

Tallinna Ülikool
Loodus- ja terviseteaduste instituut
Ökoloogia keskus

EESTI VÄIKEJÄRVEDE BATÜMEETRILINE SEIRE 2022

Lõpparuanne



Rahastaja: Keskkonnainvesteeringute keskus

Töö teostajad: Tiit Vaasma

Egert Vandel

Tallinn 2024

Sisukord

1. Sissejuhatus	3
1.1. Eesmärk ja vajadus	3
1.2. Varasemad järvede batümeetrilised tööd	5
2. Mõõdistatud järved ja metoodika	8
2.1. Mõõdistatud järved	8
2.2. Kasutatavate metoodikate ja tehniliste vahendite kirjeldus	21
2.3. Andmete töötlus	21
2.4. Morfomeetrilised parameetrid	22
3. Tulemused	25
3.1. Aheru järv	25
3.2. Jõemõisa järv	31
3.2.1. Jõemõisa ja Papijärve uued andmed	38
3.3. Kaiu järv	41
3.4. Karujärv	47
3.5. Konsu järv	53
3.5.1. Konsu järve uued andmed	61
3.6. Lohja järv	64
3.7. Meelva järv	70
3.8. Nigula järv	75
3.9. Pangodi järv	81
3.10. Pulli järv	88
3.11. Rummu järv	94
3.12. Tamula järv	100
3.13. Tänavjärv	106
3.14. Veskijärv	112
3.15. Viljandi järv	118
4. Ettepanekud Eesti Looduse Infosüsteemis järvede ruumikujude muutmiseks	125
4.1. Konsu järv (Konsu järv koos Peenjärvega)	125
4.2. Jõemõisa järve ja Papijärve vahelise piiri muudatus	126
5. Kasutatud kirjandus	128
LISAD	130

1. Sissejuhatus

1.1. Eesmärk ja vajadus

Keskkonnainvesteeringute keskuse projekti "Eesti väikejärvede batümeetiline seire 2022" eesmärgiks on Aheru järve, Jõemõisa järve (koos Jõemõisa Papijärvega, sest veekogum koosneb kahest järvest), Kaiu järve, Karujärve, Konsu järve, Lohja järve, Meelva järve, Nigula järve, Pangodi järve, Pulli järve, Rummu karjääri, Tamula järve, Tänavjärve, Vesikijärve ja Viljandi järve batümeetiline- 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 batümeetiline 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 batümeetiline 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 batümeetiline kaart, mille kaudu on omakorda võimalik arvutada erinevaid järve kirjeldavaid parameetreid (Wetzel, 1983). Kaasaegsed tehnoloogiad ja meetodid võimaldavad järvede ja nende nõgude täppiskaardistamisi, mis annavad oluliselt kvaliteetsemaid ja detailsemaid tulemusi, võrreldes sadakond aastat ja isegi aastakümneid tagasi tehtud batümeetriliste mõõdistustega. Kordumõõdistamised ehk seire võimaldab omakorda võrrelda järve arengut läbi aja, kuigi kohati võib olla see raskendatud just tulenevalt erinevatel perioodidel kasutatud mõõdistusmeetodikate 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 mõõndustega) järve morfomeetriliste näitajate muutustest tulenevat mõju ka järvede ökosüsteemile ja selle toimimisele erinevatel ajaetappidel. Lisaks saame neid samu

vahendeid kasutades mängida läbi erinevaid veetasemete tulevikutsenaariume, mis järvedega võib juhtuda, kas siis otsesest inimtegevusest tulenevalt või läbi kliimaatiliste 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/km²)

Saarte pindala (ha/km²)

Kogupindala (ha/km²)

Veekihi pindala (ha/km²)

Suurim sügavus (m)

Keskmine sügavus (m)

Suhteline sügavus (%)

Maht (m³)

Veekihi maht (m³)

Kaldajoone pikkus saartega ja saarteta (km)

Kaldajoone liigendatus saartega ja saarteta

Keskmine veerukalle (kraadi)

Batümeetiline 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 tuulele, mis omakorda mõjutab kallaste erosiooni, litoraali taimestikku, kihistumisrežiimi, setete resuspensiooni jne. Laine ajutee näitab pikimat vahemaad järve veepeegilil, 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 primaarproduktiooni, 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 batümeetiline 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 primaarproduksioon 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 batümeetiline 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 olnud meil ka varasemalt. Kuigi tänu mitmetele uurimisprojektidele oleme kaardistanud palju järvi, siis siinkohal kirjeldame töid, mis on konkreetselt järvede batümeetriaale suunatud ning millest üks on uus käimasolev projekt. Kirjeldatavate projektide peale kokku oleme kaardistanud 30 järve ning 15 on mõõdistamisel (joonis 1.2.1).

Töö raames leiti kokku 530 Eesti väikejärvede sügavuskaarti alates 20. sajandi algusest. Nende seas oli ka kordusi ja paljud osutusi 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_ilu7-?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 2023

Käesoleva aruande kirjutamise hetkel on juba käimas ka projekt “Eesti väikejärvede batümeetriline seire 2023”, mille eesmärk on kaardistada ja koostada detailsed sügavuskaardid järgnevatele halvas ja kesises koondseisundis olevatele maismaa seisuveekogumitele: Hino järv, Kahala järv, Kaiavere järv, Kaisma järv, Kariste järv, Klooga järv, Maardu järv, Murati järv, Mäeküla järv, Nohipalo Valgjärv, Nõuni järv, Raigastvere järv, Saadjärv, Veisjärv ja Verevi järv. Projekt lõppeb 2024. a sügisel.

2. Mõõdistatud järved ja metoodika

2.1. Mõõdistatud järved

Töö käigus mõõdistati 15 Eesti väikejärve, mis kuuluvad ka veekogumite nimistusse: 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, Veski järv ja Viljandi järv (Tabel 2.1.1, joonis 2.1.1 ja Lisa 1). Järvede valik hõlmas endas Eesti erinevates piirkondades paiknevaid eriilmelisi halvas või kesises koondseisundis olevaid järvi.

Tabel 2.1.1. "Eesti väikejärvede batümeetiline seire 2022" raames mõõdistatud järved koos veekogumite registrikoodidega

Nimi	Registrikood
Aheru järv	2136600_1
Jõemõisa järv	2057600_1
Kaiu järv	2057800_1
Karujärv	2076800_1
Konsu järv	2027900_1
Lohja järv	2001000_1
Meelva järv	2113600_1
Nigula järv	2097400_1
Pangodi järv	2100600_1
Pulli järv	2155200_1
Rummu järv	2005520_1
Tamula järv	2126200_1
Tänavjärv	2028300_1
Veski järv	2028400_1
Viljandi järv	2082800_1



Joonis 2.1.1. “Eesti väikejärvede batümeetiline seire 2022” raames mõõdistatud järvede asukohad.

Aheru järv

Aheru järv (ka Kandsi järv, Aherjärv, Suurjärv, Kansi järv; 2136600_1; foto 2.1.1) asub Valga vallas Valga maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv paikneb künkliku reljeefiga Karula kõrgustiku metsarikkas mõhnastike ja sandurite maastikus (Mäemets, 1968). Järve lõuna ja lääneosa kaldad on kohati järsemad ja kõrgemad (Oore Lustimägi, mille järvepoolisel jalamil asub RMK puhke- ja suplusala); mujal tasased ning kohati soostunud (loodes Mudajärve soo, idakaares Kahru ja Kantsi soo). Lõunapoolseima osa e Karaski lahe ja sealse Järvevahi sopi eraldab suuremast järveosast Puugisaare poolsaar. Valdavalt ümbritseb järve leht- ja okasmets. Järve suubub idast Laanemetsa oja, mis voolab järvest välja loodes asuvasse Mudajärve, kust see omakorda jõuab lõpuks Koiva jõkke. Limnoloogiline tüüp on Aheru järvel kalgiveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub vähe- kuni kesktoiteliste mõõdukalt kareda veega järvede (3130) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.1. Vaade Aheru järve lõunaosale. Fotol on ka sügavusmõõdistusteks kasutatav sonar *Hydrosurveyor M9*. Foto: Tiit Vaasma, 25.10.2022.

Jõemõisa järve veekogum ja Kaiu järv

Jõemõisa järve veekogum (VEE2057600_1) koosneb kahest järvest: Jõemõisa järvest (VEE2057600; foto 2.1.2) ja Jõemõisa Papijärvest (VEE2057610), mis on omavahel ühenduses suhteliselt laia väinaga: Järvekaelaga. Jõemõisa järv ja Kaiu järv (VEE2057800; foto 2.1.3) on omavahel ühenduses lühikese kitsa Kääpa jõe lõiguga, Papijärv ja Kaiu järv aga kitsa väinaga. Asukoha kirjeldusena saab neid käsitleda koos. Nimetatud järved asuvad Mustvee vallas Jõgeva maakonnas (joonis 2.1.1). Need arvatavasti preglatsiaalses orundis paiknevad järved (Mäemets, 1968) asuvad Ugandi lavamaa põhjaosas. Kaiu järve suubub lõunast Kääpa jõgi ning Papijärve edelast Uhmardu jõgi. Järvede lääne, põhja ja lõuna osad on soised (lõunas asub Kaiu soo). Idas paikneb metsane Kaiu mõhnastik (Sõõru mäed). Jõemõisa ja Kaiu järve vahel on kõrgem liivase pinnaga männimetsaga kaetud Pedassaar ja suurvee aegu üleujutatud kaitsealune Tammeluh. Kolme järve vahel on madal, soine ja põõsasniiduga kaetud Heinassaar. Kaiu mõhnastikul ja Pedassaarel asuvad RMK matkarajad ja puhkekohad. Kaiu järve idakaldal on ka nõukogude ajast pärinev puhkekompleks koos paadilaenutusega. Jõemõisa ja Kaiu järve veetasemete kõrguse erinevus on u 2 cm, olles madalam Kääpa jõe väljavoolul Jõemõisa järvest. Jõemõisa ja Papijärv on limnoloogilise tüübi järgi makrofüüdijärved ja elupaigatüübilt kuuluvad vähe- kuni kesktöiteliste kalgiveeliste järvede (3140) hulka. Kaiu järv on aga limnoloogilise tüübi järgi kalgiveeline miksotroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketöiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.2. Vaade Jõemõisa järvel itta (taamal paremal asub Pedassaar).
Foto: Tiit Vaasma, 05.05.2023.



Foto 2.1.3. Vaade Kaiu järvel põhjakalda suunas Pedassaarele ja Tammeluhale.
Foto: Tiit Vaasma, 03.05.2023.

Karujärv

Karujärv (ka Järumetsa järv, Järvemetsa järv; 2076800_1; foto 2.1.4), vahel ka “Saaremaa Pühajärveks” nimetatav järv (Mäemets, 1968), asub Saaremaa vallas Saare maakonnas (joonis 2.1.1). See Lääne-Saaremaa kõrgustiku lainja reljeefiga maastikul paiknev järv on merest eraldunud umbes 9500-10000 aastat tagasi (Saarse jt, 2009 põhjal). Kaldad on peamiselt liivased aga kohati kaetud ka munakatega. Lääne- ja loodeosas on ka soostunud kallast. Temas on kolm saart. Ümbrus on metsane. Väljavool järvest toimub idaosas asuva Kaljajõe kaudu.

Mitmel pool leidub majapidamisi ning järve idakaldal asub populaarne puhkeala. Maantee vahetu läheduse ja liivase järvepõhja tõttu on mitmel pool veel ujumiskohti. Limnoloogiline tüüp on Karujärvel kalgiveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub vähe- kuni kesktoiteliste mõõdukalt kareda veega järvede (3130) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.4. Varakevadine vaade Karujärve põhjaosale puhkekeskuse paadisillalt.
Foto: Tiit Vaasma, 13.04.2023.

Konsu järv

Konsu järv (ka Konsa järv, Kontsu järv, Kontso järv, Suur Kongojärv; 2027900_1; foto 2.1.5) asub Alutaguse vallas Ida-Viru maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv paikneb Alutaguse madalikul Kurtna (Illuka) mõhnastiku kaguserval (Mäemets, 1968). Põhja pool on kaldad liivased, kohati kõrged ja järsud. Idakallas on metsastunud. Mujal on kaldad lauged ja enamasti soised ning kaetud kidurama metsaga (lõunas on Kangisoo). Konsu järv jaguneb kaheks osaks: Ees- ja Keskjärveks, mida eraldab järve keskel läänest järve ulatuv soine poolsaar (Räbina tõrs). Lõuna pool asub Peenjärv, mida Konsu järvega ühendab u 30 m laiune ja 110 m pikkune väin. Põhjas suubub järve Konsu kanal ja mitmel pool on veel kraavitust, mis järve vett toovad. Väljavool toimub Konsu peakraavi kaudu Mustajõkke, mis omakorda viib vee Narva jõkke. Järve on rajatud põlevkivitööstuse tarbevee tarvis veejuhe, mille kaudu saab vett pumbata Kohtla-Järvele. Järve põhjaosas on mitmeid eluasemeid ja RMK puhkeala. Limnoloogiline tüüp on Konsu järvel kalgiveeline miksotroofne ja elupaigatüübilt kuulub vähe- kuni kesktoiteliste kalgiveeliste järvede (3140) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.5. Vaade Konsu järve lõunapoolsest osast (Keskjärvest) põhja poole. Vasakul asub Räbina tõrs. Foto: Tiit Vaasma, 01.06.2023.

