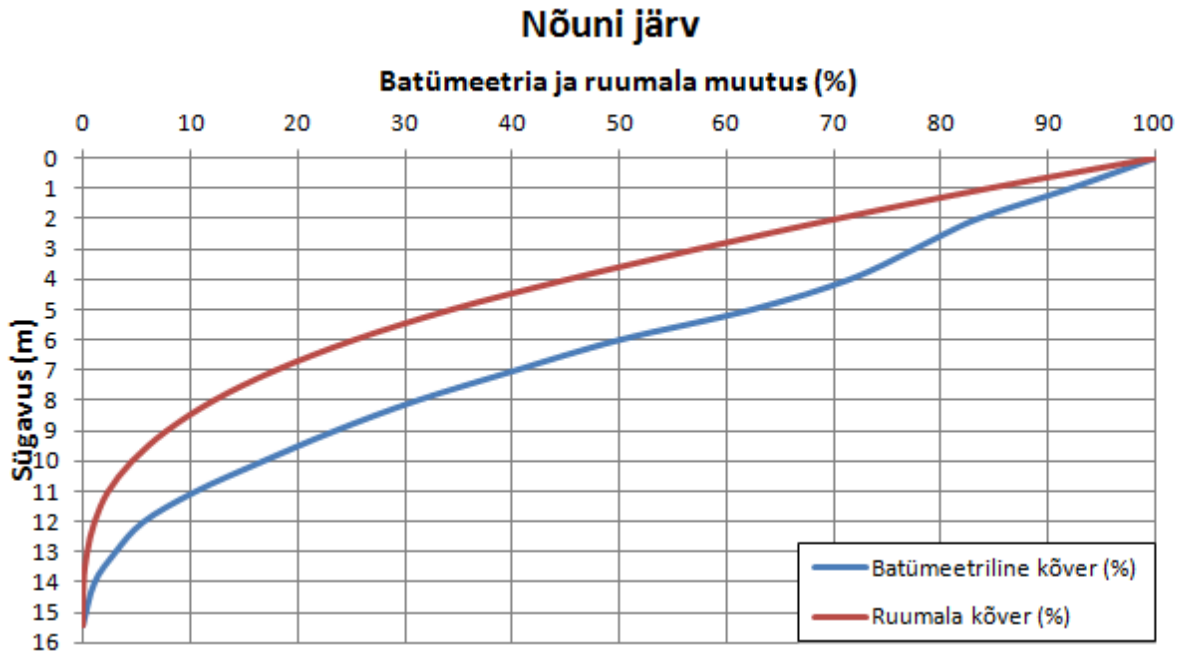
Joonis 3.11.4. Nõuni järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Tabel 3.11.1. Nõuni järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	109,04
Suurim pikkus (m)	1820
Laine ajutee (m)	1790
Suurim laius (m)	860
Veepeegli pindala (ha/km^2)	83,0/0,83
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	83,0/0,83
Suurim sügavus (m)	15,4
Keskmine sügavus (m)	6,15
Suhteline sügavus (%)	1,5
Maht (m^3)	5102800
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	6,17
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	6,17
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,91
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	3,53

Tabel 3.11.2. Nõuni järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	83,0	0,83	0–1	795273
1	76,1	0,76	1–2	719827
2	69,0	0,69	2–3	664860
3	64,1	0,64	3–4	616179
4	59,1	0,59	4–5	556802
5	51,5	0,52	5–6	461846
6	41,3	0,41	6–7	372736
7	33,3	0,33	7–8	295039
8	25,7	0,26	8–9	224519
9	19,4	0,19	9–10	164246
10	13,8	0,14	10–11	113013
11	8,6	0,09	11–12	63840
12	4,6	0,05	12–13	35243
13	2,5	0,02	13–14	16578
14	0,9	0,01	14–15	2770
15	0,0	0,00	>15	0,08



Joonis 3.11.5. Nõuni järve batümeetriline ja ruumala kõver.

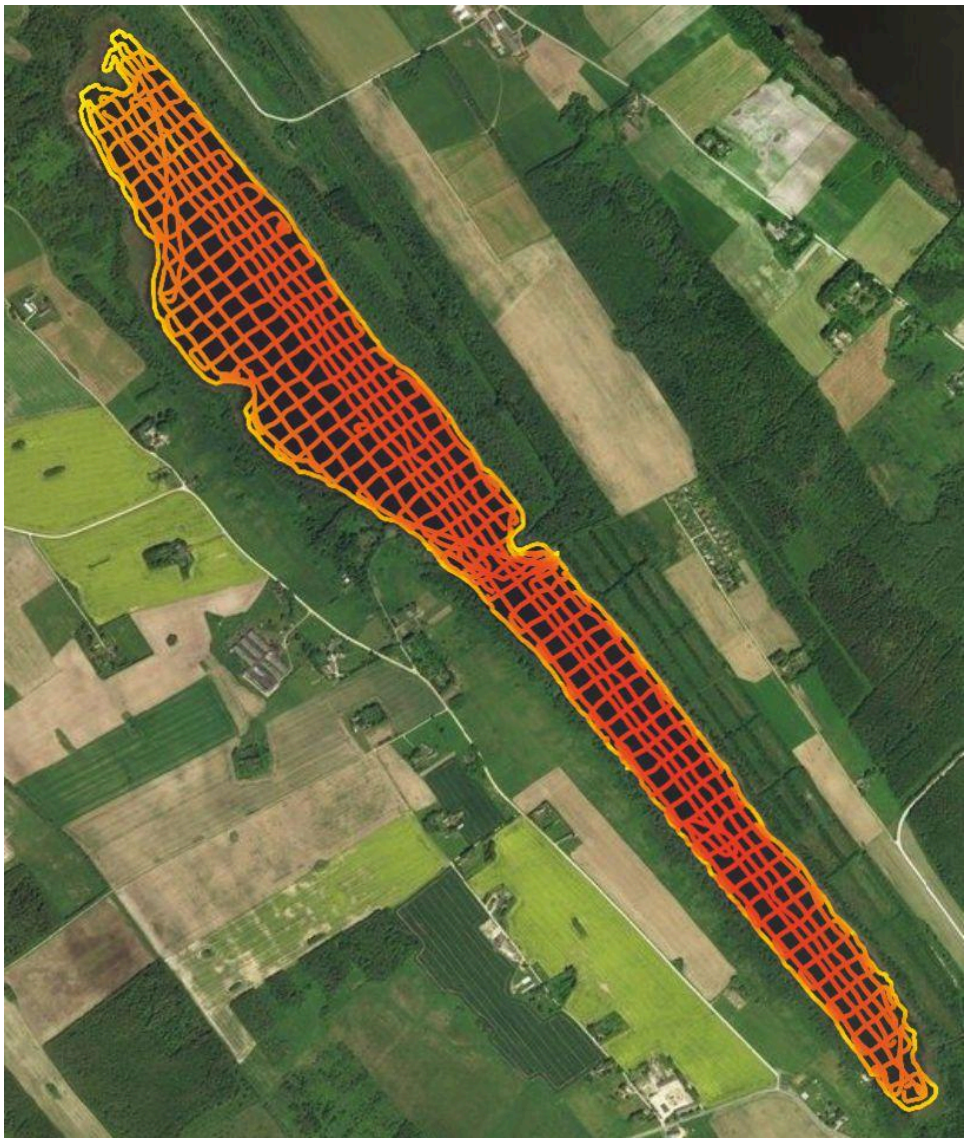
Varasemaid andmeid on Nõuni järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.11.3). Need klapivad tänapäevastega sporaadiliselt, mõned on suuremad, mõned väiksemad. Ühtlast trendi erinevustes ei esine. Peamiselt paistab silma, et Kask (1964) andmetel oli järv ca 1,5 meetrit madalam, samas järve pikkus ja laius on praktiliselt sarnased tänapäevaga. Ka keskmine sügavus on praktiliselt sama, kuid maht ca 5% väiksem. Seega on tegu taaskord mõõtmisvigadest tulenevate erinevustega. Eraldi peab ikkagi rõhutama erinevust veetasemetes: varasemalt on veetase määratud 1,5 meetrit madalamaks. Varasemad sügavuskaardid Nõuni järve kohta teadaolevalt puuduvad.

Tabel 3.11.3. Nõuni järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

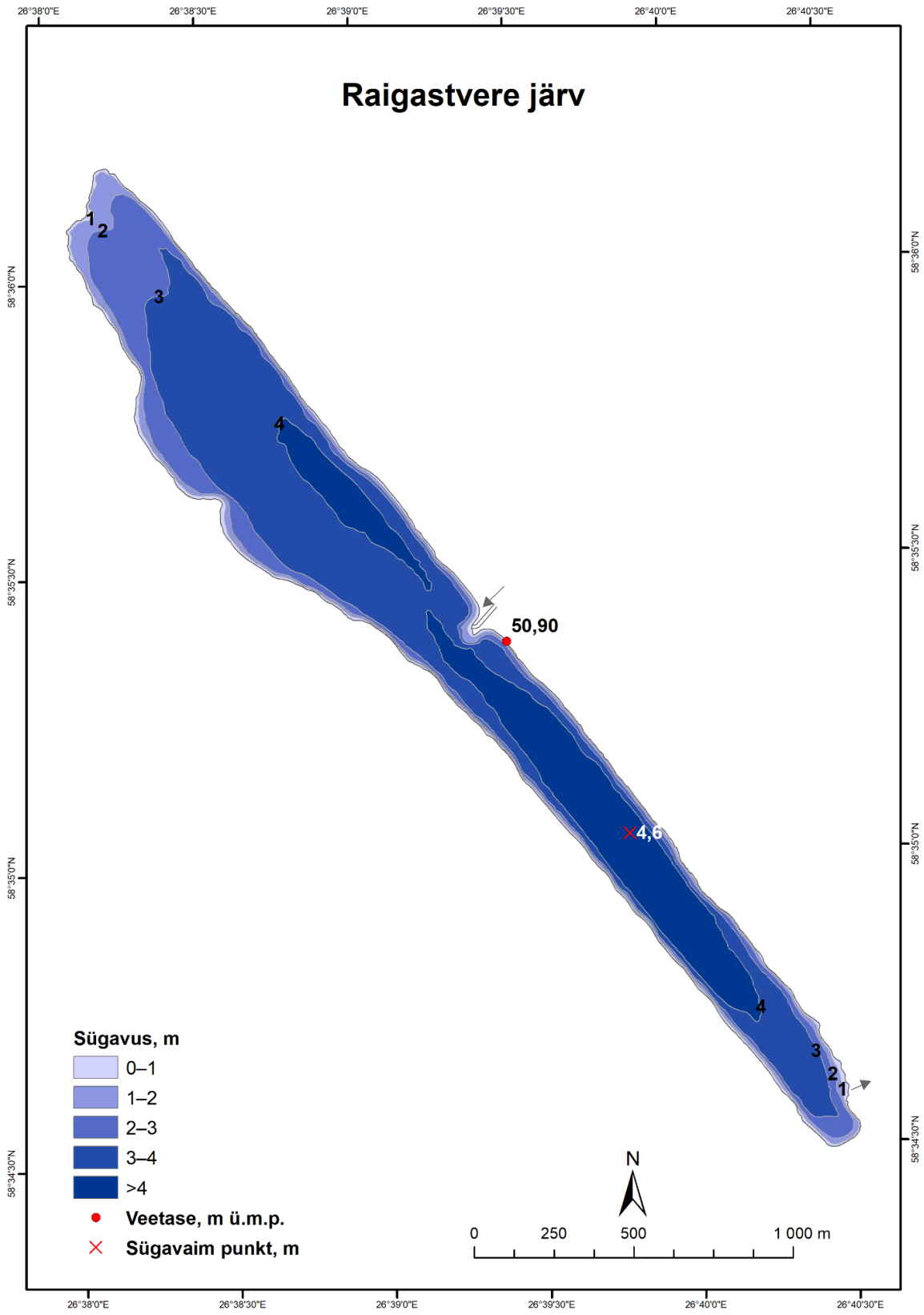
Parameeter	**2023**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	109,04	107,3 (107,47 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1820	1740	1830
Laine ajutee (m)	1790		
Suurim laius (m)	860	840	
Veepeegli pindala (ha/km²)	83,0/0,83	78,8/0,79	83,3/0,83
Saarte pindala (ha/km²)	-		
Kogupindala (ha/km²)	83,0/0,83		
Suurim sügavus (m)	15,4	14,7	14,7
Keskmine sügavus (m)	6,15	6,1	6,1
Suhteline sügavus (%)	1,5		
Maht (m³)	5102800	4806800	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	6,17	5,80	6,15
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	6,17		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,91	1,85	1,9
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	3,53		