Lohja järv

Lohja järv (2001000_1; foto 2.1.6) asub Kuusalu vallas Harju maakonnas (joonis 2.1.1). See umbes 2300 aastat tagasi merest eraldunud järv (Grudzinska jt, 2012) paikneb Soome lahe rannikumadalikul. Järve kaldad on madalad ja lauged ning kaetud metsaga. Põhjaosas on liivast kallast, mujal on kallas mudane. Kogu järve kaldatsoon on kaetud kohati väga laia pilliroovööndiga (kagu- ja lõunaosas mitukümmend meetrit lai). Sissevool toimub läbi mitme väiksema kraavi ja väljavool Hara lahte Lohja oja kaudu. Limnoloogiline tüüp on Lohja järvel pehmeveeline miksotroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.6. Vaade Lohja järve ida- ja lõunakaldale. Foto: Egert Vandel, 11.11.2022.

Meelva järv

Meelva järv (2113600_1; foto 2.1.7) asub Räpina vallas Põlva maakonnas (joonis 2.1.1). See tekkelt tõenäoliselt vana oruga seotud järv, mille areng algas pärast Peipsi järve nõos hilisjääajal esinenud jääpaisjärve vete alt vabanemist (Mäemets, 1968), paikneb Peipsi madaliku, Ugandi lavamaa ja Palumaa siirdealal. Järve kogu läänekalda ulatuses on ulatuslik Määrästü (Miilva) soo. Ka lõunaosa kallas on soine. Mitmel pool on kaldas õõtsik - eriti lõunaosas ja põhjaotsas. Idakallas on kaetud metsaga ja on mudane või ka liivane. Järves on üks saar. Järve suubuvad mõned kraavid ja väljavool toimub Toolamaa oja kaudu Võhandu jõkke. Põhjapoolsemas osas on järve läheduses mitmeid Meelva küla majapidamisi ning suplusala. Limnoloogiline tüüp on Meelva järvel atsidotroofne ja elupaigatüübilt kuulub huumustoiteliste järvede ja järvikute (3160) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.7. Vaade Meelva järve läänekalda õõtsikult kirdesse. Foto: Tiit Vaasma, 14.11.2022.

Nigula järv

Nigula järv (ka Nigula Vanajärv, Vanajärve järv, Vanamõisa järv, Vanajarve järv; 2097400_1; foto 2.1.8) asub Häädemeeste vallas Pärnumaal (joonis 2.1.1). See Nigula raba arengu ja korduvate metsatulekahjude tagajärjel tekkinud järv (Ilomets ja Paap, 1982) paikneb Metsepole madalikul. Järv on ümbritsetud Nigula rabast ja asub selle idaservas, vaid idakalda lahesopid, mis on tekkinud tulekahjude tõttu, ulatuvad mineraalmaani, millel kasvab soine mets. Samast küljest toimub ka väljavool Rannametsa jõkke, mis suubub Liivi lahte. Järve ida- ja põhjakaldal on matkarada koos vaatetorniga. Limnoloogiline tüüp on Nigula järvel düstroofne ja elupaigatüübilt kuulub huumustoiteliste järvede ja järvikute (3160) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.8. Vaade Nigula järvel itta. Foto: Tiit Vaasma, 07.11.2022.

Pangodi järv

Pangodi järv (2100600_1; foto 2.1.9) asub Kambja vallas Tartu maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega järv paikneb Otepää kõrgustiku põhjaosa künklikus moreenmaastikus (Mäemets, 1986). Järve lõuna (edela) osa on soine, mujal kaldad enamasti kõrged, mis koosnevad moreenist või liivadest ja kruusadest. Järv on sopiline ja kahe saarega. Järve kirdesoppi nimetatakse Väikejärveks (kus on ka samanimeline saar), mida eraldab keskosast e Suurjärvest Pikksaare poolsaar. Kagunurka, milleni on raskendatud ligipääs läbi taimestunud kitsa Hurdakaela, nimetatakse Hurda laheks ja edelanurka Kõllisopiks. Läbivool on järvel nõrk. Pikksaarel asub avalik suplusala, RMK matkarada ja puhkeala ning Vabadussõja mälestusmärk. Limnoloogiline tüüp on Pangodi järvel kalgiveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.9. Vaade Pangodi järve läänekaldale. Foto: Tiit Vaasma, 24.05.2023.

Pulli järv

Pulli järv (2155200_1; foto 2.1.10) asub Rõuge vallas Võru maakonnas (joonis 2.1.1). Järve ida- ja lõunakaldal on Misso alevik. See glatsiaalse tekkega järv paikneb Haanja kõrgustiku lõunanõlva sandurite ja mõhnastike maastikus (Mäemets, 1986). Kaldad on valdavalt tasased, läänes kohati järsemad ja kõrgemad. Pinnakate koosneb peamiselt liivadest ja kruusadest, lõunaotsas on ka soist kallast. Järv on ümbritsetud metsaga või kitsama puuderibaga ning kagus ulatuvad järveni õuealad, kus on ka suplusala. Limnoloogiline tüüp on Pulli järvel oligotroofne ja elupaigatüübilt kuulub liiva-alade vähetoiteliste järvede (3110) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.10. Vaade Pulli järve põhjaosale. Foto: Tiit Vaasma, 10.05.2023.

Rummu järv (tehisjärv)

Rummu järv (2005520_1; foto 2.1.11) asub Lääne-Harju vallas Harju maakonnas (joonis 2.1.1). See lubjakivi kaevandamise tulemusena tekkinud hea vee läbipaistvusega tehisjärv paikneb Harju lavamaa lääneservas endises Rummu lubjakivi karjääris. Karjääris alustati kaevandamist 1938. aastal ja alates 1990ndatest hakkas vee ärajuhtimise lõpetamise tõttu veetase karjääris tõusma (eMaapõu: Rummu paemurd). Lääneotsa kalda moodustab kõrge lubjakivi astang. Ka mujal on kaldad järsud ja kõrged ning kaetud lubjakivi tükkidega. Ida poolses osas on tasasemat ala. Järve läänepoolseima osa põhjakaldal on lubjakivi tööstusjääkidest kuhjatud mägi, mida ilmestavad sademevete poolt sisse uuristatud uhtorud. Astangutes paljandub Vasalemma kihistu lubjakivi, mille stratotüüp ka karjääris asub (Eesti stratotüüpsed paljandid). Järvest põhjas, astangu pealsel, on endise Murru vangla suletud ala. Järvele ei ole omistatud ei limnoloogilist ega elupaigatüüpi.



Foto 2.1.11. Vaade Rummu tehisjärvele. Taamal paistab lubjakivitööstuse jääkidest kuhjatud mägi. Esiplaanil on sügavusmõõdistusteks kasutatav sonar *Hydrosurveyor M9*.

Foto: Tiit Vaasma, 20.10.2022.

Tamula järv

Tamula järv (2126200_1; foto 2.1.12) asub Võru linnas Võru maakonnas (joonis 2.1.1). See glatsiaalse tekkega, kuid ennejäaaegses Võru orundis paiknev järv, asub Haanja kõrgustiku jalamil (Mäemets, 1968). Kaldad on madalad ja enamasti mudased või liivased (nt Võru linna rand), idas kohati ka kivised. Kaldad, kus inimene ei ole neid puhastanud, on laia pilliroovööndiga. Põhjapoolseimast otsast on järv Vahe- ja Vanajõe kaudu ühenduses Võhandu jõega. Loodeosas (või ka põhjosas) on järve suurim poolsaar - Roosisaar. Limnoloogiline tüüp on Tamula järvel kalgiveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.12. Tamula järv Võru linna serval. Foto: Tiit Vaasma, 09.05.2023.

Tänavjärv

Tänavjärv (2028300_1; foto 2.1.13) asub Lääne-Harju vallas Harju maakonnas (joonis 2.1.1). See umbes 5400 aastat tagasi merest eraldunud järv (Grudzinska, 2013) paikneb Lääne-Eesti rannikumadaliku laialdaselt soostunud tasasel alal. Järve ümbritsevad enamasti sood ja rabad. Kirdes liivasel pinnal kasvab aga kõrge männimets. Kaldad on enamasti madalad ja tasased ning turbased, kirdes, idas ja läänes kohati ka liivased. Sissevool puudub ja väljavool kraavi kaudu Veskijärve suunas on ummistunud. Järve kirdekaldal asub RMK puhkeala. Limnoloogiline tüüp on Tänavjärvel semidüstroofne ja elupaigatüübilt kuulub liiva-alade vähetoiteliste järvede (3110) hulka (EELIS; Lisa 1).

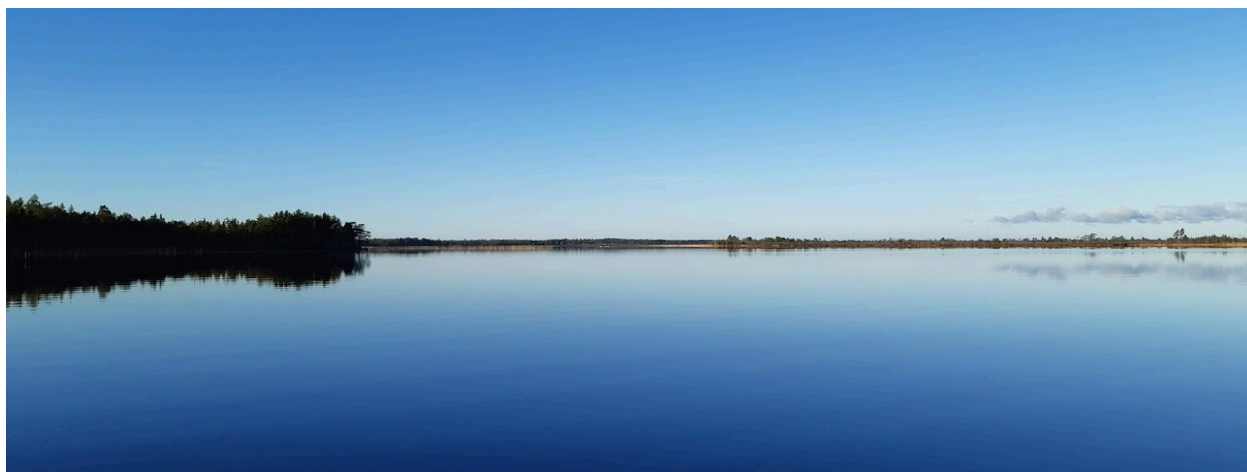


Foto 2.1.13. Vaade Tänavjärvel läände. Foto: Tiit Vaasma, 31.10.2022.

Veskijärv

Veskijärv (2028400_1; foto 2.1.14) asub Tänavjärvest umbes 1,2 km lääne pool, kuid Lääne-Nigula vallas Lääne maakonnas (joonis 2.1.1). See umbes 5400 aastat tagasi merest eraldunud järv (Grudzinska, 2013 põhjal) paikneb Lääne-Eesti rannikumadaliku tasasel alal: läänes on soostunud ala ja umbes järve keskkohas sissekiildunud kõrgem poolsaar, lõunas ja idas on madal metsastunud ala. Vaid põhjas, järvest mõnikümmend meetrit eemal, on kõrgemad luited. Kaldad on madalad ja kaldataimestikuga kaetud, läänes turbased ja õõtsikulised, idas kivised. Järvel on nõrk läbivool. Põhjakaldal asub RMK puhkekoht. Limnoloogiline tüüp on Veskijärvel pehmeveeline miksotroofne ja elupaigatüübilt kuulub liiva-alade vähetoiteliste järvede (3110) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.14. Vaade Veskijärvel lõunasse. Foto: Tiit Vaasma, 31.10.2022.

Viljandi järv

Viljandi järv (2082800_1; foto 2.1.15) asub Viljandi linnas Viljandi maakonnas. See järv paikneb Viljandi ürgorus Sakala kõrgustikul (Mäemets, 1968). Oru veerud on kõrged ja järsud, kuid järve kaldal madalamad ja laugemad. Järv on ümbritsetud metsaga va loode-, põhja- ja kirdeosas, kus on lähedal ka Viljandi linna elamurajoonid ja asuvad liivased suplusalad. Kirdes oleva Viiratsi otsa ja edelas Orika otsa kaldad on soised. Limnoloogiline tüüp on Viljandi järvel kalgiveeline eutroofne ja elupaigatüübilt kuulub looduslikult rohketoiteliste järvede (3150) hulka (EELIS; Lisa 1).



Foto 2.1.15. Vaade Viljandi järvelt Viljandi linnale. Foto: Tiit Vaasma, 08.11.2022.

2.2. Kasutatavate metoodikate ja tehniliste vahendite kirjeldus

Mõõdistusi ja vaatlusi teostati kummipaadist 2022. a sügisel ja 2023. a kevadel. Sügavusmõõdistused tehti paadi külge haagitud *Hydrosurveyor M9* viiekiirelise sonariga (nähatav fotodel 2.1.1 ja 2.1.11), 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. Mõõdistuste päevadel määrati järvede veetasemete absoluutkõrgus diferentsiaal GPS-iga *Leica GS09*.

2.3. Andmete töötlus

Kogutud andmetest eemaldati 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 kõrgusmodelit. Kõrgusmodelile modelleeriti *ArcMap*-is 1 cm vahega samakõrgusjooned 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 joonistusi 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. Kaldajoontele anti kõrgusväärtus samuti kõrgusmodeli järgi, kasutades selleks varasemalt valitud isojoone kõrgusväärtust. Kõrgusmodelilt tuletatud järvede kaldajoonte kõrgused on ka nende järvede veepinna kõrguseks (m ümp) sügavuskaartidel, mille suhtes arvutati välja järvede morfomeetrilised parameetrid. Järvedes, kus leidis saari, leiti saartele kaldajooned sarnasel meetodil ja neile anti sama kõrgusväärtus kui kaldajoonele. Enamasti oli veekogudel (va Karu- ja Nigula järv) 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 esimeseks 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 olid kolme ruumilist väärtust: asukoha koordinaadid X ja Y (*Estonia 1997 Lambert Conformal Conic* koordinaatsüsteemis) ning Z (kõrgus merepinnast, m). Samuti loodi 1x1 meetrisele rasterkihile samasügavusjooned iga meetri tagant, alustades järve veepinna kõrgusest.

2.4. Morfomeetrilised parameetrid

Järvede morfomeetrilised parameetrid saadi läbi andmete töötamise ja arvutuste programmis *ArcMap 10.8*. (st ka, et kasutuses ei ole varasemalt avaldatud väärtusi).

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 keskelge, 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 kraadne nurk). Mõõtmised tehti *ArcMap*-is järve polügoonilt käsitsi.

Laine ajutee (m) - suurim sirgjooneline distantis järve veepeeglil, mille tee 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/km²) - järve kogupindala ja saarte pindala vahe. Pindala leiti *ArcMap*-is järve polügoonilt, millest lahutati maha saarte polügooni pindala.

Saarte pindala (ha/km²) - järves asuvate saarte pindala. Pindalad leiti *ArcMap*-is saarte polügoonidelt.

Kogupindala (ha/km²) - järve ümbritseva kaldajoonega piiratud ala pindala. Pindala leiti *ArcMap*-is järve polügoonilt.

Veekihi pindala (ha/km²) - 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 kõrgusmodelilt (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 (m³) - järvenõgu täitva veemassi maht. Maht leiti *ArcMap*-is interpoleerimise tulemusena saadud rasterkihilt kasutades tööriista "Surface Volume".

Veekihi maht (m³) - 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 geoportaalil oleva 1x1 m resolutsiooniga maapinna kõrgusmodeli andmetest. Kaldajoone pikkus leiti *ArcMap*-is järve polügooni übermõõduna.

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

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 übermõõdu suhe.

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

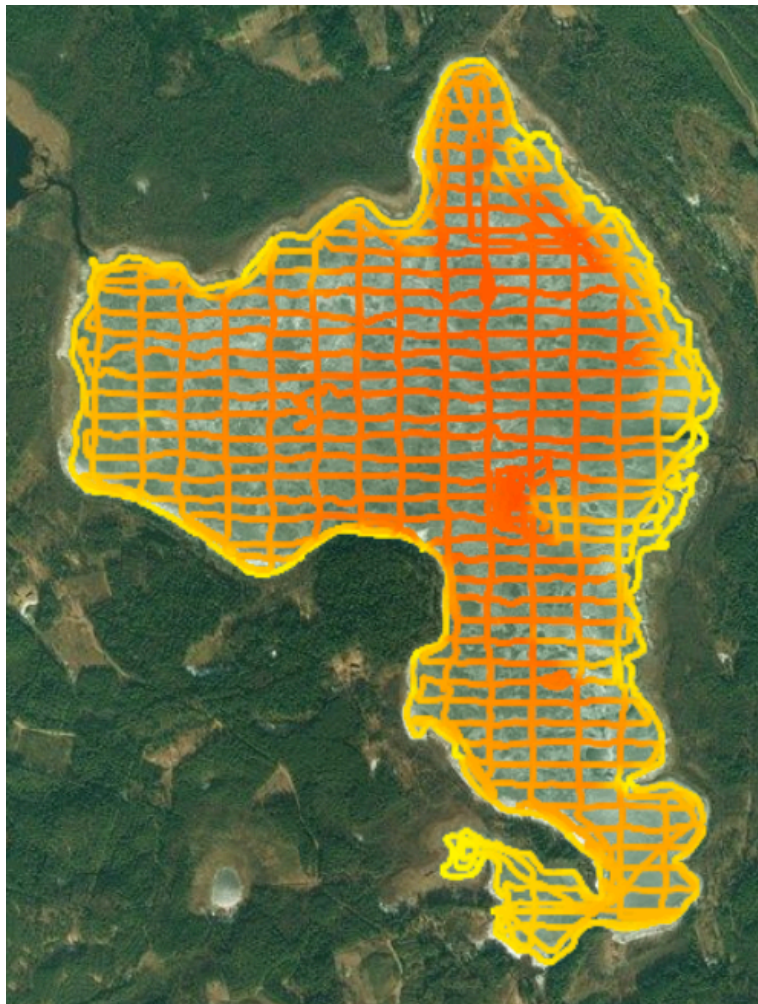
Keskmine veerukalle (kraadi) - leiti *ArcMap*-is interpoleerimise tulemusena saadud rasterkihilt, kasutades tööriista "Slope".

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".

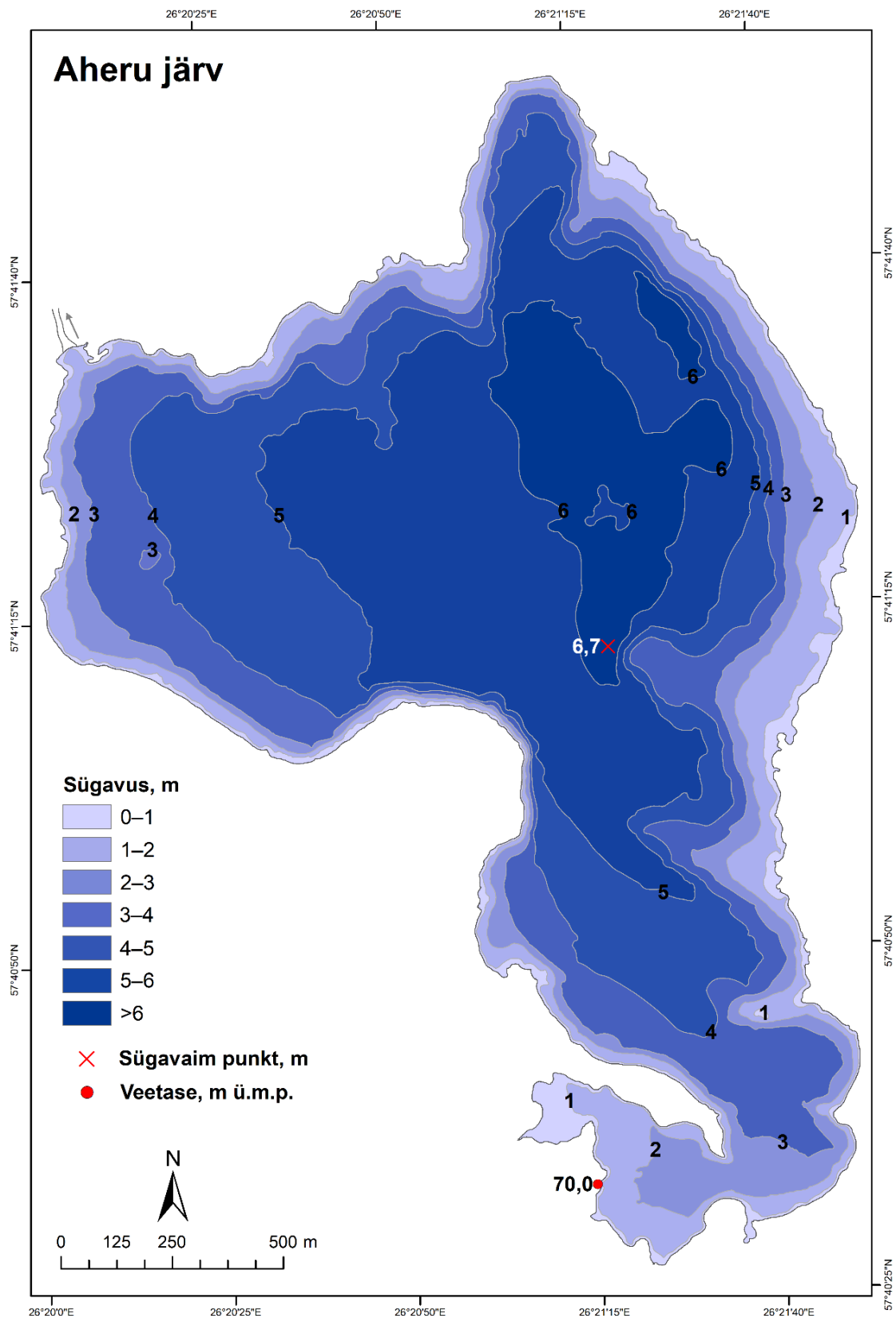
3. Tulemused

3.1. Aheru järv

Välitööd viidi Aheru järvel läbi 25.-27.10.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 78,4 kilomeetrit ja saadi kokku 206920 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.1.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 69,88 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 70,00 m ümp) interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonis 3.1.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.1.3).



Joonis 3.1.1. Aheru järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvigradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.1.2. Aheru järve sügavuskaart veetasemega 70,0 m ümp.



Joonis 3.1.3. Aheru järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

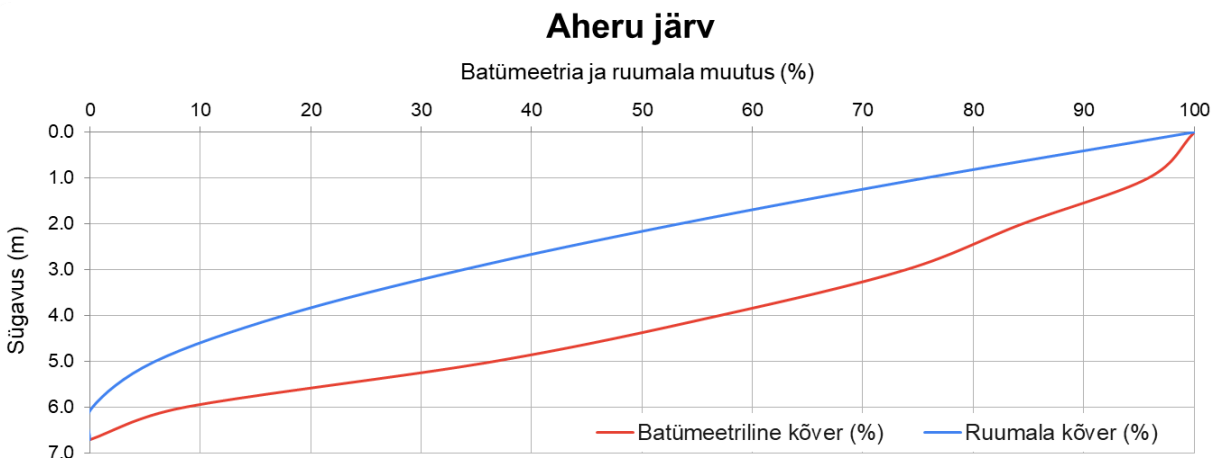
Aheru järve (244,5 ha) iseloomustab suhteliselt keerukas kaldajoon (kaldajoone liigendatus on 1,96; tabel 3.1.1). Järve võib ilme poolest jaotada kaheks osaks: pindalalt suuremaks põhjapoolseks osaks ja kitsamaks ning piklikumaks lõunapoolseks osaks koos oma poolsaare ja lahesopiga (joonis 3.1.2). Idapoolses küljes eristuvad põhjareljeefis selgelt neli madalamat nõ keelt. Suurimaks sügavuseks on veetaseme 70,0 m ümp juures 6,7 m, mis asub enamavähem keset järve pikitelge. Aheru järve batümeetiline kõver on üsna lineaarne, va esimese meetri osa, mille pindala muutus ei ole järsk. Valdav osa järve veemahust jääb ülemise kolme meetri sisse (tabel 3.1.2; joonis 3.1.4).