3.12. Raigastvere järv

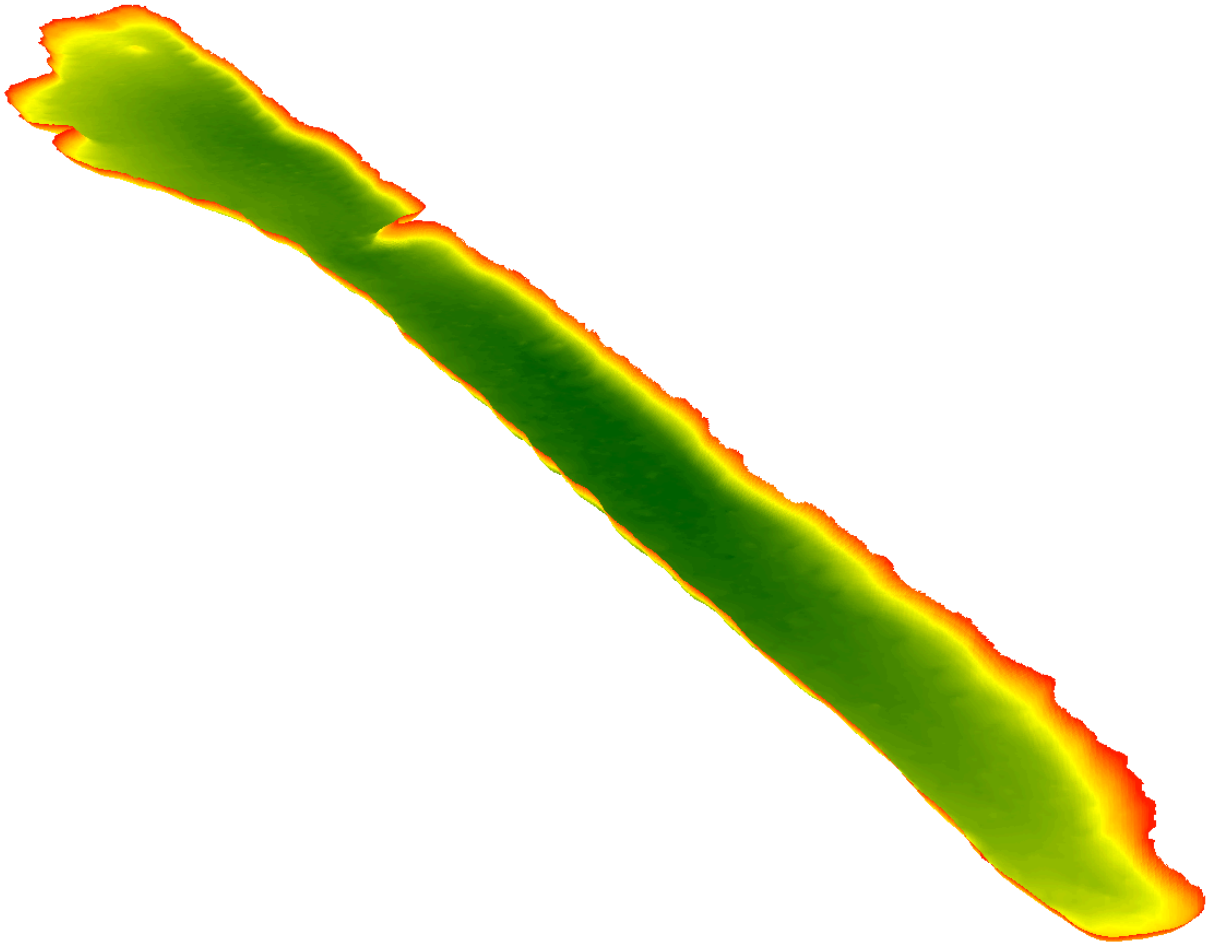
Välitööd viidi Raigastvere järvel läbi 17.-18.10.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 55,3 kilomeetrit ja saadi kokku 128814 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.12.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 50,42 m ümp. Järve veesammas oli segunenud ja vee temperatuur oli 8,1 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 50,90 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.12.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.12.3).



Joonis 3.12.1. Raigastvere järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.12.2. Raigastvere järve sügavuskaart veetasemega 50,90 m ümp.



Joonis 3.12.3. Raigastvere järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Raigastvere järv (111,2 ha) on piklik ja kitsas voorte vahel asuv Vooremaa järv (joonis 3.12.2.; tabel 3.12.1.). Järve piklikust iseloomustab suurima pikkuse (3850 m) ja suurima laiuse (480 m) suur suhe (8:1), mis väjendub ka kaldajoone liigendatuses - 2,23 (hoolimata sirgest kaldajoonest ja saarte puudumisest). Järv on tüüpiliselt Vooremaa järvedele voorte külgedelt järsuveeruline ja otstest laugem (joonis 3.12.2.). Järve suurim sügavus on pelgalt 4,6 meetrit, kuid keskmine sügavus on koguni 3,28 meetrit. See väljendub selgelt ka batümeetriliselt kõveralt: kuni 3 meetri sügavune ala katab vaid 30% kogu järve pindalast, samas hõlmab üle 80% kogu järve veemahust (tabel 3.12.2.; joonis 3.12.3).

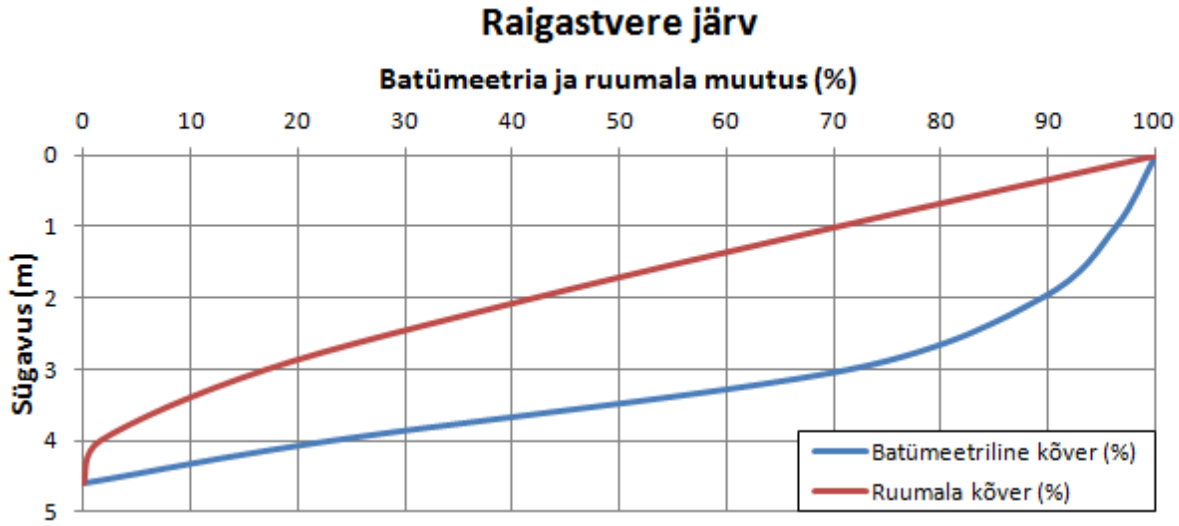
Tabel 3.12.1. Raigastvere järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	50,90
Suurim pikkus (m)	3850
Laine ajutee (m)	3850
Suurim laius (m)	480
Veepeegli pindala (ha/km^2)	111,2/1,11

Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	111,2/1,11
Suurim sügavus (m)	4,6
Keskmine sügavus (m)	3,28
Suhteline sügavus (%)	0,4
Maht (m^3)	3649100
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,35
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,35
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,23
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,57

Tabel 3.12.2. Raigastvere järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	111,2	1,11	0–1	1088677
1	106,5	1,07	1–2	1029846
2	98,8	0,99	2–3	908556
3	79,0	0,79	3–4	564636
4	25,7	0,26	>4	57361



Joonis 3.12.4. Raigastvere järve batümeetriline ja ruumala kõver.

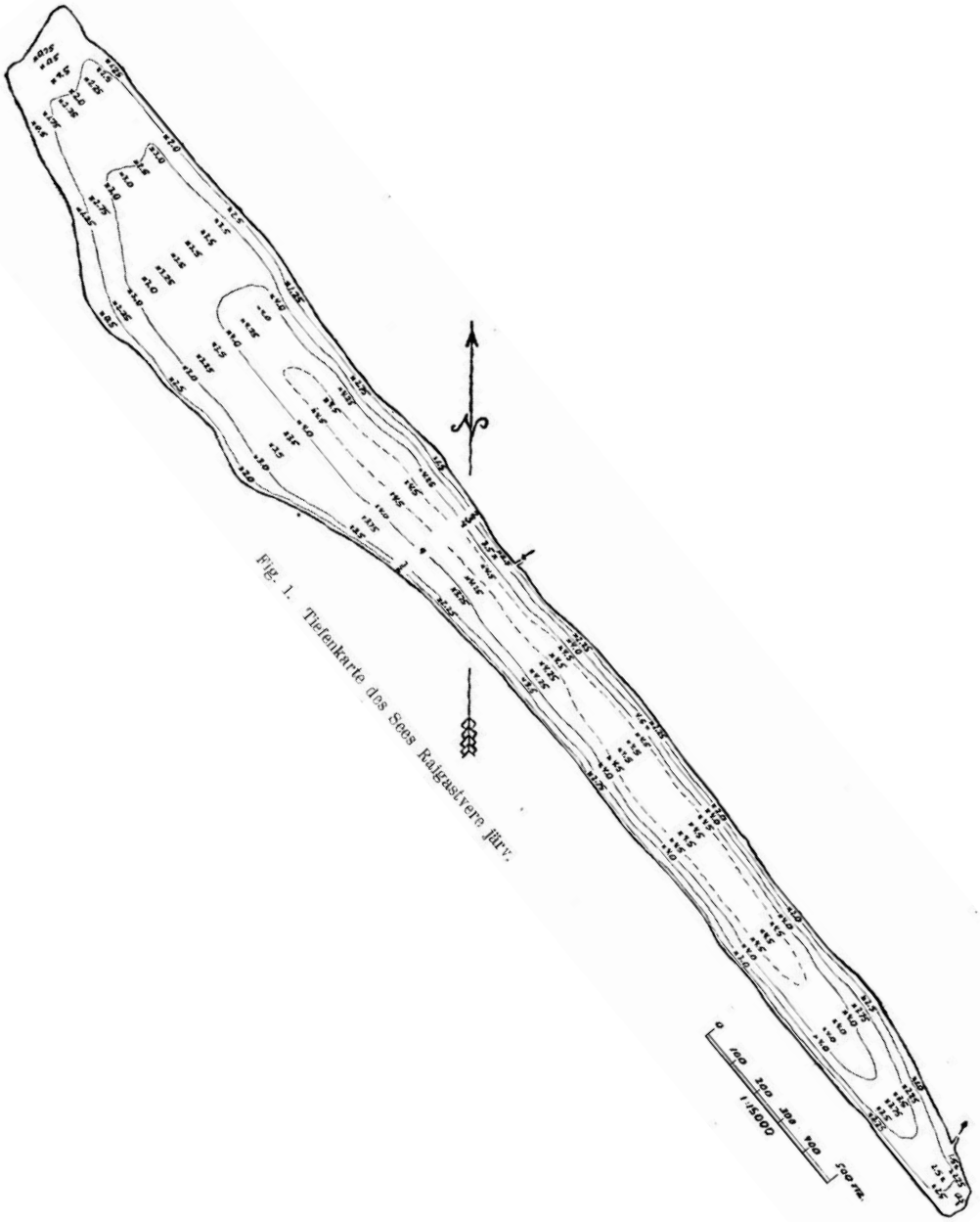
Varasemaid andmeid on Raigastvere järve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.12.3). Ajalooliste ja tänapäeva morfomeetriliste parameetrite vahel märkimisväärsed

erinevused puuduvad. Ainsana jääb silma Kask (1964) poolt antud veetase, mis on ca 1,6 meetrit kõrgem kui tänapäeval. Samas muud morfomeetriliste parameetrite väärtused seda ei toeta ja ka Kask (1964) andmetel on see märgitud tingimisi, ehk et tegu võib olla pigem mõõtmisveaga.

Tabel 3.12.3. Raigastvere järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel. *Kask (1964) veetase on pigem ebakorrektne

Parameeter	**2023**	**Riikoja, 1930**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	50,90		(52,3)* (52,48 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	3850	3900	3780	3850
Laine ajutee (m)	3850			
Suurim laius (m)	480	450	510	
Veepeegli pindala (ha/km²)	111,2/1,11	108,4/1,08	122,0/1,22	111,2/1,11
Saarte pindala (ha/km²)	-			
Kogupindala (ha/km²)	111,2/1,11			
Suurim sügavus (m)	4,6	4,5	4,5	4,5
Keskmine sügavus (m)	3,28	3,18	3,2	3,2
Suhteline sügavus (%)	0,4			
Maht (m³)	3649100	3443000	3904000	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,35	8,25	8,61	8,31
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,35			
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,23	2,24	2,2	2,2
Kaldajoone liigendatus saartega	-			
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,57	1,75		

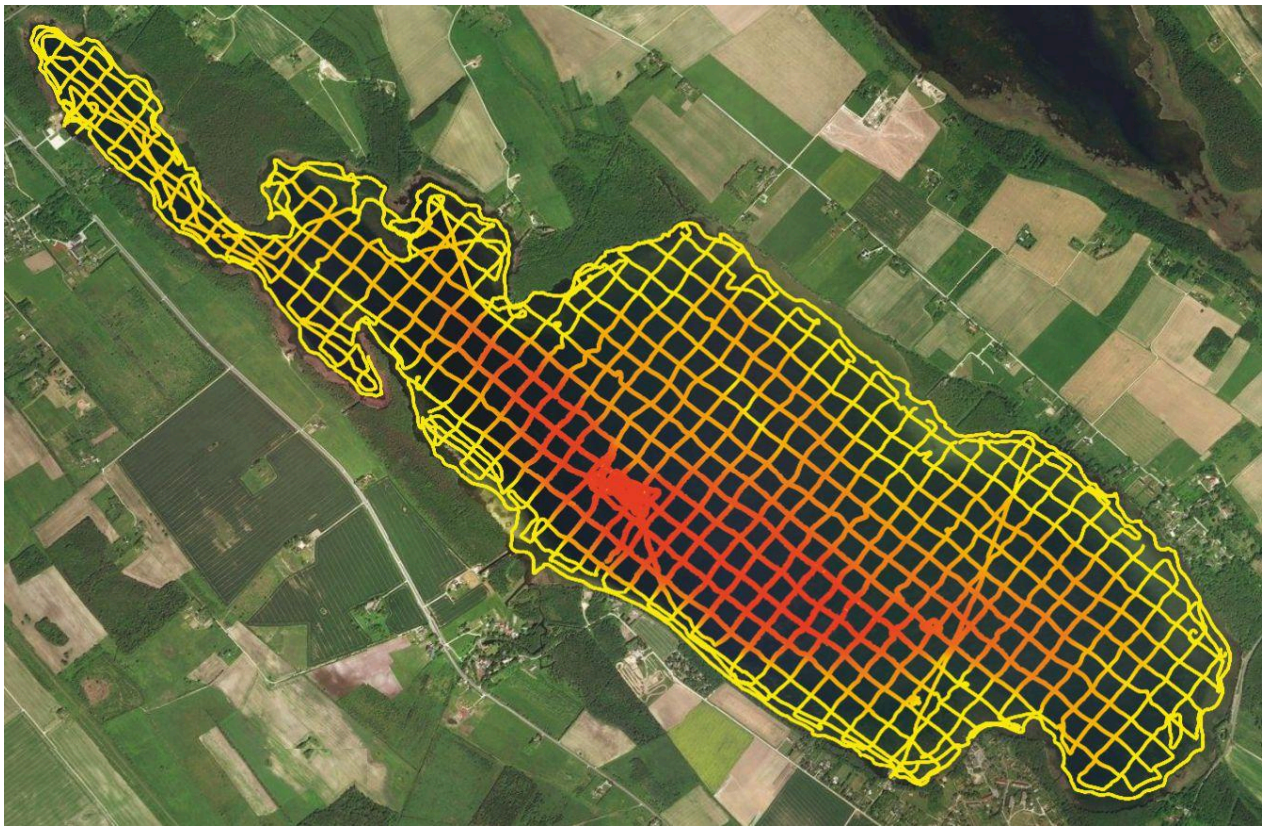
Varasemalt on Raigastvere järvele koostanud sügavuskaardi Riikoja (1930) (joonis 3.12.5.). Ajaloolise ja tänapäevase kaardi võrdlusel jääb silma, et varasemal kaardil on 4 m ala ühtlasemana välja joonistatud. Lisaks on toodud välja eraldi 4,5 m sügavusjoon mille järgi on antud sügavusega ala üsna laialdane, samas on aga huvitav, et tegu on ka suurima sügavusega, mis saadi.



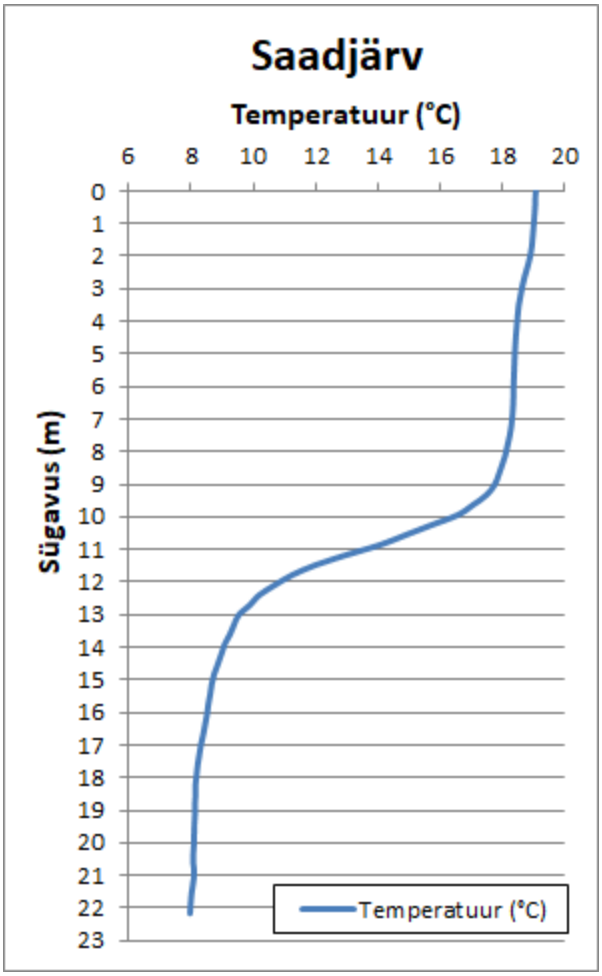
Joonis 3.12.5. Raigastvere järve ajalooline kaart (Riikoja, 1930).

3.13. Saadjärv

Välitööd viidi Saadjärvel läbi 12.-14.09.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 155,3 kilomeetrit ja saadi kokku 344913 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.13.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 52,73 m ümp. Järve veesammas oli kihistunud, hüppekiht asus 9 ja 13 m vahel. Pinnal oli temperatuur 19,1 °C ja põhjas 8,0 °C (joonis 3.13.2.). Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 52,89 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.13.3.) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.13.4.).

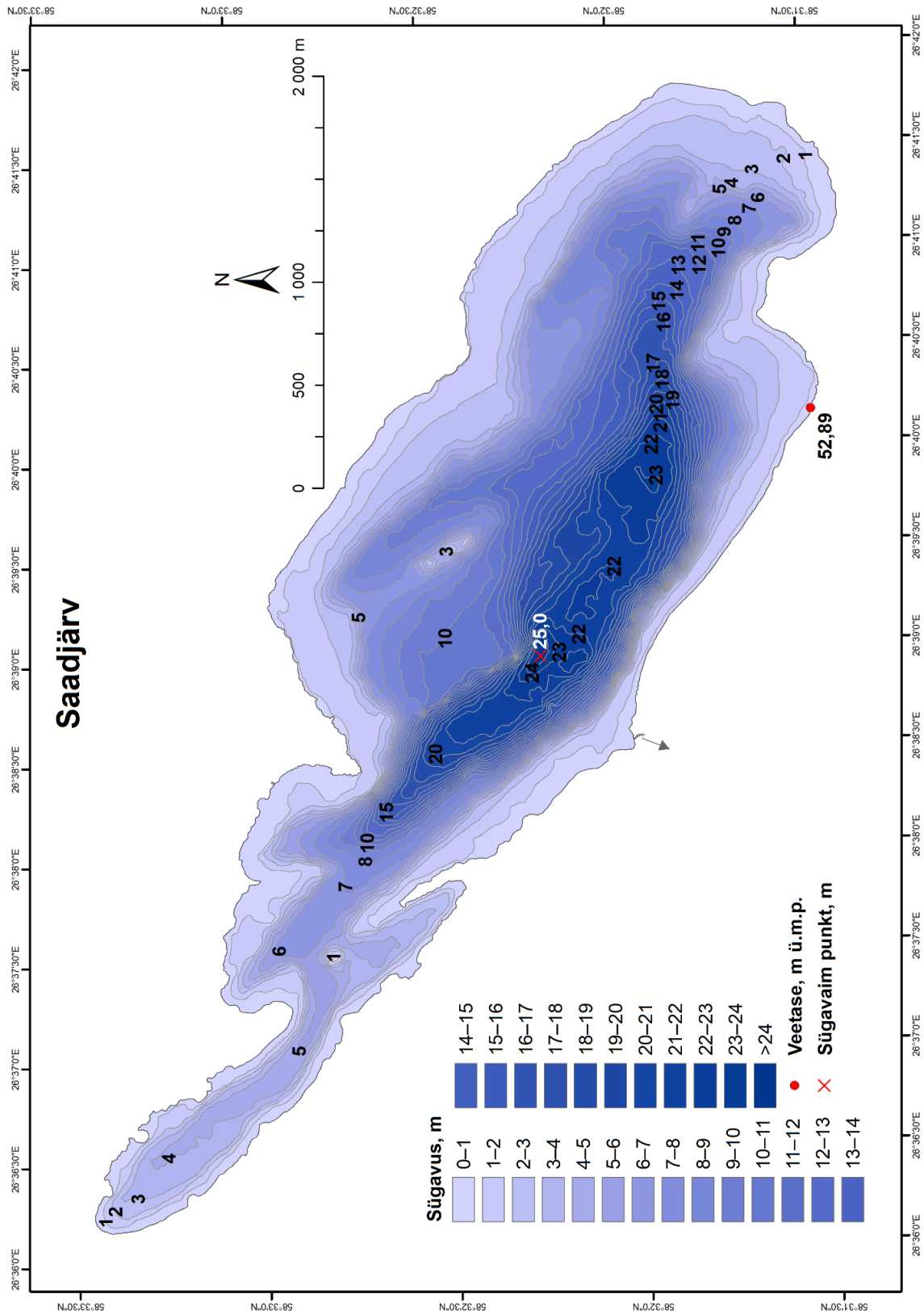


Joonis 3.13.1. Saadjärve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).