Tabel 3.1.1. Aheru järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	70,00
Suurim pikkus (m)	2690
Laine ajutee (m)	2650
Suurim laius (m)	1840
Veepeegli pindala (ha/km ²)	244,5/2,45
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	244,5/2,45
Suurim sügavus (m)	6,7
Keskmine sügavus (m)	4,0
Suhteline sügavus (%)	0,4
Maht (m ³)	9869600
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	10,9
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	10,9
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,96
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,18

Tabel 3.1.2. Aheru järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	244,5	2,45	0–1	2405369
1	233,7	2,34	1–2	2200055
2	205,8	2,06	2–3	1934788
3	180,1	1,80	3–4	1600432
4	138,8	1,39	4–5	1149547
5	88,9	0,89	5–6	556340
6	20,6	0,21	>6	23088



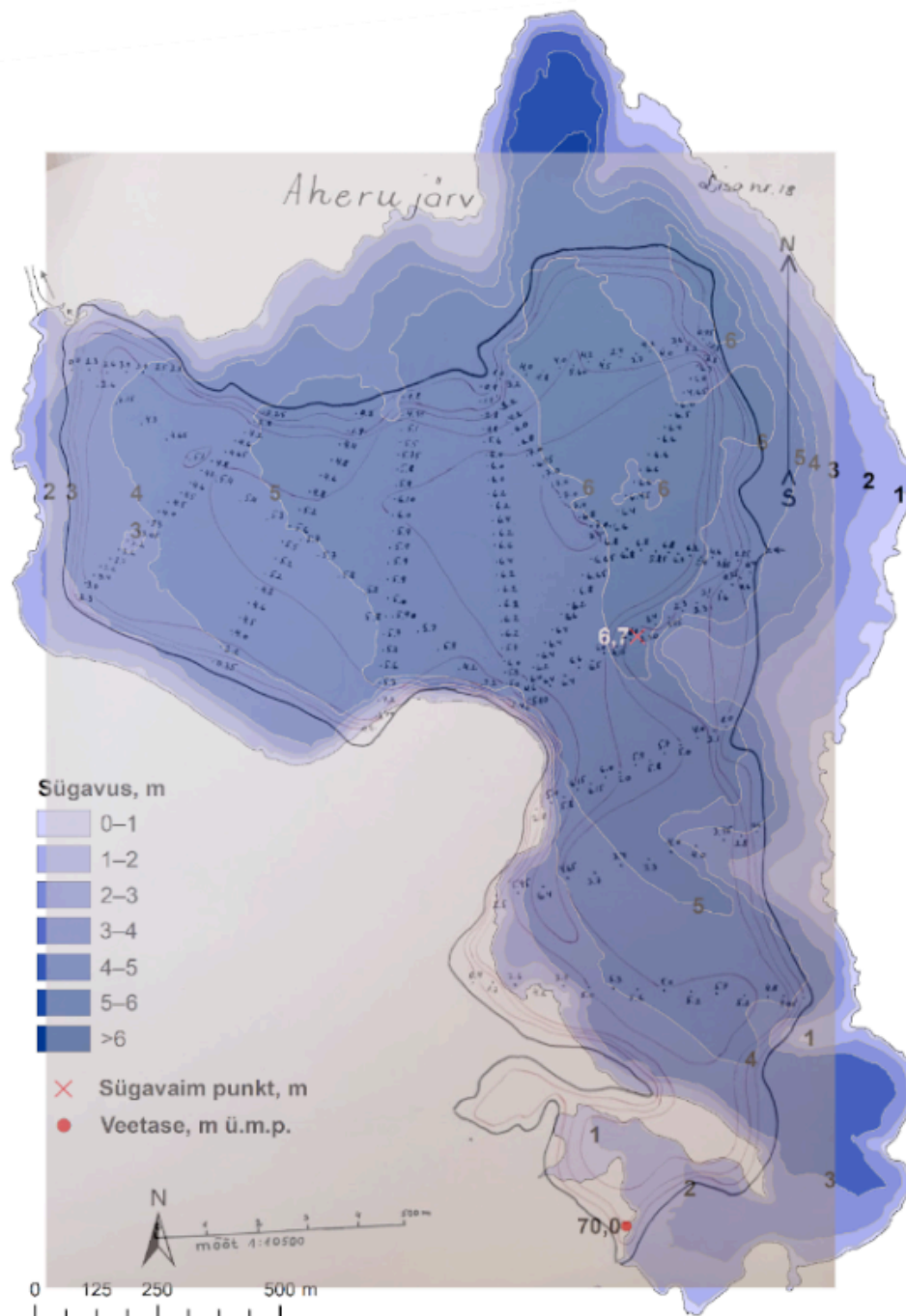
Joonis 3.1.4. Aheru järve batümeetiline ja ruumala kõver.

Kõige põhjalikumad varasemad andmed on Aheru järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.1.3). Tänapäeva ja 1964. a esitatud andmete vahel leidub mõningaid erinevusi: veetase oli toona u 50 cm madalam, mis seletab ka väiksemat pindala ja mahtu. Järve suurim sügavus on aga mõõdetud 70 cm suurem (6,7 vs 7,4). Võib oletada, et Kase väärtuse suhteliselt suur erinevus tuleneb erinevatest sügavusmõõdistamise tehnikatest ja vahenditest, mille tõttu on kunagine sügavus pigem ülehinnatud (nt 2,5 kg raskune mõõtevahend tungisid järvemudasse).

Tabel 3.1.3. Aheru järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISE (vaadatud 22.12.2023) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	70,00	69,3 (69,45 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2690	2600	2680
Laine ajutee (m)	2650		
Suurim laius (m)	1840	1850	1850
Veepeegli pindala (ha/km ²)	244,5/2,4	234,0/2,3	244,4/2,4
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	244,5/2,4		
Suurim sügavus (m)	6,7	7,4	4,5
Keskmine sügavus (m)	4,0	3,4	3,7
Suhteline sügavus (%)	0,4		
Maht (m ³)	9869600	7956000	8775000
Kaldajoone pikkus (km)	10,9	9,95	10,08
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	10,9	9,95	10,08
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,96	1,84	1,8
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,18		

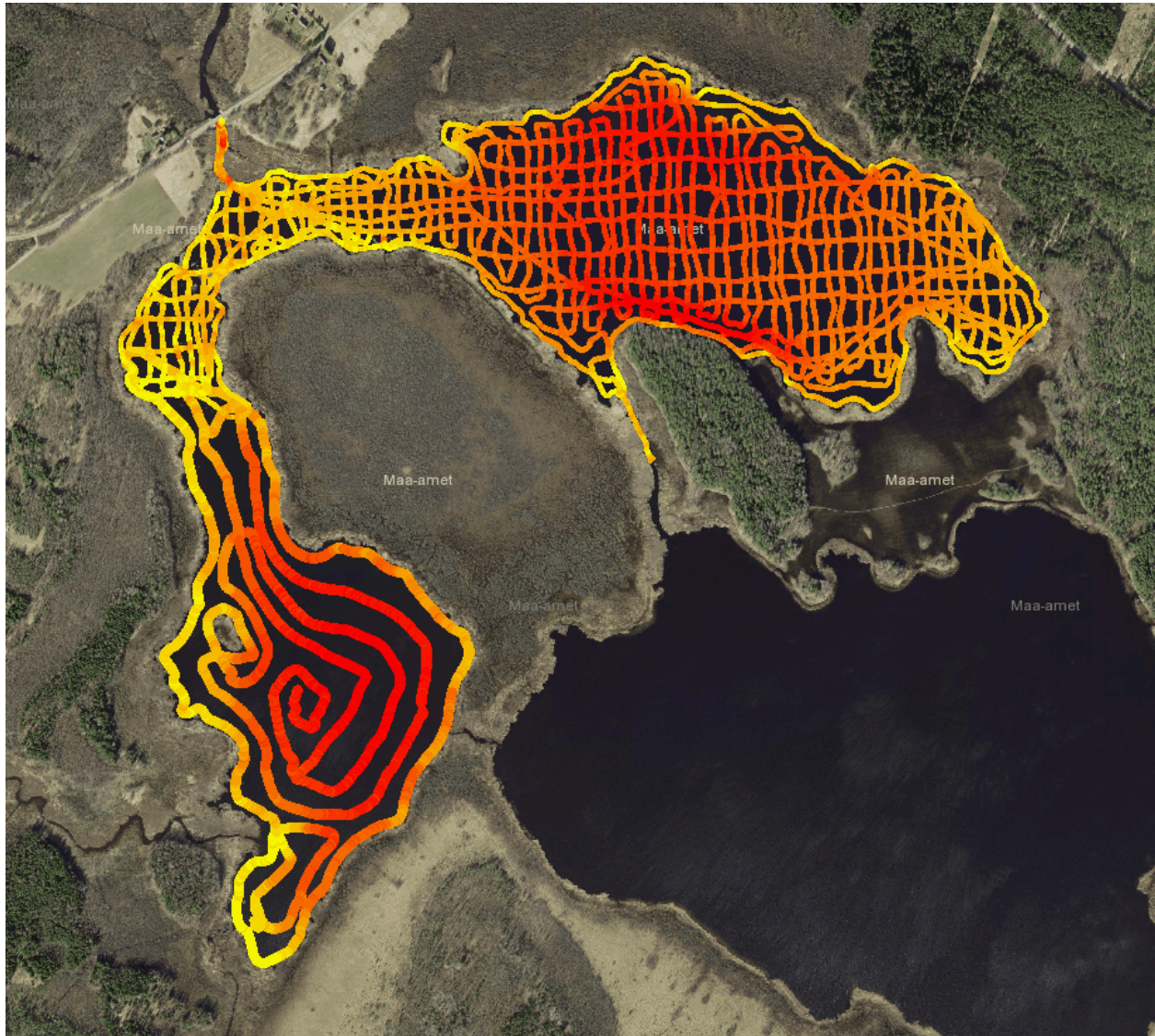
Aheru järve kohta on meil olemas Tartu Ülikooli geograafia kateedri üliõpilase Asta Uljase diplomitöö kaart (Uljas, 1953). Sellelt kaardilt (joonis 3.1.5; Lisa 2) on näha, et järve kuju ei klapi hästi praegusega (kaarti sai sobitatud praegusele kontuurile nii mõõtkava kui ka joonise suurendamise abil, aga mõlemal juhul oli väga palju ebakõlasid, mis ei ole tingitud aja jooksul toimunud muutustest, vaid kaardistamise vigadest) ja seetõttu on raske teha võrdlusi.