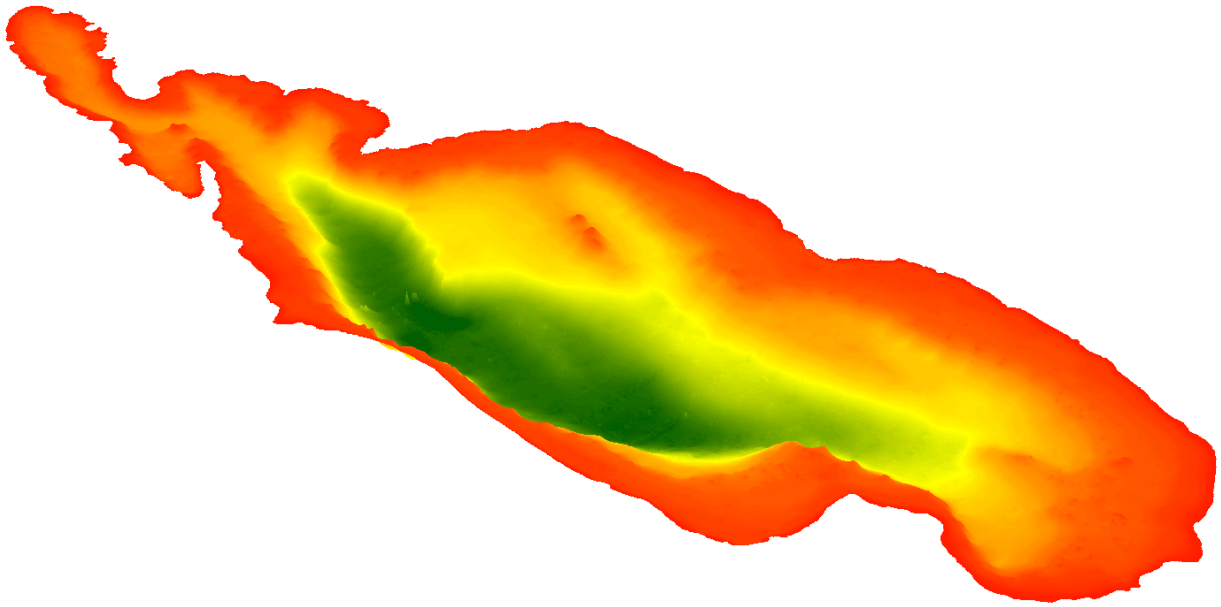


Joonis 3.13.2. Saadjärve veesamba temperatuurid.

Saadjärv (719,4 ha) on antud töö raames suurim ja sügavaim (25,0 m) kaardistatud järv (tabel 3.13.1). Samas keskmine sügavus on 7,43 meetrit, mis on tingitud laialdastest madalamatest aladest järve põhja-kirde poolsetel aladel ja järve kitsamas loodeosas. Kuigi tegu on suure järvega, pole seal ühtegi saart. Kaldajoone liigendatus on 1,90. Järve läbib pikiteljel sügavama alaga kagu-loode suunaline “kanal” (joonis 3.13.3.). Saadjärve ruumala ja veekihtide pindala muutused on üsna sarnased, 50% ruumalast on ülemise 5 meetri sees ja kuni 5 meetri sügavune ala hõlmab järve pindalast 50% (tabel 3.13.2.; joonis 3.13.5.).



Joonis 3.13.3. Saadjärve sügavuskaart veetasemega 52,89 m ümp.



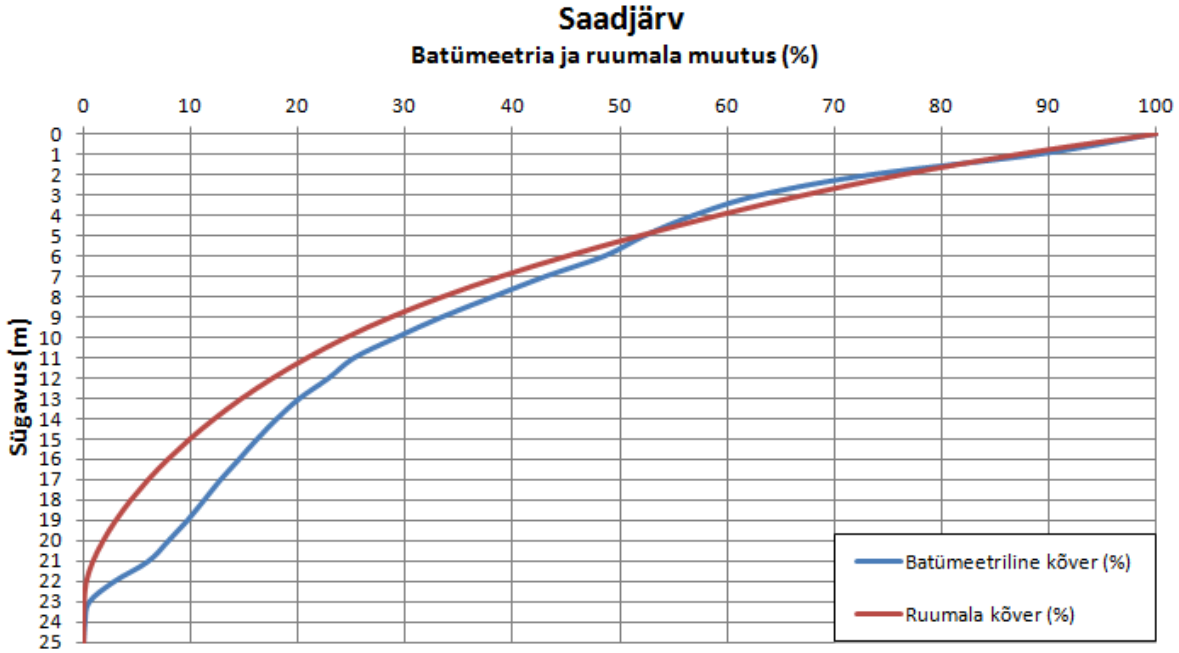
Joonis 3.13.4. Saadjärve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Tabel 3.13.1. Saadjärve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	52,89
Suurim pikkus (m)	6380
Laine ajutee (m)	6010
Suurim laius (m)	1900
Veepeegli pindala (ha/km^2)	719,4/7,19
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	719,4/7,19
Suurim sügavus (m)	25,0
Keskmine sügavus (m)	7,43
Suhteline sügavus (%)	0,8
Maht (m^3)	53442300
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	18,09
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	18,09
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,90
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,99

Tabel 3.13.2. Saadjärve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	719,4	7,19	0–1	6829949
1	639,7	6,40	1–2	5797460
2	527,5	5,28	2–3	4875187
3	453,2	4,53	3–4	4301232
4	408,6	4,09	4–5	3904489
5	375,9	3,76	5–6	3628490
6	348,8	3,49	6–7	3303090
7	309,3	3,09	7–8	2912851
8	274,1	2,74	8–9	2570830
9	239,8	2,40	9–10	2242030
10	209,4	2,09	10–11	1938376
11	181,2	1,81	11–12	1725071
12	164,0	1,64	12–13	1542700
13	144,4	1,44	13–14	1367585
14	129,3	1,29	14–15	1225448
15	116,1	1,16	15–16	1098971
16	103,9	1,04	16–17	978787
17	91,5	0,92	17–18	860605
18	80,5	0,81	18–19	750076
19	69,3	0,69	19–20	630133
20	56,6	0,57	20–21	500191
21	43,2	0,43	21–22	332803
22	20,2	0,20	22–23	103852
23	3,7	0,04	23–24	18526
24	0,9	0,01	24–25	3586
25	0,0	0,00	>25	14



Joonis 3.13.5. Saadjärve batümeetriline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Saadjärve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.13.3). Varasemad morfomeetriliste parameetrite väärtused kattuvad suuremalt jaolt tänapäevaste mõõtmistega. Pigem saab Saadjärve tuua näitena, kus märkimisväärseid erinevusi varasemate ja tänapäevaste andmete vahel ei ole ning huvitaval kombel on alati saadud suurimaks sügavuseks 25,0 meetrit (tabel 3.13.3.).

Tabel 3.13.3. Saadjärve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Riikoja,1930**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	52,89		52,6 (52,78 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	6380	6370	6000	6390
Laine ajutee (m)	6010			
Suurim laius (m)	1900	1890	1840	
Veepeegli pindala (ha/km²)	719,4/7,19	701,0/7,01	707,6/7,08	723,1/7,23
Saarte pindala (ha/km²)	-			
Kogupindala (ha/km²)	719,4/7,19			
Suurim sügavus (m)	25,0	25,0	25,0	25,0
Keskmine sügavus (m)	7,43	7,97	8,0	8,0
Suhteline sügavus (%)	0,8			
Maht (m³)	53442300	55810000	56608000	

Kaldajoone pikkus saarteta (km)	18,09	17,30	17,86	18,0
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	18,09			
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,90	1,84	1,90	1,9
Kaldajoone liigendatus saartega	-			
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,99	1,70		

Varaseima sügavuskaardi Saadjärve kohta koostas Mühlen (1911) (joonis 3.13.6.). On olemas ka Kaljo (1953) poolt koostatud sügavuskaart, kuid madala mõõdistuspunktide arvu, ja kehva detailsuse tõttu, seda antud töös välja ei tooda. Järve suure sügavuse ja järskude veerude tõttu on Mühleni kaardil joonistatud välja samasügavusjooned iga viie meetri tagant. Võttes arvesse, et tegemist on üle sajandi vana kaardiga ning kaardistamine käis käsitsi, siis on kaart väga kõrge tasemega ning üsna täpne. Kaldajoon klapib kenasti tänapäevasega ning sügavusalade jaotus samuti. Kenasti on tabatud järve sügavaim punkt, kuid erinevusena saab välja tuua, et suurimaks sügavuseks saadi 27 m, mis ületab tänapäevast väärtust 2 m võrra. Kui meie saime 25 m vaid üksikutes punktides ja välja sai joonistada vaid 24 m sügavusala, siis Mühleni kaardil on välja joonistatud ka üsna arvestatav 25 m ala. Samas on tabamata jäänud aga järve keskosa põhjpoolses suunas asuvad madalad alad. Kahjuks ei leia vanalt kaardilt toonast järve absoluutset veetaseme kõrgust.