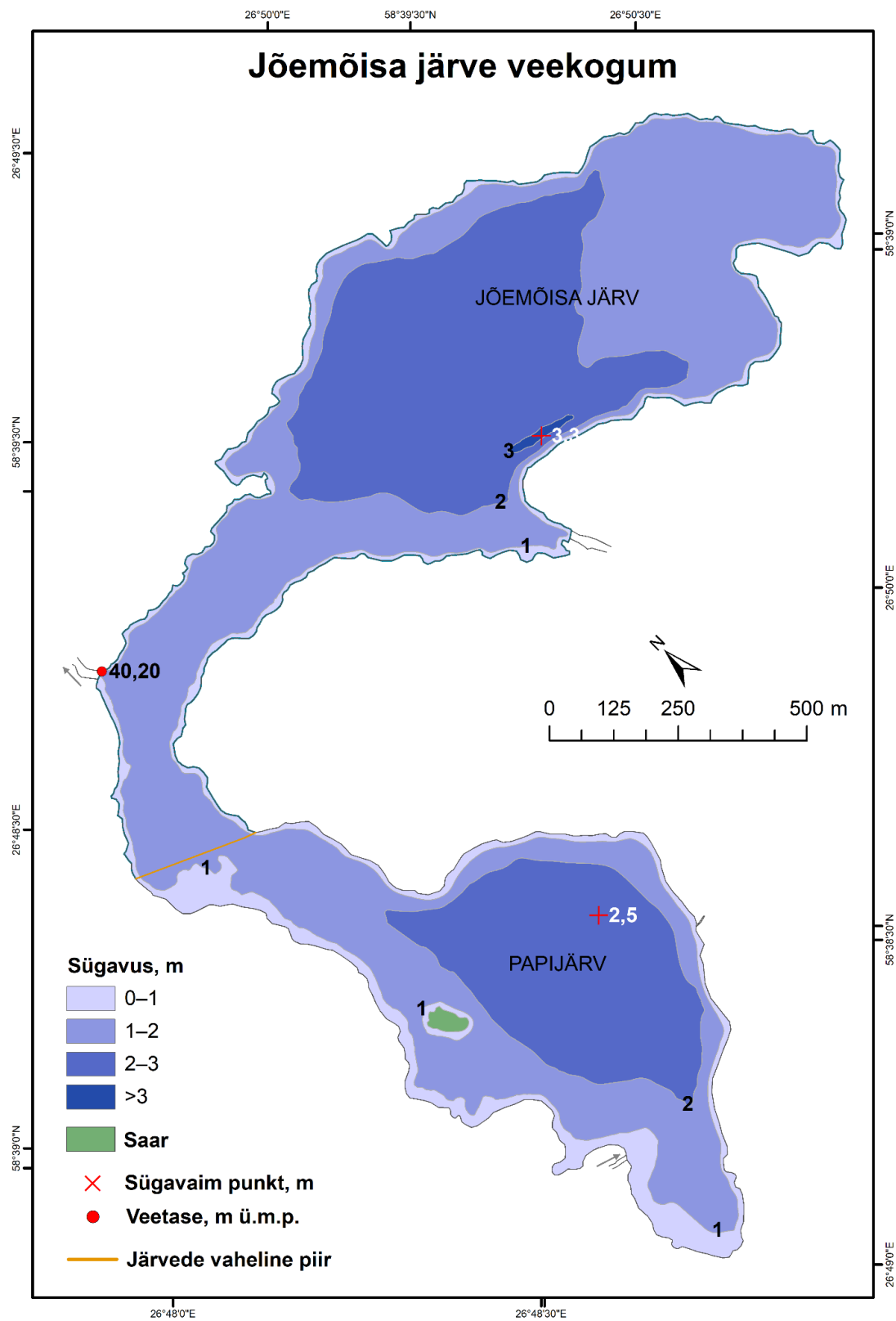
Joonis 3.1.5. Uljase (1953) ja käesoleva töö (sinistes toonides ja alumine kaart) Aheru järve batümeetriliste kaartide võrdlus. Kaardid on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.2. Jõemõisa järv

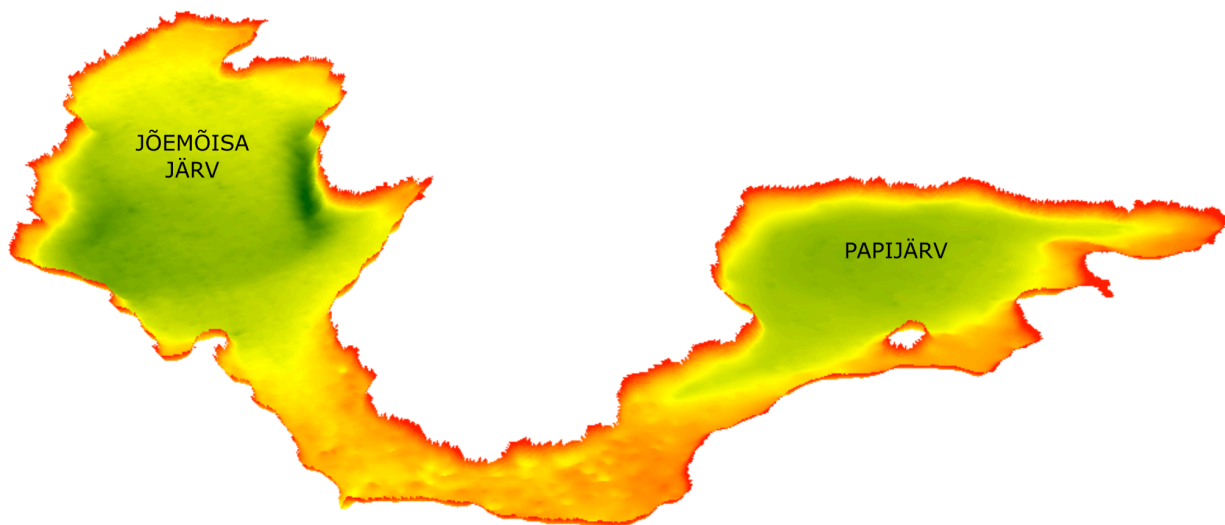
Välitööd viidi Jõemõisa järve veekogumil läbi 04.-05.05.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 55,2 kilomeetrit ja saadi kokku 145679 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.2.1). Veekogumi veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 40,09 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmodelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 40,20 m ümp) interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonis 3.2.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.2.3).



Joonis 3.2.1. Jõemõisa järve veekogumi (Jõemõisa ja Papijärv) sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.2.2. Jõemõisa järve veekogumi sügavuskaart veetasemega 40,20 m ümp.



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

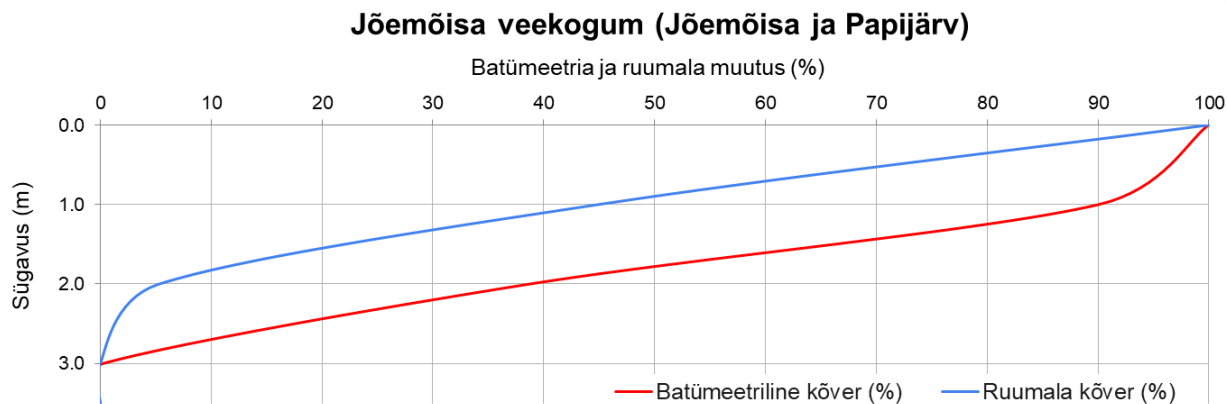
Jõemõisa järve veekogum (116,8 ha) koosneb kahest järvest: Jõemõisa (72,7 ha) ja Papijärvest (44,2 ha). Kogumi suurim sügavus on veetaseme 40,20 m ümp juures 3,3 m, mis asub Jõemõisa järve idapoolses laiemas osas (joonis 3.2.2) ning veekogumi keskmine sügavus on 1,73 m. Kaldajoon on suhteliselt keerukas (liigendatuse väärtusega 2,50; tabel 3.2.1), kuna soiste kallaste tõttu on palju väikseid soppe. Kahe järve ühendusala on rohke veetaimestikuga lai ja madal väin. Jõemõisa veekogumi kaldad on peaaegu kõikjal järsud, va Papijärve läänekalda lähedane ala. Seda kirjeldab ka batümeetiline kõver. Valdav osa veekogumi veemahust jääb ülemise esimese meetri sisse (tabel 3.2.2; joonis 3.2.4).

Tabel 3.2.1. Jõemõisa järve veekogumi (Jõemõisa ja Papijärv) morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	40,20
Suurim pikkus (m)	3360
Laine ajutee (m)	1800
Suurim laius (m)	700
Veepeegli pindala (ha/km ²)	116,5/1,17
Saarte pindala (ha/km ²)	0,3/0,003
Kogupindala (ha/km ²)	116,8/1,17
Suurim sügavus (m)	3,3
Keskmine sügavus (m)	1,73
Suhteline sügavus (%)	0,3
Maht (m ³)	2013450
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	9,4
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,2
Kogu kaldajoone pikkus (km)	9,6
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,44
Kaldajoone liigendatus saartega	2,50
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,90

Tabel 3.2.2. Jõemõisa järve veekogumi (Jõemõisa ja Papijärv) veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	116,6	1,17	0–1	1109528
1	104,4	1,04	1–2	797441
2	44,8	0,45	2–3	106312
>3	0,2	0,002	>3	194



Joonis 3.2.4. Jõemõisa järve veekogumi (Jõemõisa ja Papijärv) batümeetiline ja ruumala kõver.

Kuna Jõemõisa järve veekogum koosneb kahest järvest ning tervikliku veekogumi kohta puuduvad varasemad morfomeetrilised andmed, käsitleme mõlema järve morfomeetrilisi andmeid võrdluses vanade andmetega eraldi (tabel 3.2.3 ja 3.2.4).

Varasemaid andmeid on Jõemõisa järve ja Papijärve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.2.3 ja 3.2.4). Toonased andmed on üsna hõredad. Jõemõisa järve puhul saab peamise erinevusena välja tuua vaid omajagu väiksema pindala võrreldes tänapäevaste mõõtmistega. Ka järve suurim pikkus on väiksem, kuid laius on praktiliselt sama. Järve suurim sügavus on vaid 0,1 m madalam. EELISes on andmed ka keskmise sügavuse kohta, mis on oluliselt suurem kui meie mõõtmiste põhjal saadud, kuid selle väärtuse päritolu ei ole teada.

Tabel 3.2.3. Jõemõisa järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 04.01.2024) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	40,20		
Suurim pikkus (m)	1970	1780	1960
Laine ajutee (m)	1800		
Suurim laius (m)	700	680	680
Veepeegli pindala (ha/km ²)	72,7/0,73	64,2/0,64	72,0/0,72
Saarte pindala (ha/km ²)	-		0,01 ha (2 saart)
Kogupindala (ha/km ²)	72,7/0,73		
Suurim sügavus (m)	3,3	3,2	3,2
Keskmine sügavus (m)	1,79		2,6
Suhteline sügavus (%)	0,3		
Maht (m ³)	1299100		
Kaldajoone pikkus (km)	6,0		
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	6,0		6,9
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,99		
Kaldajoone liigendatus saartega	-		2,3
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,91		

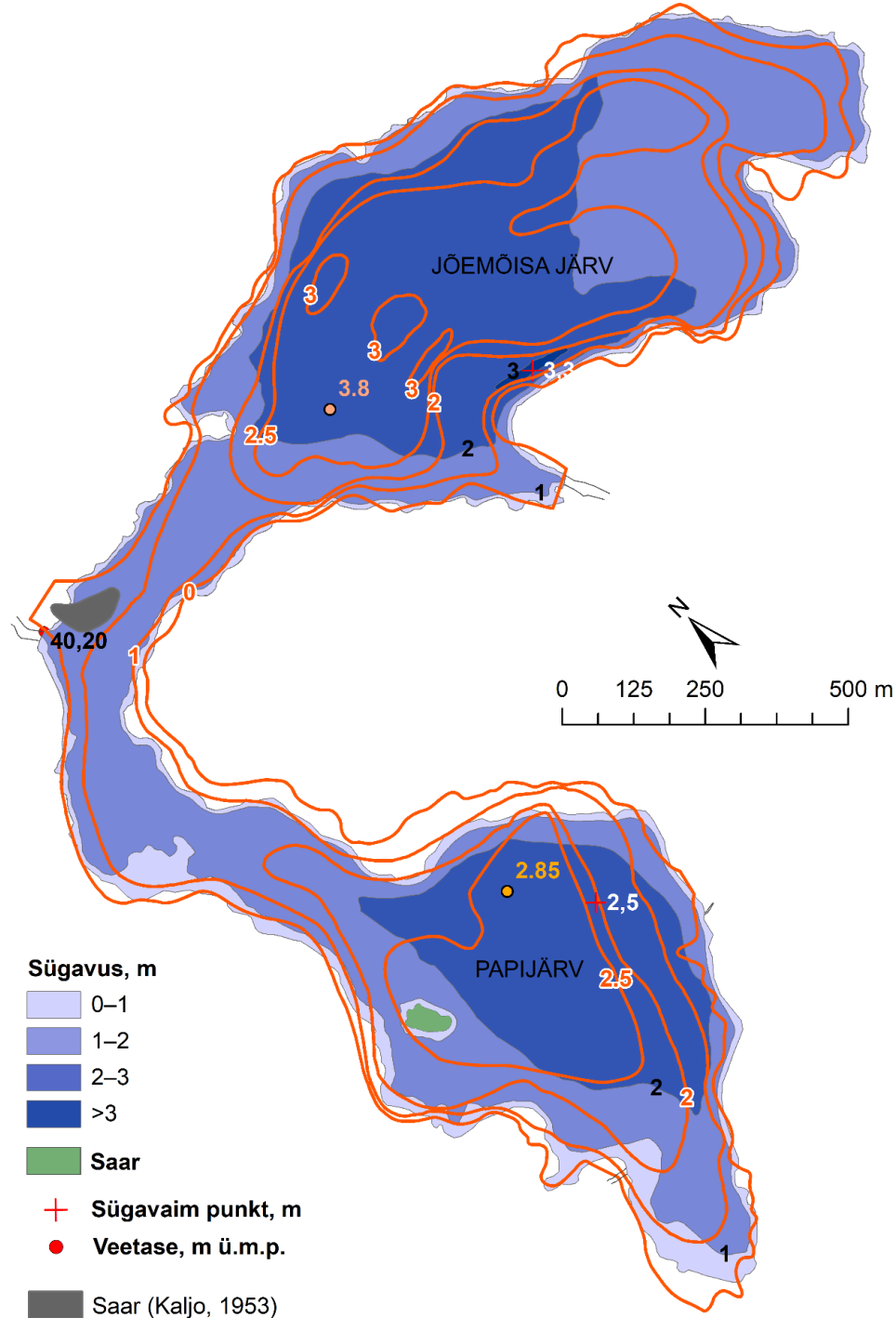
Kase (1964) andmetel on Papijärv olnud võrreldes tänasega oluliselt väiksem, ja mis peamine, madalam, maksimaalseks sügavuseks märgitud vaid 0,5 m (tänapäeval 2,5 m). Samas järve pikkuse ja laiuse vahel nii suuri kontraste tänasega võrreldes ei esine. EELISes on märgitud järve maksimaalseks sügavuseks 2,8 m, kuid kust pärinevad need andmed, ei ole teada.