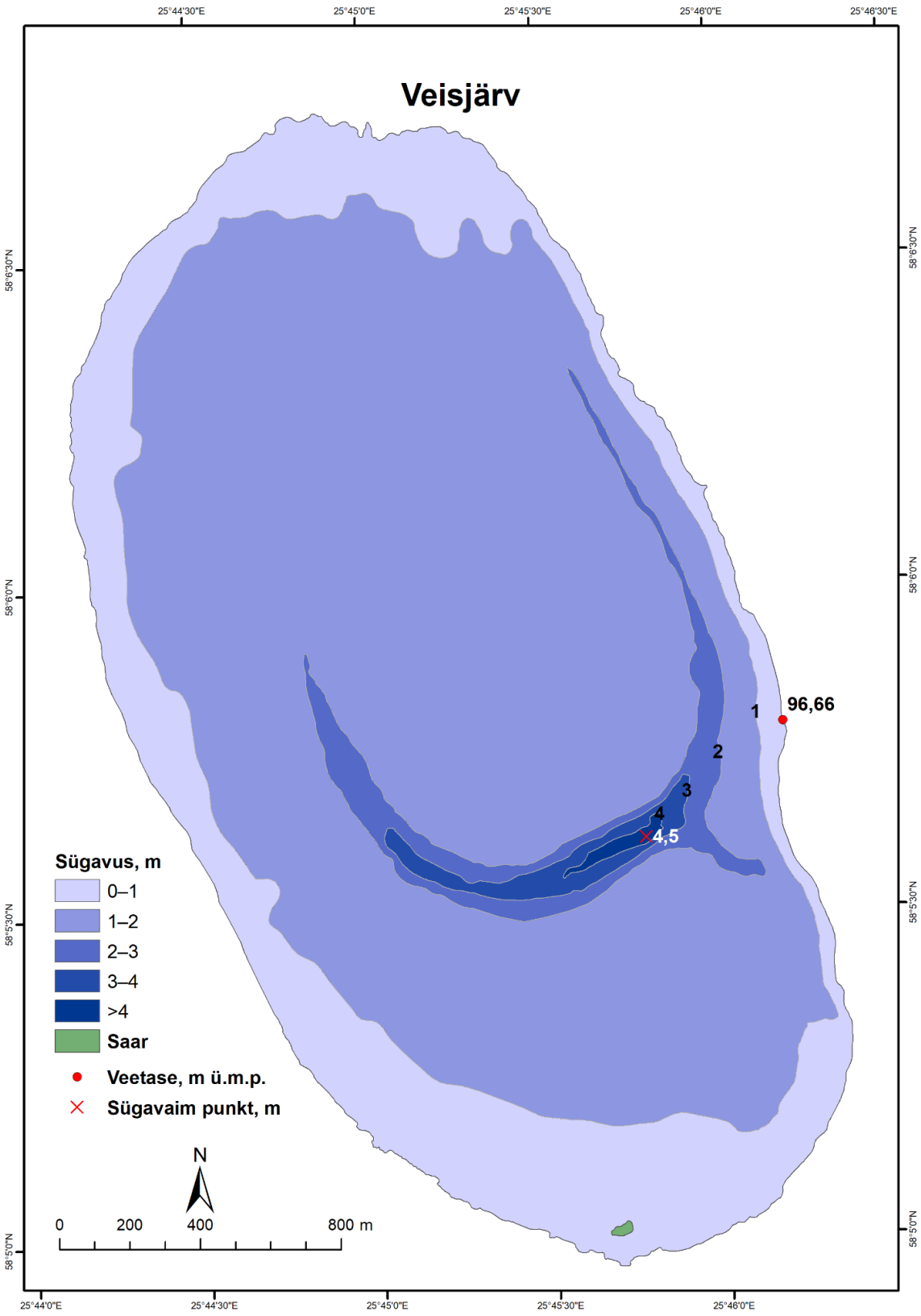
Joonis 3.13.6. Saadjärve ajalooline kaart (Mühlen, 1911).

3.14. Veisjärv

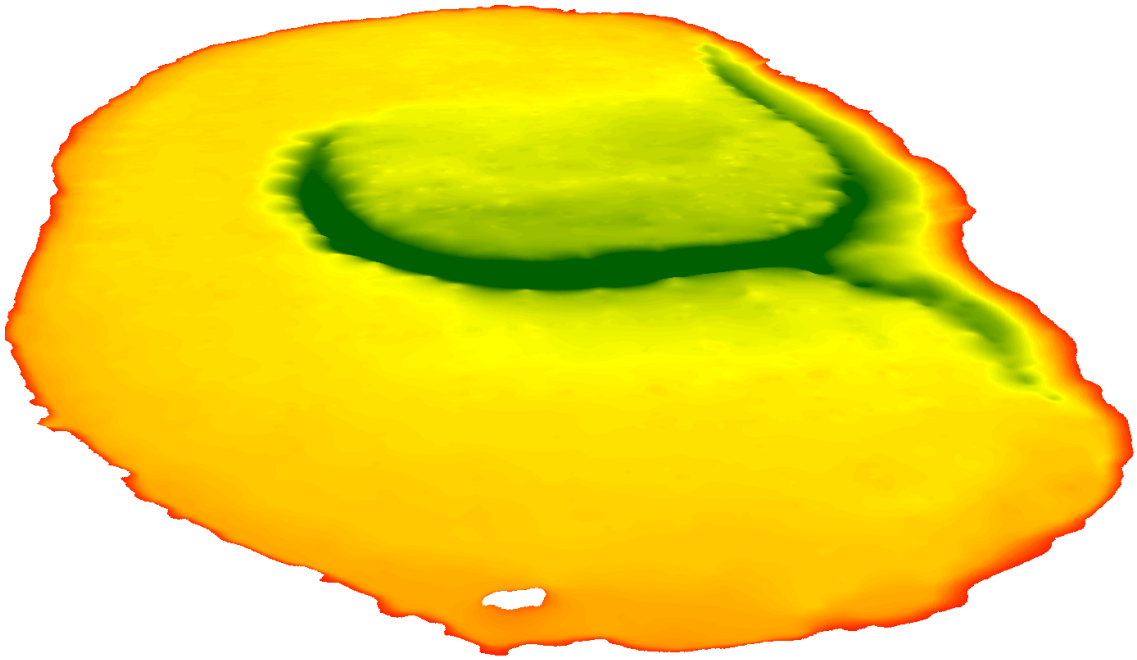
Välitööd viidi Veisjärvel läbi 29.-30.08.2023 ja 08.05.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 103,0 kilomeetrit ja saadi kokku 239314 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.14.1). Järve veepinna kõrgus oli 2023. a sügisese mõõdistuste ajal 96,59 m ümp ja 2024. a kevadise mõõdistuste ajal 96,95 m ümp. Järve veesammas oli nii 2023. a sügisel kui ka 2024. a kevadel segunenud ja vee temperatuurid olid vastavalt 18,4 °C ja 11,8 °C. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 96,66 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.14.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.14.3).



Joonis 3.14.1. Veisjärve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.14.2. Veisjärve sügavuskaart veetasemega 96,66 m ümp.



Joonis 3.14.3. Veisjärve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Veisjärv (480,8 ha) on sümmeetrilise ovaalse kujuga kagu-loode suunaline suure pindalaga järv (tabel 3.14.1.). Järve iseloomustab madal suhtelise sügavuse protsent (0,2). Valdav osa järvest (95%) on alla 2 meetri sügav ja üle 95% veemahust jääb esimese kahe sügavusmeetri sisse (tabel 3.14.2.; joonis 3.14.4.). Järve keskmine sügavus on 1,20 meetrit, kuid suurim sügavus 4,5 meetrit. Sügavam väikese pindalaga osa jääb peenikese kaarja vagumuse sisse (sügavus üle 3 meetri), mis lasub üle järve keskosa. Antud vagumus on väga huvitava konfiguratsiooniga, mille tekkemehanismi me hetkel pakkuda ei julge. Eriti hästi sobib selle kuju järve nimega, kuna vaataja võib kergelt selles näha veise sarvi (joonised 3.14.2., 3.14.3.).

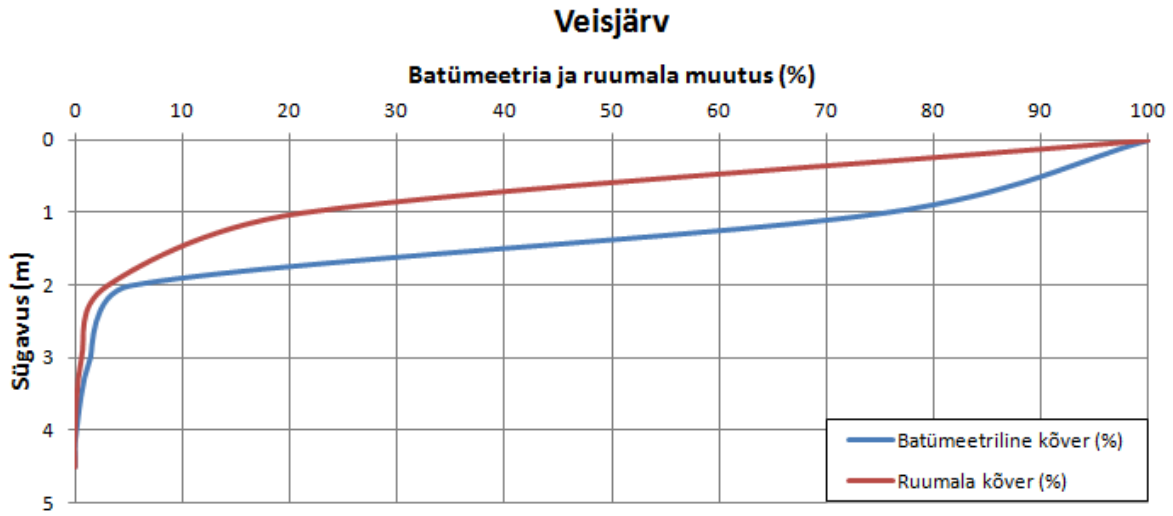
Tabel 3.14.1. Veisjärve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	96,66
Suurim pikkus (m)	3400
Laine ajutee (m)	3400
Suurim laius (m)	1780
Veepeegli pindala (ha/km^2)	480,8/4,81
Saarte pindala (ha/km^2)	0,2/0,002
Kogupindala (ha/km^2)	480,9/4,81
Suurim sügavus (m)	4,5
Keskmine sügavus (m)	1,20
Suhteline sügavus (%)	0,2
Maht (m^3)	5789300

Kaldajoone pikkus saarteta (km)	9,0
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,2
Kogu kaldajoone pikkus (km)	9,2
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,16
Kaldajoone liigendatus saartega	1,18
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,27

Tabel 3.14.2. Veisjärve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	480,8	4,81	0–1	4563763
1	362,4	3,62	1–2	1049747
2	24,9	0,25	2–3	140533
3	6,9	0,07	3–4	34686
4	0,7	0,01	>4	548



Joonis 3.14.4. Veisjärve batümeetriline ja ruumala kõver.

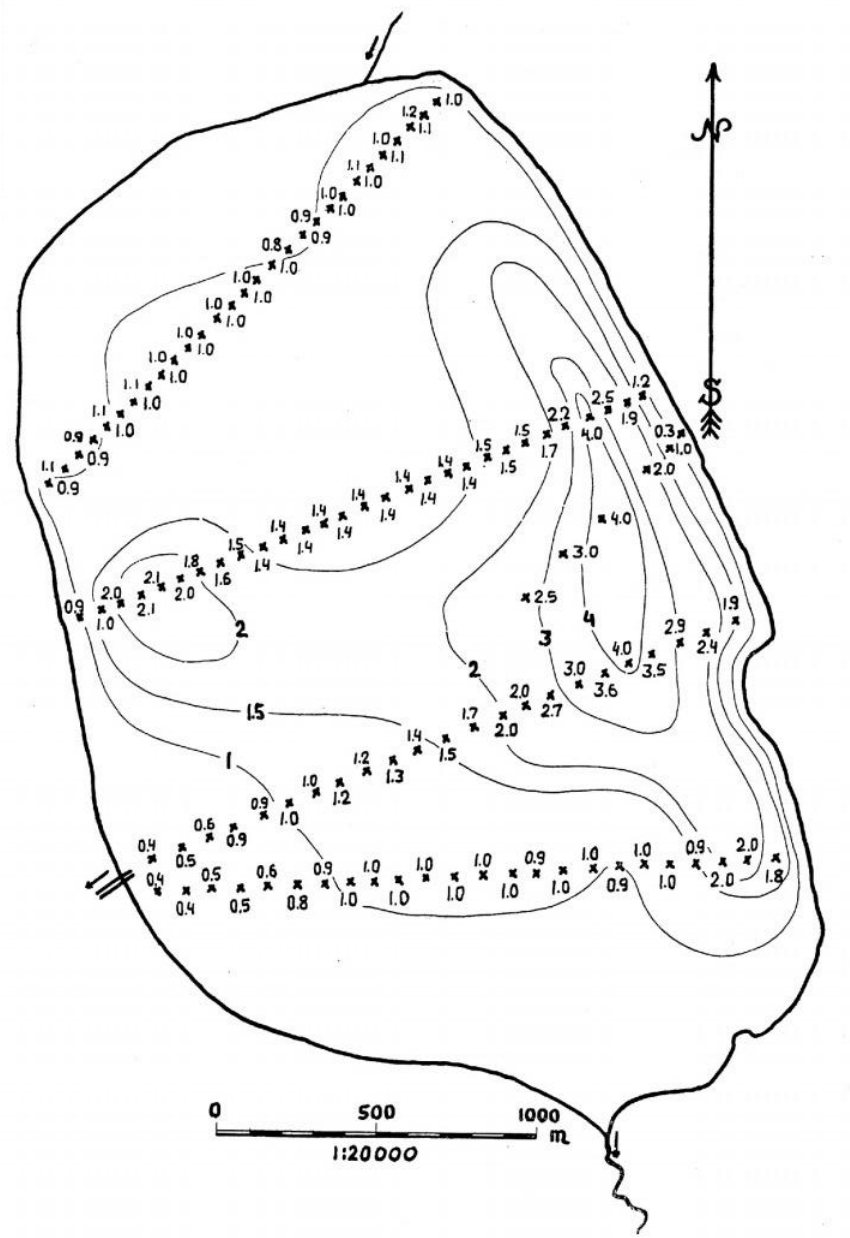
Varasemaid andmeid on Veisjärve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.14.3). Keeruline on leida ühtseid trende morfomeetriliste parameetrite väärtuste muutustes läbi aja. Riikoja (1930) järve pikkuse, laiuse ja pindala andmed viitavad pigem suuremale ja kõrgema veetasemega (andmed puuduvad) järvele, samas suurim sügavus on saadud pelgalt 4,0 m (4,5 meetrit 2023 aastal). Riikoja poolt (1930) pakutud veemaht on ca 30% suurem kui 2023. a mõõdetu (tabel 3.14.3.). Seega on Riikoja (1930) andmed segadust tekitavad ja veetaseme andmete puudumisel on raske teha järeldusi, kas andmete erinevus tuleneb erinevusest veetasemetes või mõõtmiste metoodikast. Kask (1964) andmed klapivad tänapäevaste andmetega paremini: järve pikkus, laius ja pindala on üsna sarnased. Samas on järve maht

saadud mõnevõrra suurem. Kust pärinevad Kask (1964) andmed, ei ole teada. Näiteks suurim sügavus ja kaldajoone liigendatus on täpselt sama väärtusega kui Riikoja (1930) töös. EELISE andmete suurim ja keskmine sügavus pärinevad Kask, 1964 andmetest.

Tabel 3.14.3. Veisjärve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel

Parameeter	**2023**	**Riikoja, 1930**	**Kask, 1964**	**EELIS**
Veepinna kõrgus (m ümp)	96,66		96,3 (96,47 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	3400	3370	3450	3410
Laine ajutee (m)	3400			
Suurim laius (m)	1780	2200	1760	
Veepeegli pindala (ha/km²)	480,8/4,81	598,0/5,98	487,5/4,88	480,6/4,81
Saarte pindala (ha/km²)	0,2/0,002			0,2
Kogupindala (ha/km²)	480,9/4,81			
Suurim sügavus (m)	4,5	4,0	4,0	4,0
Keskmine sügavus (m)	1,20	1,34	1,3	1,3
Suhteline sügavus (%)	0,2			
Maht (m³)	5789300	8022000	6337500	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	9,00		8,70	
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,20			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	9,20	9,6		9,54
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,16	1,11	1,11	1,2
Kaldajoone liigendatus saartega	1,18			
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,27	0,22		

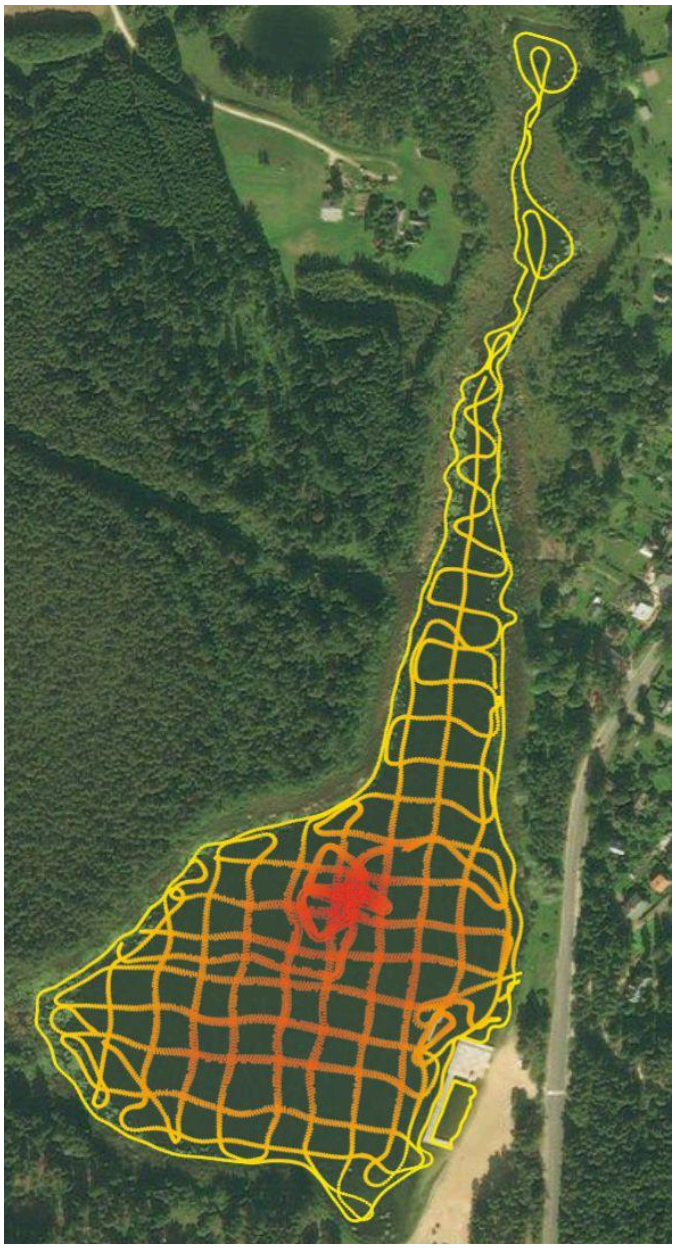
Veisjärve kohta on varasemalt sügavuskaardi koostanud Riikoja (1930) (joonis 3.14.5.). Võrreldes kunagist kaarti tänapäevasega, jääb esmalt silma erinevus järve kujus. Nimelt on varasemal kaardil järv ümaram ja tänapäeval pigem piklikult ovaalne. Tegu ei pruugi olla kaardistamise ebatäpsusega vaid võttes arvesse tollaseid järve suuremaid mõõtmeid võiski järv mõnevõrra teise kujuga olla. Erinevused ei piirdu aga vaid kujuga. Kunagisel kaardil on 1 m sügavusala märkimisväärselt väiksem kui tänapäeval (tõenäoliselt tingitud hõredast mõõdistamisest), kuid 2 m sügavusala see-eest laiem. Samuti paikneb järve sügavaim osa võrreldes tänapäevasega teises kohas, rohkem järve idaküljel ja on üsnagi lai. Samas ei ole vist pihta saadud reaalselt järve sügavaimale osale, mis on suhteliselt kitsas ala ja jäi tõenäoliselt kunagiste mõõdistuspunktide vahele (joonised 3.14.2., 3.14.5.). Seega võib oletada, et järv võis olla kunagi kõrgema veetasemega, suurem ja ka tõenäoliselt sügavam, kuid sügavamat ala ei tabatud.



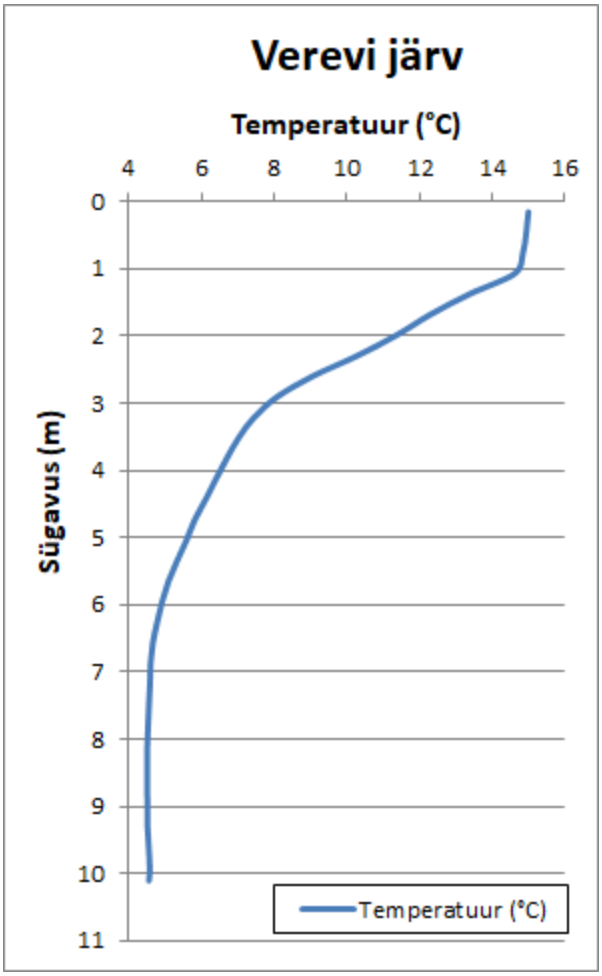
Joonis 3.14.5. Veisjärve ajalooline kaart (Riikoja, 1930).