Tabel 3.2.4. Papijärve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 09.01.2024) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	40,20		
Suurim pikkus (m)	1375	1480	1370
Laine ajutee (m)	1240		
Suurim laius (m)	660	510	510
Veepeegli pindala (ha/km ²)	43,9/0,44	29,3/0,29	42,8/0,42
Saarte pindala (ha/km ²)	0,3/0,003		0,2/0,002
Kogupindala (ha/km ²)	44,2/0,44		
Suurim sügavus (m)	2,5	0,5	2,8
Keskmine sügavus (m)	1,64		
Suhteline sügavus (%)	0,3		
Maht (m ³)	714350		
Kaldajoone pikkus (km)	3,9		4,5
Saarte kaldajoone pikkus (m)	0,2		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	4,1		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,64		
Kaldajoone liigendatus saartega	1,73		1,9
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,89		

Jõemõisa järve ja Papijärve kohta on olemas varasem kaart Kaljo (1953) diplomitööst (joonis 3.2.5; Lisa 3). Kaardilt on näha, et kuigi toonane kaldajoon järgib üsna hästi Jõemõisa järve tänapäevast kaldajoont ja kuju, siis Papijärve puhul on erinevused suuremad. Mõlema järve puhul on erinevusi ka sügavamate alade ulatuses. Jõemõisa järve üle 3 m sügavune ala on vanal kaardil oluliselt suurem ja maksimaalne sügavus ulatub 3,8 meetrini ning asub teises kohas. Selle põhjal võiks eeldada, et Kaljo ei tabanud järve sügavaimat punkti oma töid läbi viies ja tegelik suurim sügavus oleks võinud olla oluliselt suurem. Ka Papijärve sügavamad alad on suuremad ning suurim sügavus on 30 cm suurem kui tänapäeval. Lisaks puudub kaardilt järve lääneosas tänapäeval eksisteeriv saar. Kõik eelnev viitab, et toona võis olla järve veetase kõrgem, vähemalt kaardistamise perioodil. Huvitav on aga see, et Kaljo kaardil on Jõemõisa järve väljavoolu juures näha saart, mida tänapäeval looduses ei eksisteeri, mis on omakorda vastuolus Papijärves vanal kaardil puuduva saarega, mis tänapäeval eksisteerib.

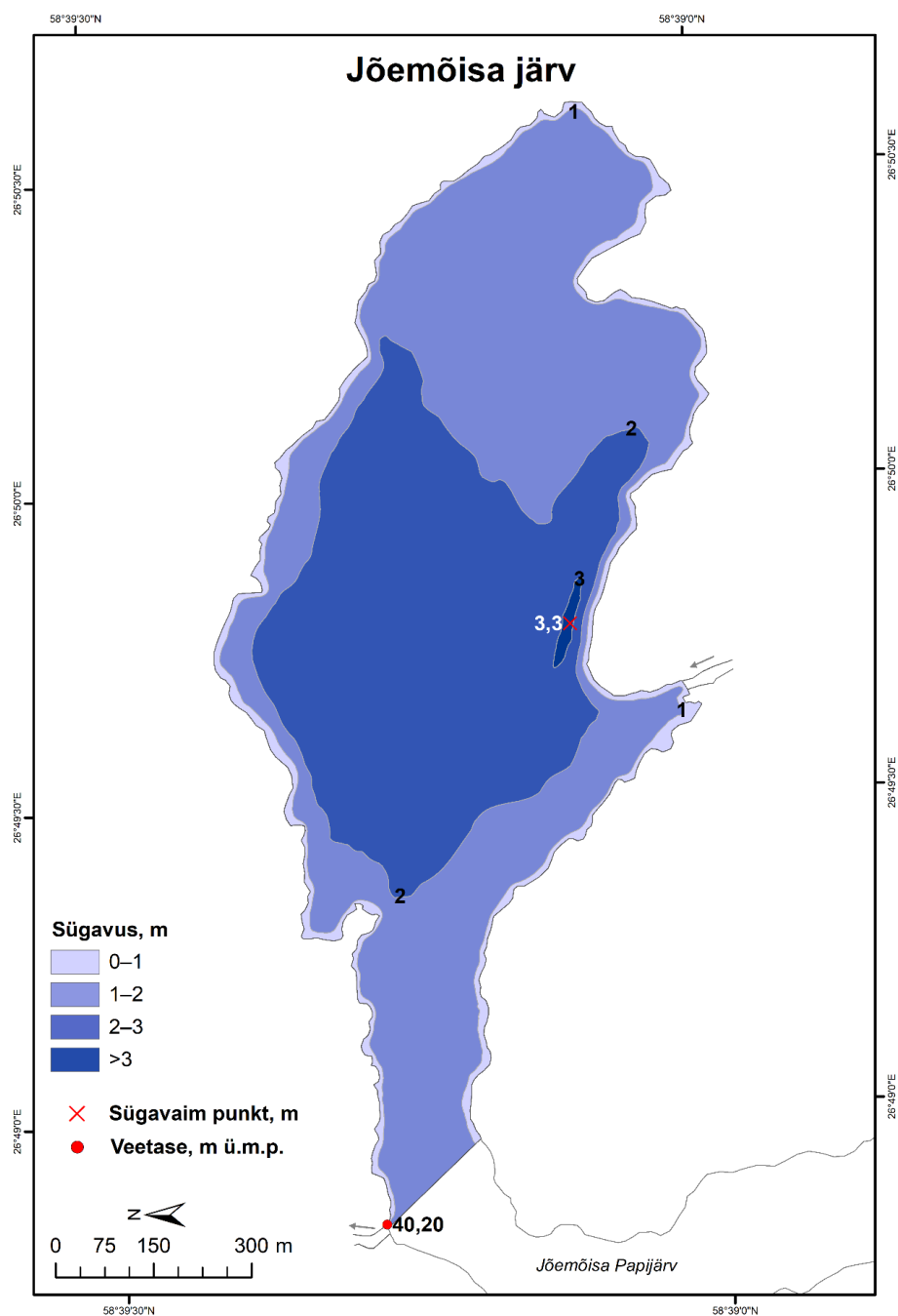
Jõemõisa järve veekogum



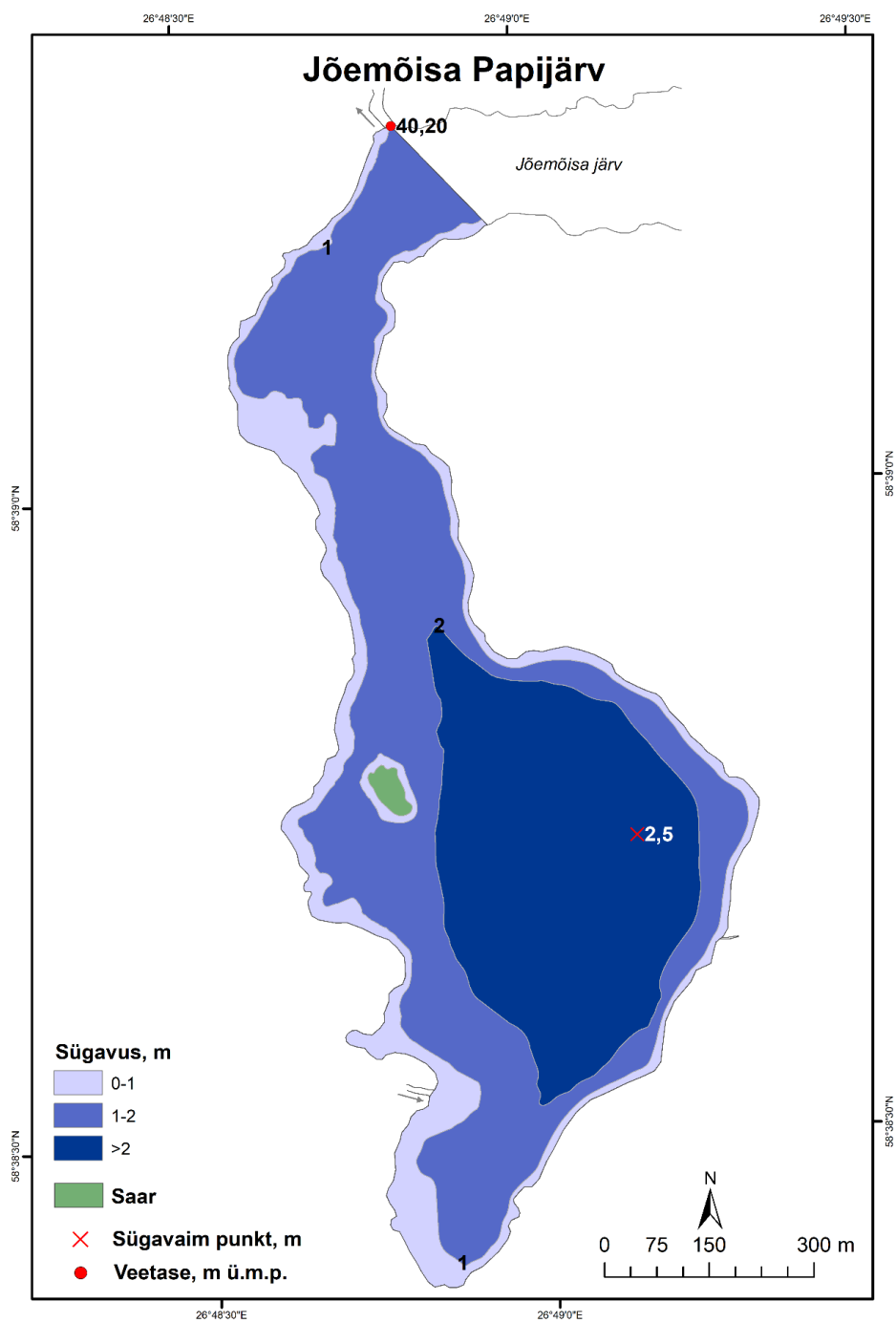
Joonis 3.2.5. Kaljo (1953) Jõemõisa ja Papijärve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranžid täpid väärtustega 3,8 ja 2,85 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.2.1. Jõemõisa ja Papijärve uued andmed

See alapeatükk on lisatud 06.03.2024 esialgsele aruandele, mis sai esitatud 12.01.2024, kuna aruande peatükis “4.2. Jõemõisa järve ja Papijärve vahelise piiri muudatus” toodud ettepanek järvede vahelise piiri muutmiseks jõustus Eesti Looduse Infosüsteemis veebruaris 2024. Seetõttu on järgnevalt esitatud Jõemõisa (VEE2057600) ja Papijärve (VEE2057610) uued sügavuskaardid (joonised 3.2.1.1 ja 3.2.1.2) ning morfomeetrilised parameetrid (tabeli 3.2.1.1 - 3.2.1.3).



Joonis 3.2.1.1. Jõemõisa järve sügavuskaart veetasemega 40,20 m ümp.



Joonis 3.2.1.2. Jõemõisa Papijärve sügavuskaart veetasemega 40,20 m ümp.