3.15. Verevi järv

Välitööd viidi Verevi järvel läbi 06.05.2024. Mõõdistamiste käigus läbiti 10,5 kilomeetrit ja saadi kokku 27543 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.15.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 49,78 m ümp. Järve veesammas ei olnud segunenud, kuid konkreetset hüppekihti ei esinenud. Veetemperatuur pinnal oli 15,0 °C ja põhjas 4,6 °C (joonis 3.15.2). Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 49,90 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.15.3) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.15.4).

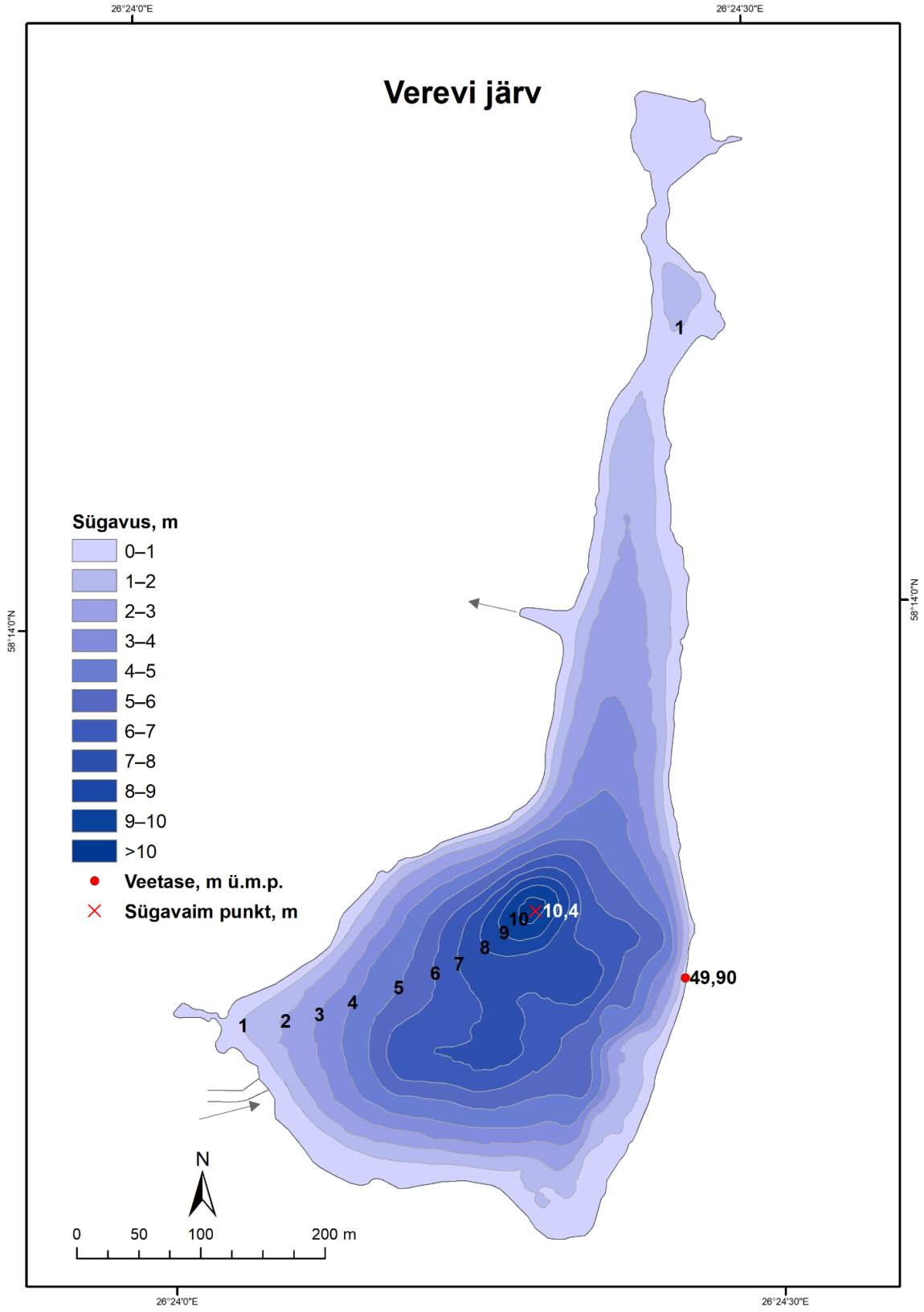


Joonis 3.15.1. Verevi järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).

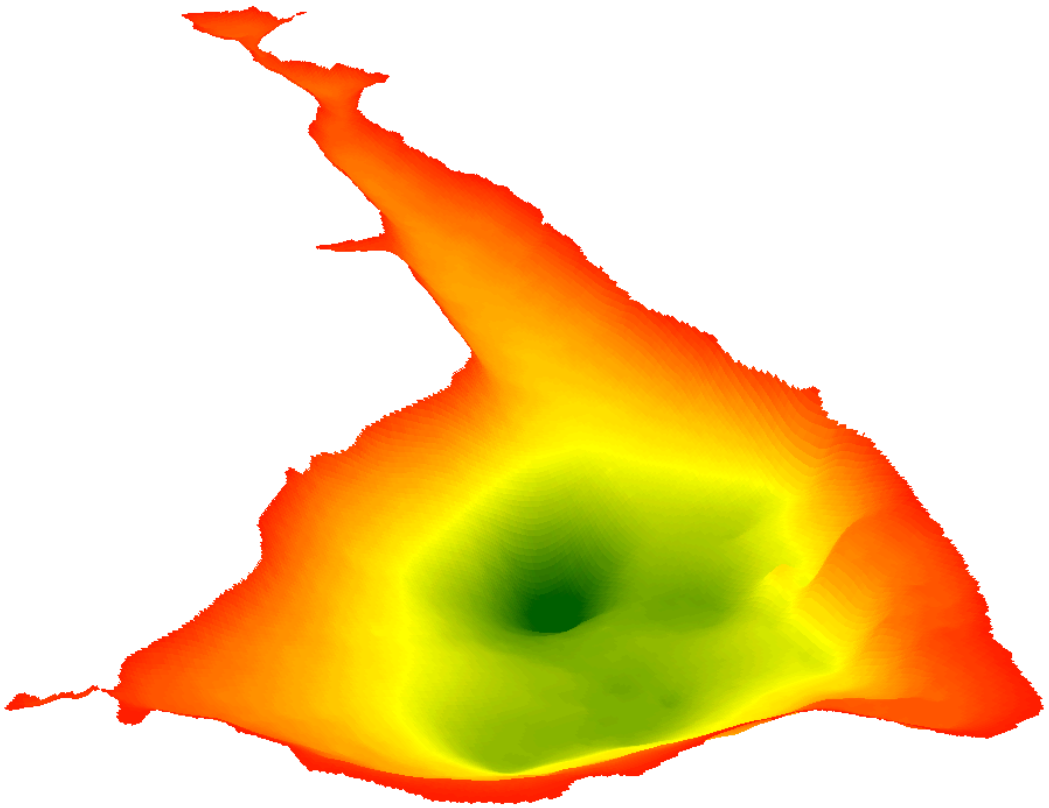


Joonis 3.15.2. Verevi järve veesamba temperatuurid.

Verevi järv (12,5 ha) on väike põhja-lõuna suunas pikliku kujuga järv (joonis 3.15.3.; tabel 3.15.1.), mille saab jagada kaheks eriilmeliseks osaks. Lõunapoolne laiem ja sügavam ala (suurim sügavus 10,4 meetrit) ja kitsas ning madal põhjapoolne ala, mille sügavus jääb valdavalt alla paari meetri (joonis 3.15.3.). Järve keskmine sügavus on 3,32 meetrit ja suhteline sügavus 2,6%. Ka järve keskmine veerukalle on üsna suur (3,91 kraadi) (tabel 3.15.1.). Verevi järve batümeetriline kõver ja ruumala kõver on üsnagi lineaarsed ja sarnase trendiga: 50% järve veemahust on ülemises kahes meetris ja 50% järve pindalast moodustab kuni 3 meetri sügavune ala. Järsem muutus veemahus ja veekihtide pindalas leiab aset vastavalt 7 ja 8 sügavusmeetri pealt (tabel 3.15.2.; joonis 3.15.5.).



Joonis 3.15.3. Verevi järve sügavuskaart veetasemega 49,90 m ümp.



Joonis 3.15.4. Verevi järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

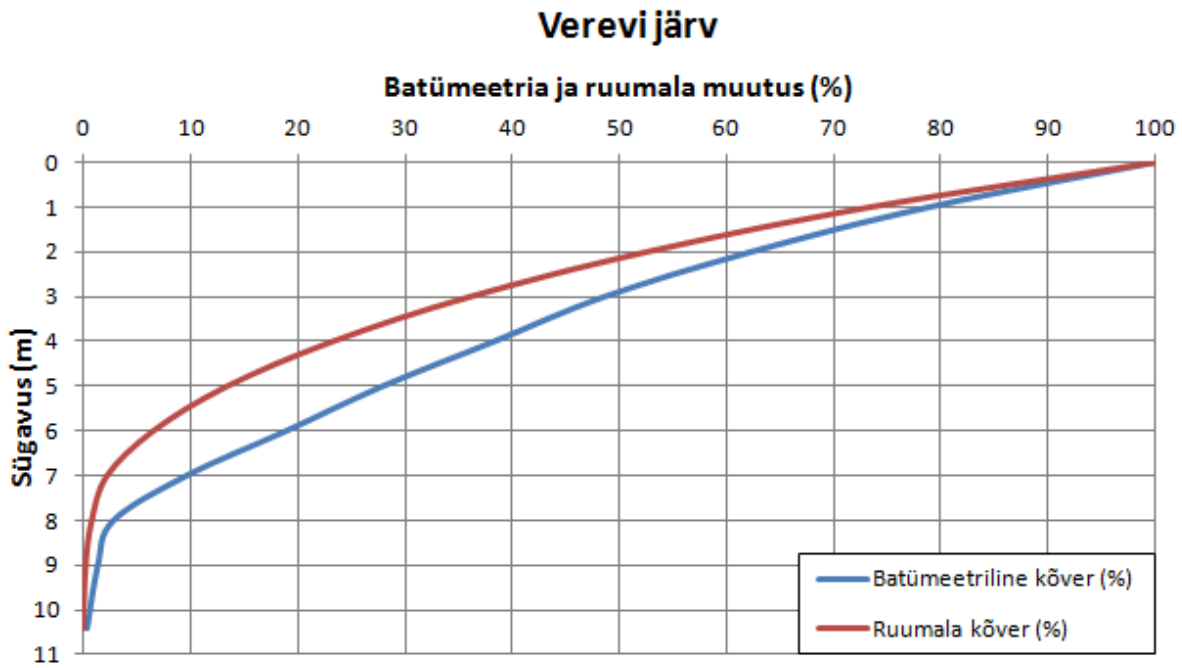
Tabel 3.15.1. Verevi järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	49,90
Suurim pikkus (m)	920
Laine ajutee (m)	920
Suurim laius (m)	390
Veepeegli pindala (ha/km^2)	12,5/0,13
Saarte pindala (ha/km^2)	-
Kogupindala (ha/km^2)	12,5/0,13
Suurim sügavus (m)	10,4
Keskmine sügavus (m)	3,32
Suhteline sügavus (%)	2,6
Maht (m^3)	413500
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	2,59
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	2,59
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,07

Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	3,91

Tabel 3.15.2. Verevi järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m^3)
	(ha)	(km^2)		
0	12,5	0,13	0–1	110065
1	9,7	0,10	1–2	86218
2	7,6	0,08	2–3	68085
3	6,0	0,06	3–4	53048
4	4,7	0,05	4–5	40694
5	3,4	0,03	5–6	28469
6	2,3	0,02	6–7	17789
7	1,2	0,01	7–8	5840
8	0,3	0,00	8–9	2338
9	0,2	0,00	9–10	912
10	0,0	0,00	>10	20



Joonis 3.15.5. Verevi järve batümeetriline ja ruumala kõver.