Tabel 3.2.1.1. Jõemõisa ja Papijärve morfomeetrilised parameetrid

	JÕEMÕISA JÄRV	PAPIJÄRV
Veepinna kõrgus (m ümp)	40,20	40,20
Suurim pikkus (m)	1760	1665
Laine ajutee (m)	1760	1520
Suurim laius (m)	740	685
Veepeegli pindala (ha/km ²)	66,3/0,66	50,3/0,50
Saarte pindala (ha/km ²)	-	0,3/0,003
Kogupindala (ha/km ²)	66,3/0,66	50,5/0,51
Suurim sügavus (m)	3,3	2,5
Keskmine sügavus (m)	1,85	1,57
Suhteline sügavus (%)	0,4	0,3
Maht (m ³)	1224100	789000
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	5,1	4,7
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-	0,2
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,1	4,9
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,76	1,85
Kaldajoone liigendatus saartega	-	1,94
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,86	0,96

Tabel 3.2.1.2. Jõemõisa järve veekihtide pindalad ja mahud

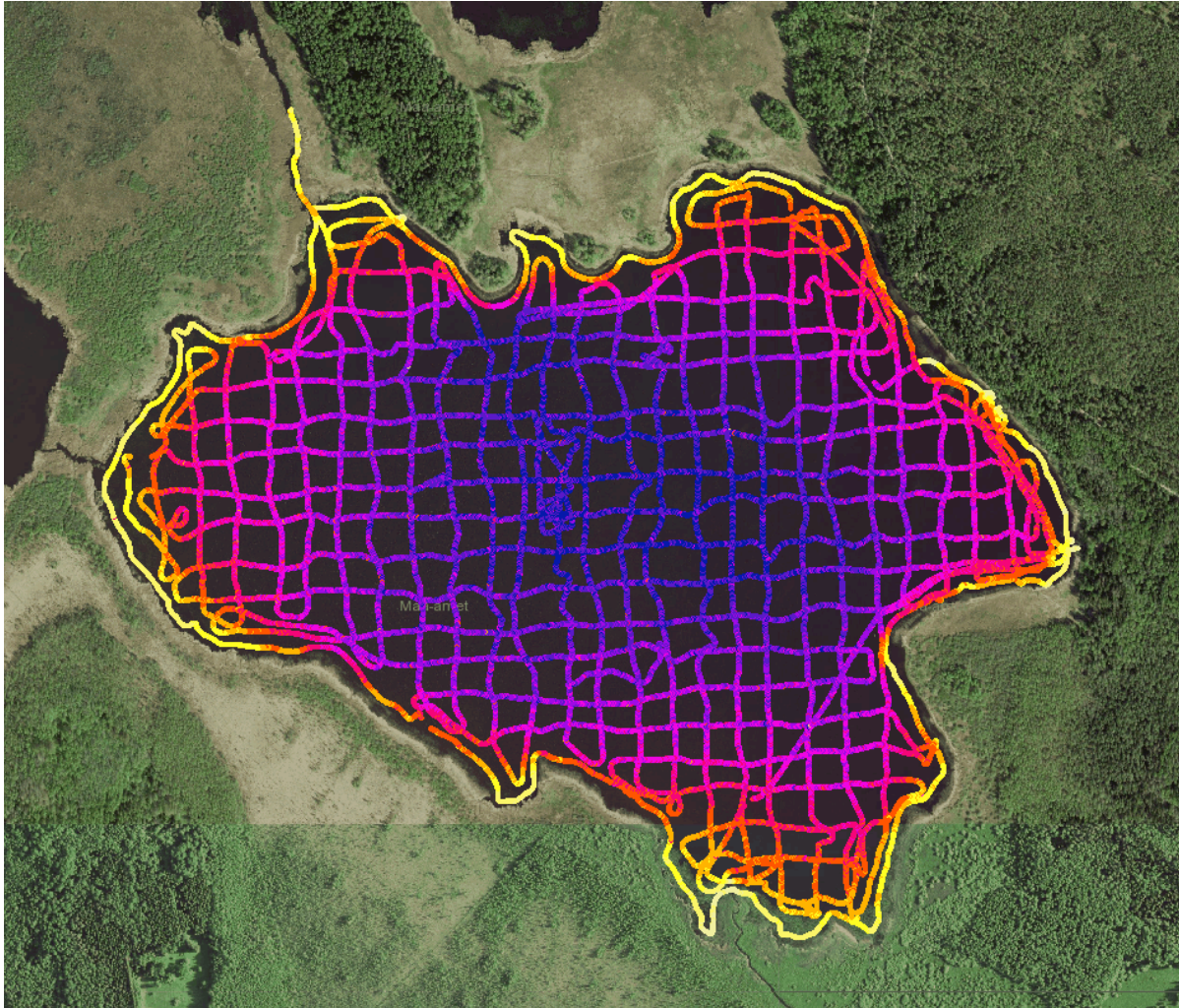
Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	66,3	0,66	0–1	642712
1	62,2	0,62	1–2	507031
2	27,7	0,28	2–3	74130
>3	0,2	0,002	>3	194

Tabel 3.2.1.3. Jõemõisa Papijärve veekihtide pindalad ja mahud

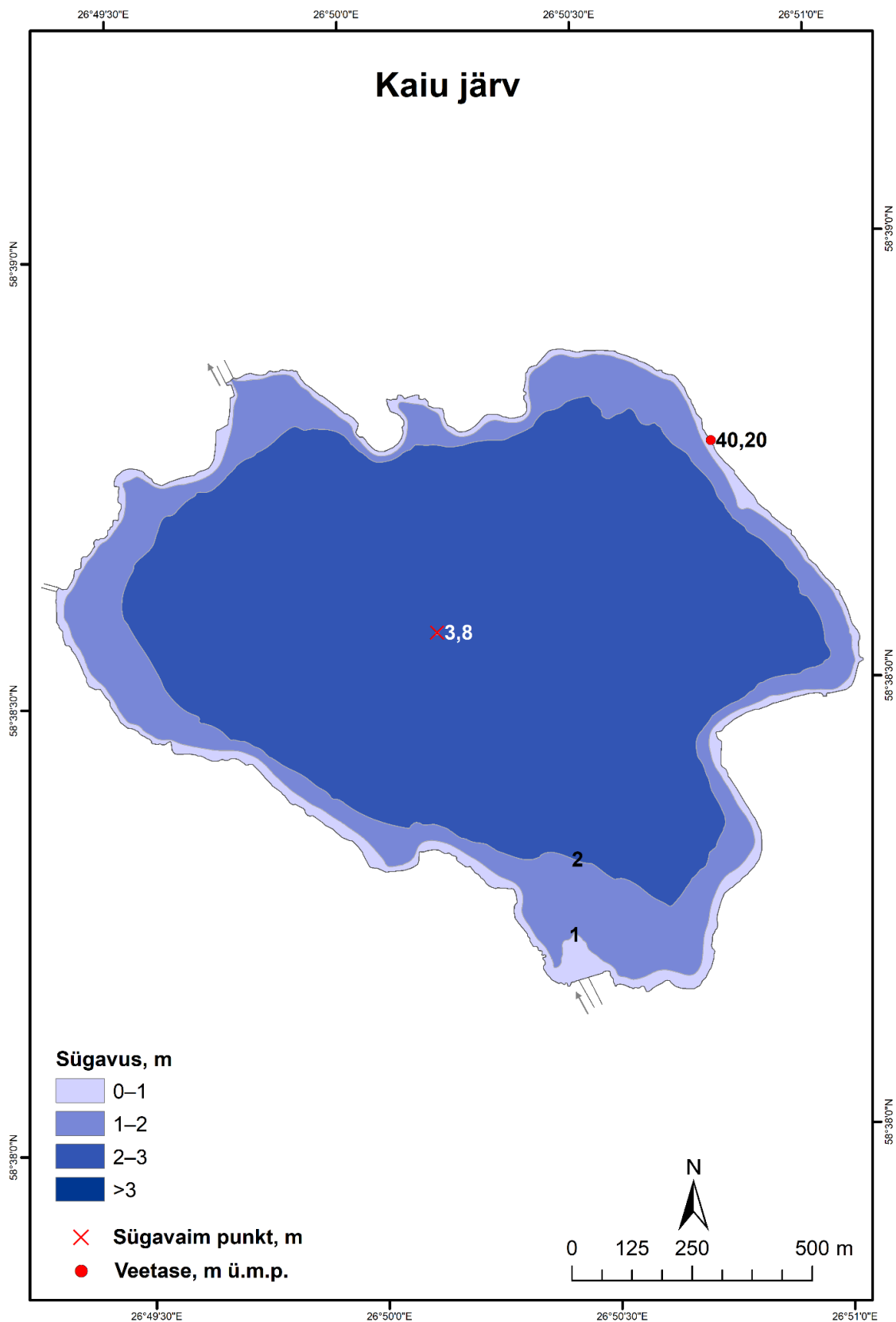
Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	50,3	0,50	0–1	466546
1	42,2	0,42	1–2	290284
2	17,1	0,17	>2	32181

3.3. Kaiu järv

Välitööd viidi Kaiu järvel läbi 03.-04.05.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 52,8 kilomeetrit ja saadi kokku 152399 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.3.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 40,11 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 40,20 m ümp) interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonis 3.3.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.3.3).



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



Joonis 3.3.2. Kaiu järve sügavuskaart veetasemega 40,20 m ümp.



Joonis 3.3.3. Kaiu järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

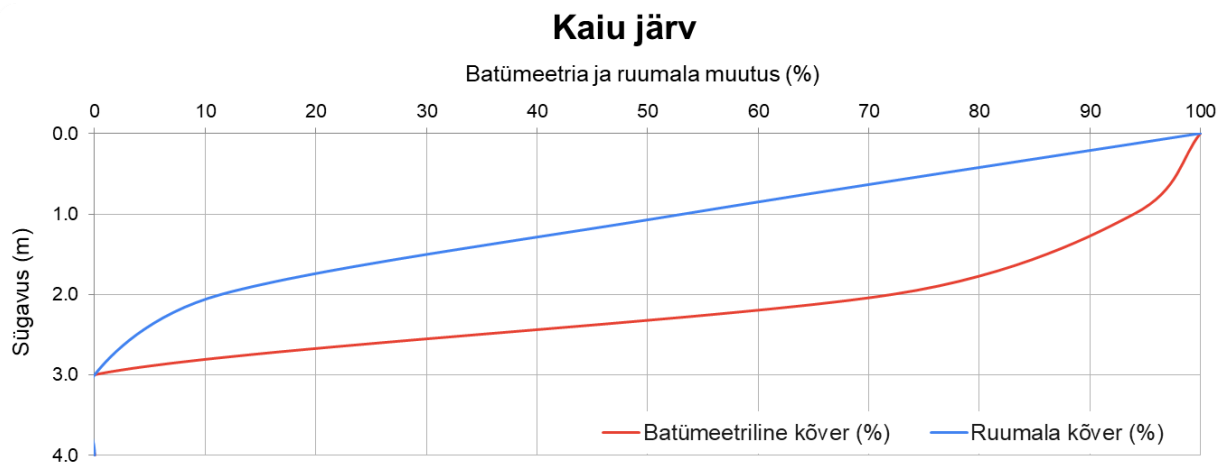
Kaiu järve (134,7 ha) suurim sügavus on veetaseme 40,20 m ümp juures 3,8 m ning keskmine sügavus on 2,07 m (tabel 3.3.1). Kaiu järve kaldad on peaaegu kõikjal järsud (va lõunapoolseimas osas), kuid üldjoontes on põhi kausjas, mida kirjeldab ka batümeetiline kõver. Kausjat ilmet muudab vaid omapärane sügavaima punkti asukoht, mis jääb keset järve väga väikesesse sügavikku (u 10 m² suurune). Kuna sügavama kui 3 m ala pindala on niivõrd väike, siis on selle osakaal batümeetrilisel kõveral kaduvväike. Ligikaudu 50% järve veemahust jääb ülemise esimese meetri sisse (tabel 3.3.2; joonis 3.3.4).

Tabel 3.3.1. Kaiu järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	40,20
Suurim pikkus (m)	1680
Laine ajutee (m)	1680
Suurim laius (m)	1320
Veepeegli pindala (ha/km ²)	134,7/1,35
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	134,7/1,35
Suurim sügavus (m)	3,8
Keskmine sügavus (m)	2,07
Suhteline sügavus (%)	0,3
Maht (m ³)	2793300
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	5,9
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,9
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,42
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,62

Tabel 3.3.2. Kaiu järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	134,7	1,35	0–1	1302471
1	126,3	1,26	1–2	1169645
2	97,0	1,00	2–3	321185
>3	0,001	0,00001	>3	1



Joonis 3.3.4. Kaiu järve batümeetriline ja ruumala kõver.