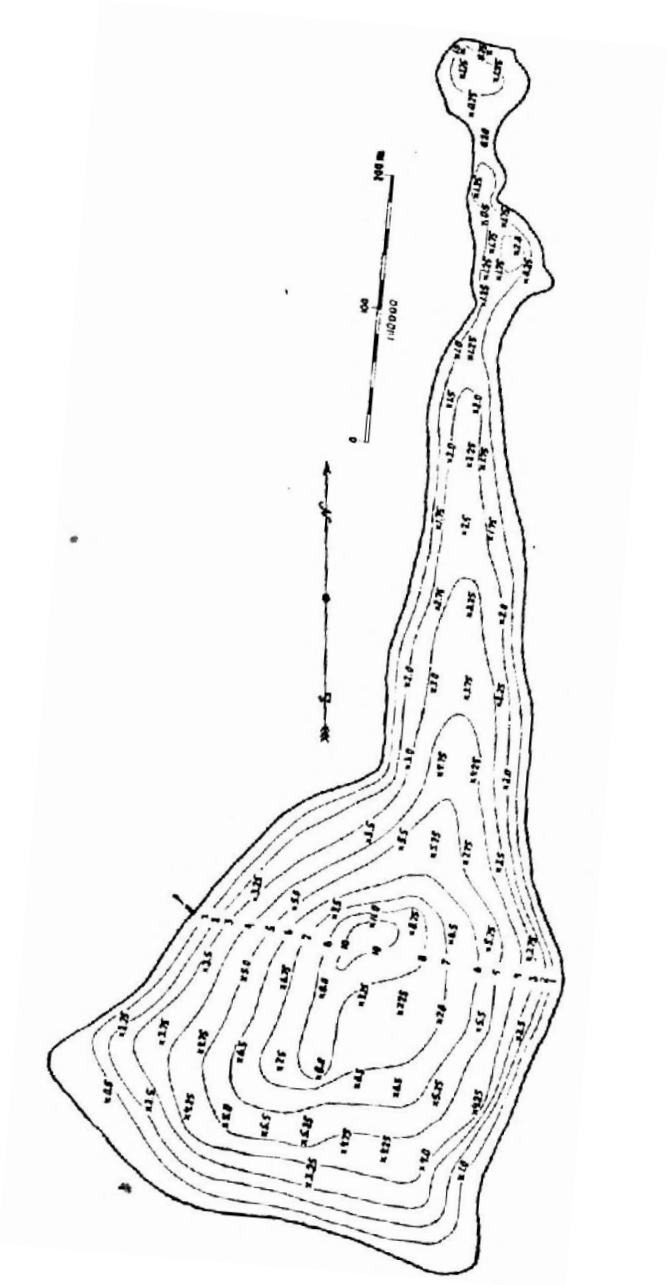
Varasemaid andmeid on Verevi järve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.15.3). Tänapäevaste ja ajalooliste andmete vahel on raske tuua mingeid konkreetseid erinevusi. Järve mõõtmed on sarnased, kuid suurim- ja keskmine sügavus on tänapäeval

mõnevõrra madalam. Samuti on järve mahu hinnang 2024. a andmetel väiksem kui varasemalt. Selle mõningase erinevuse saab vast kirjutada mõõtmismeetodite erinevuste arvele (nagu varasemalt erinevate järvede puhul arutletud).

Tabel 3.15.3. Verevi järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2023), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 22.10.2024) andmete vahel. *Kask (1964) veetasemes on tõenäoliselt mõõtmisviga

Parameeter	2023	Riikoja, 1930	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	49,90		(49,2)* (49,37 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	920	920	950	930
Laine ajutee (m)	920			
Suurim laius (m)	390	350	320	
Veepeegli pindala (ha/km²)	12,5/0,12	12,98/0,13	12,6/0,13	12,4/0,12
Saarte pindala (ha/km²)	-			
Kogupindala (ha/km²)	12,5/0,12			
Suurim sügavus (m)	10,4	11,0	11,0	11,0
Keskmine sügavus (m)	3,32	3,57	3,6	3,6
Suhteline sügavus (%)	2,6			
Maht (m³)	413500	462900	453600	
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	2,59	2,34	2,125	2,61
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	2,59			
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,07	1,83	1,69	2,1
Kaldajoone liigendatus saartega	-			
Keskmine veerukalle (kraadi)	3,91	4,70		

Verevi järve kohta on varasemalt sügavuskaardi koostanud Riikoja (1930) (joonis 3.15.6.). Varasem kaart on tänapäevasega võrreldes suhteliselt sarnane, kuid esineb kergeid erinevusi nüanssides. Esmalt jääb silma, et järve kitsas põhjapoolses osas on sügavamaid alasid kui tänapäevasel kaardil. Samuti on suurim sügavus saadud suurem kui tänapäeval, aga sügavama ala asukoht on veidikene nihkes. Võttes arvesse suhteliselt hõredat mõõdistuste mustrit võrreldes tänapäevaga, võime eeldada, et õigele sügavaimale punktile ei saadud pihta. Kas sellest saaks järeldada, et järv oli kunagi sügavam/veetase kõrgem? Võimalik, kuid taaskord võttes arvesse erinevusi mõõdistuse metoodikas, siis jääks see pelgalt spekulatsiooniks.



Joonis 3.15.6. Verevi järve ajalooline kaart (Riikoja, 1930).

Kasutatud kirjandus

EELIS (Eesti looduse infosüsteem), Keskkonnaagentuur.

Kaljo, O. (1953). *Andmeid Tartu oblasti põhjaosa järvedest*. Diplomitöö, Tartu Riikliku Ülikooli Matemaatika-loodusteaduskonna geograafia osakond; juhendaja: E. Varep.

Kallejärv, T. (1971-1975). *Eesti väikejärvede batümeetrilised skeemid. I-III osa*. Eesti Maaülikool, käsikiri.

Kask, I. (1964). *Eesti NSV järvede nimestik*. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus.

Maa-ameti ortofotod ja põhikaart.

Mäemets, A. (1968). *Eesti järved*. Tallinn: Ilo.

Mäemets, A. (1977). *Eesti NSV järved ja nende kaitse*. Tallinn: Valgus.

Mühlen, M. von zur. (1911). Садьервское озеро (с приложением карты); Керимойс-Ульфельдское озеро (с приложением карты). Tartu: Mattiesen.

Riikoja, H. (1930). Zur Morphometrie einiger Seen Eestis. Rmt: M. Buchdruckerei (Ed.), *Tartu Ülikooli Eesti veekogude uurimise komisjoni väljaanne nr 13.* Tartu: Tartu Ülikooli juures asuv Loodusuurijate Selts.

Tõnisson, A. (2014). Kroodi - loodusmaastikust tehismaastikuks. Järvet, A. (toim), *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat kd 39*. Eesti Geograafia Selts, Tallinn, lk 71-87.

Uljas, A. (1953). *Andmeid Tartu oblasti lõunaosa järvedest.* Diplomitöö, Tartu Riikliku Ülikooli Matemaatika-loodusteaduskonna geograafia osakond; juhendaja: E. Varep.

Valmet, R. (1954). *Andmeid mõningate Eesti NSV järvede, eriti nende morfomeetria kohta.* Diplomitöö, Tartu Riikliku Ülikooli Matemaatika-loodusteaduskonna geograafia osakond; juhendaja: E. Varep.

Vandel, E., Vaasma, T., Vainu, M., Terasmaa, J. (2020). *Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2019.* Keskkonnainvesteeringute keskus, Tallinna Ülikooli ökoloogia keskus, Tallinn.

Vandel, E., Vaasma, T. (2022). *Tallinna linna pinnaveesüsteemi joogiveehaardesse kuuluvate seisuveekogude veemahtude kaardistamine teadmispõhiseks veemajandamiseks ja joogivee kvaliteedi tagamiseks*. Tallinna Ülikooli ökoloogia keskus, Tallinn.

Vaasma, T., Vandel, E. (2024). *Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2022.* Keskkonnainvesteeringute keskus, Tallinna Ülikooli ökoloogia keskus, Tallinn.

Võrtsjärve Limnoloogiajaam (1950-1960ndad). Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Limnoloogiakeskuse arhiiv.

Wetzel, R.G. (1983). *Limnology*. *2nd Edition*. Philadelphia: Saunders College Publishing.

X-GIS. Maa-amet

LISAD

Lisa 1. “Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2023” raames mõõdistatud veekogumid koos järvede registrikoodide ja erinevate järvi iseloomustavate tüüpidega (EELIS; vaadatud: 20.10.2024).

Veekogumi	Registrikood	VRD tüüp	Limnoloogiline tüüp	Elupaigatüüp (Natura)
Hino järv	VEE2155500	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, pehmeveelised, kloriidivaesed, kihistumata veega, heledaveelised järved (V)	Oligotroofne e. vähetoiteline	Liiva-alade vähetoitelised järved (3110)
Kahala järv	VEE2001600	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Makrofüüdijärv e. suurtaimerikas järv	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Kaiavere järv	VEE2057100	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Karedaveeline eutroofne e. karedaveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Kaisma järv	VEE2054000	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Karedaveeline miksotroofne e. karedaveeline segatoiteline	Vähe- kuni kesktoitelised kalgiveelised järved (3140)
Kariste järv	VEE2098500	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	Karedaveeline eutroofne e. karedaveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Klooga järv	VEE2005500	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Karedaveeline miksotroofne e. karedaveeline segatoiteline	Vähe- kuni kesktoitelised kalgiveelised järved (3140)
Maardu järv	VEE2005910	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Makrofüüdijärv e. suurtaimerikas järv	Vähe- kuni kesktoitelised kalgiveelised järved (3140)
Murati järv	VEE2155900	Veepeegli pindalaga alla 10 km2, vee keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Karedaveeline eutroofne e. karedaveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Mäeküla järv	VEE2099100	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, vee keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Karedaveeline eutroofne e. karedaveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Nohipalo Valgjärv	VEE2129700	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, pehmeveelised, kloriidivaesed, kihistumata veega, heledaveelised järved (V)	Oligotroofne e. vähetoiteline	Liiva-alade vähetoitelised järved (3110)

Nõuni järv	VEE2101300	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	Karedaveeline eutroofne e. karedaveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Raigastvere järv	VEE2065000	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Karedaveeline eutroofne e. karedaveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Saadjärv	VEE2065300	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	Karedaveeline eutroofne e. karedaveeline rohketoiteline	Vähe- kuni kesktoitelised mõõdukalt kareda veega järved (3130)
Veisjärv	VEE2099400	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Karedaveeline miksotroofne e. karedaveeline segatoiteline	Vähe- kuni kesktoitelised kalgiveelised järved (3140)
Verevi järv	VEE2093200	Veepeegli pindalaga alla 10 km^2, vee keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	Hüpertroofne e. liigtoiteline	-