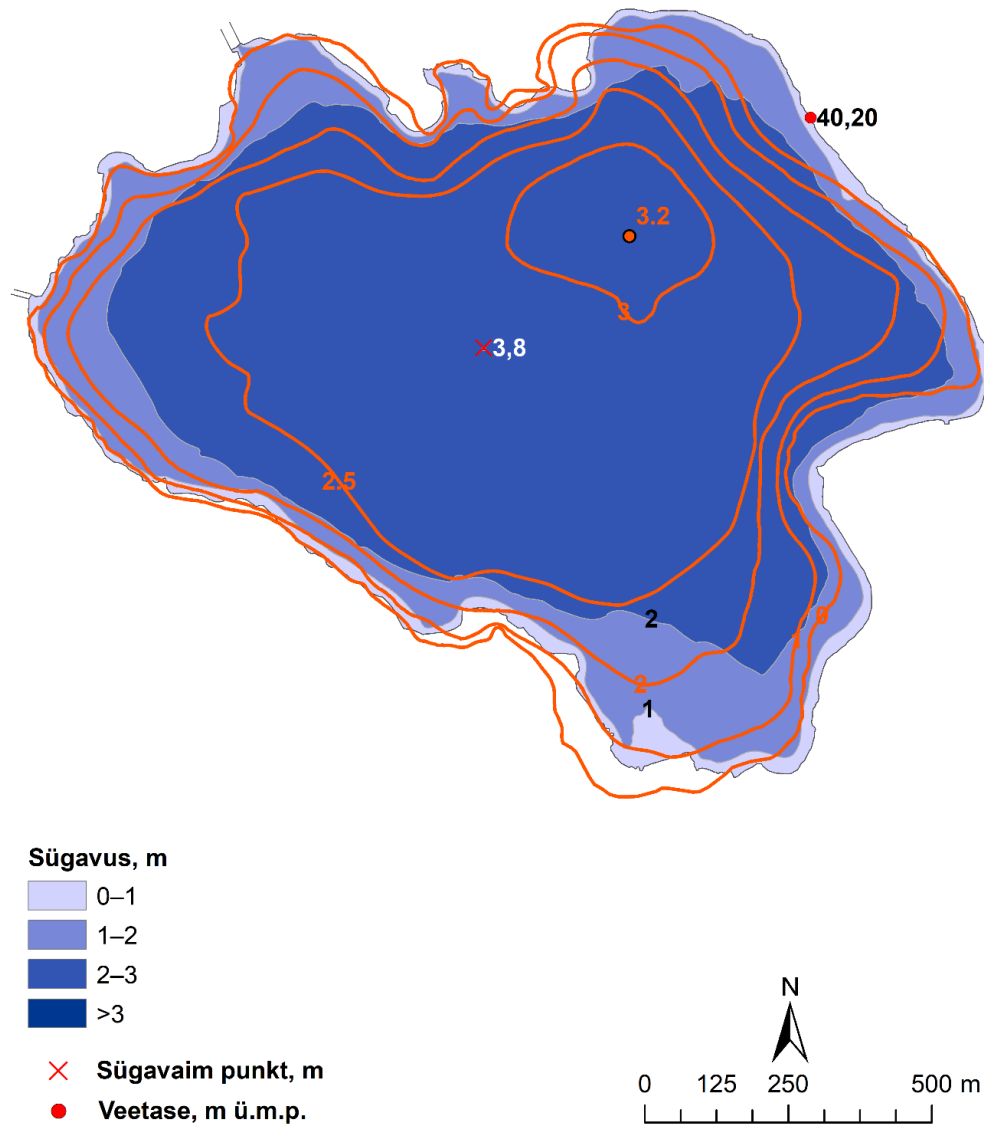
Varasemaid andmeid on Kaiu järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.3.3). Peamine erinevus meie tulemustega võrreldes esineb suurima ja keskmise sügavuse puhul: kuigi suurim sügavus on saadud Kase andmetel madalam, siis keskmine sügavus on hoopis suurem. See tuleneb asjaolust, et meie leitud sügavaim ala on hästi väike (10 m²). Samuti on järve veemaht mõningal määral suurem kui tänapäeval mõõdetud. Millest need erinevused tulenevad, on raske spekuloida. EELISes on sügavusmõõdistuste andmete puhul kasutatud Kase (1964) väärtusi.

Tabel 3.3.3. Kaiu järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 04.01.2024) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	40,20	39,8 (39,98 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1680	1660	1690
Laine ajutee (m)	1680		
Suurim laius (m)	1320	1330	1330
Veepeegli pindala (ha/km ²)	134,7/1,35	130,3/1,30	134,4/1,34
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	134,7/1,35		
Suurim sügavus (m)	3,8	3,0	3,0
Keskmine sügavus (m)	2,07	2,6	2,6
Suhteline sügavus (%)	0,3		
Maht (m ³)	2793300	3387800	
Kaldajoone pikkus (km)	5,9	5,0	6,2
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,9		6,2
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,42	1,24	1,5
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,62		

Ka Kaiu järve kohta on olemas varasem kaart Kaljo (1953) diplomitööst (joonis 3.3.5; Lisa 4). Kaardilt on näha, et toonane kaldajoone järgib üsna hästi tänapäevase järve kaldajoont ja kuju. Peamine erinevus on üle 3 m sügavuse ala suuruses ja sügavaima punkti asukohas. Varasemal kaardil on 3 m sügavune ala oluliselt suurem ja ka sügavaim punkt jääb (3,2 m) teise asukohta. Kuigi me oma mõõtmistel saime suurema maksimaalse sügavuse, siis üldine 3 m ala suurus tuleb taaskord tõenäoliselt erinevatest sügavusmõõdistamise tehnikatest ja vahenditest, mille tõttu on kunagised sügavused pigem ülehinnatud (mõõtevahendid tungisid järvemudasse).

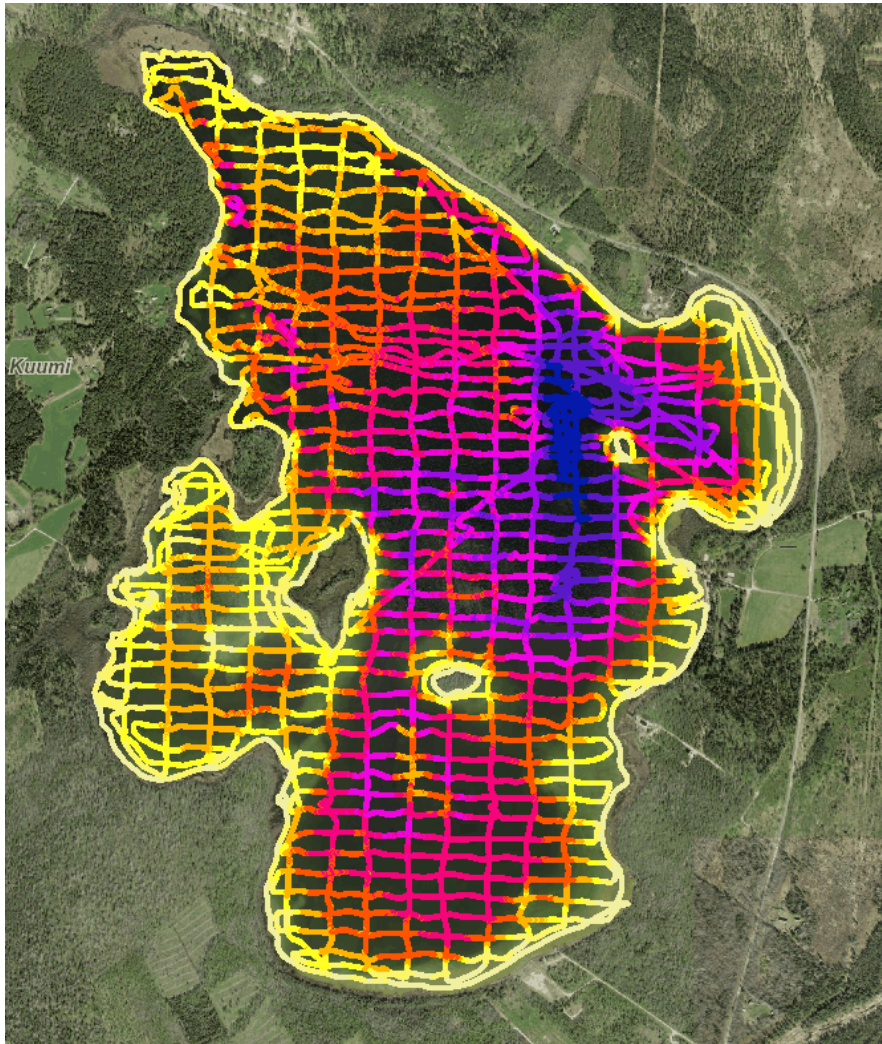
Kaiu järv



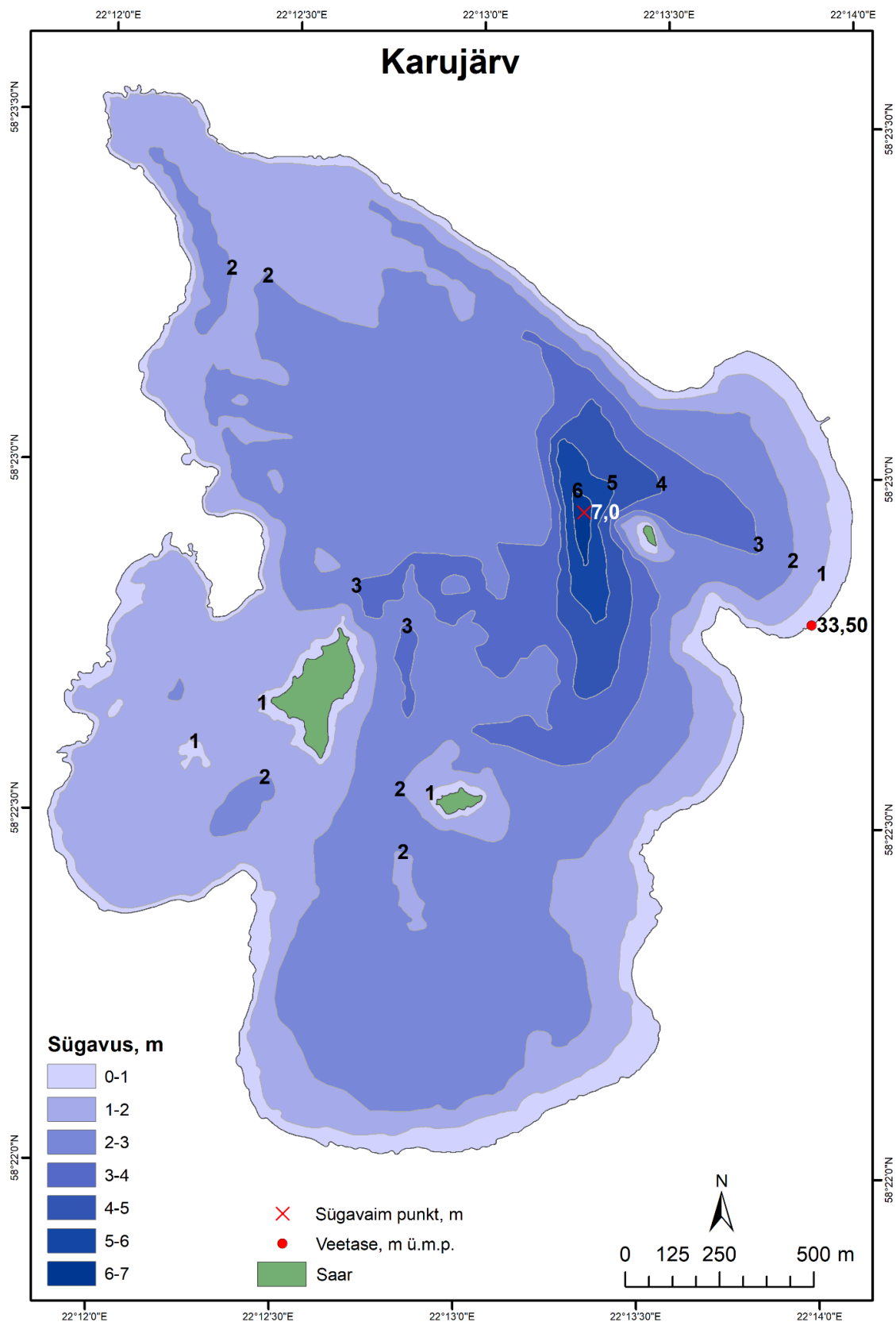
Joonis 3.3.5. Kaljo (1953) Kaiu järve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 3,2 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.4. Karujärv

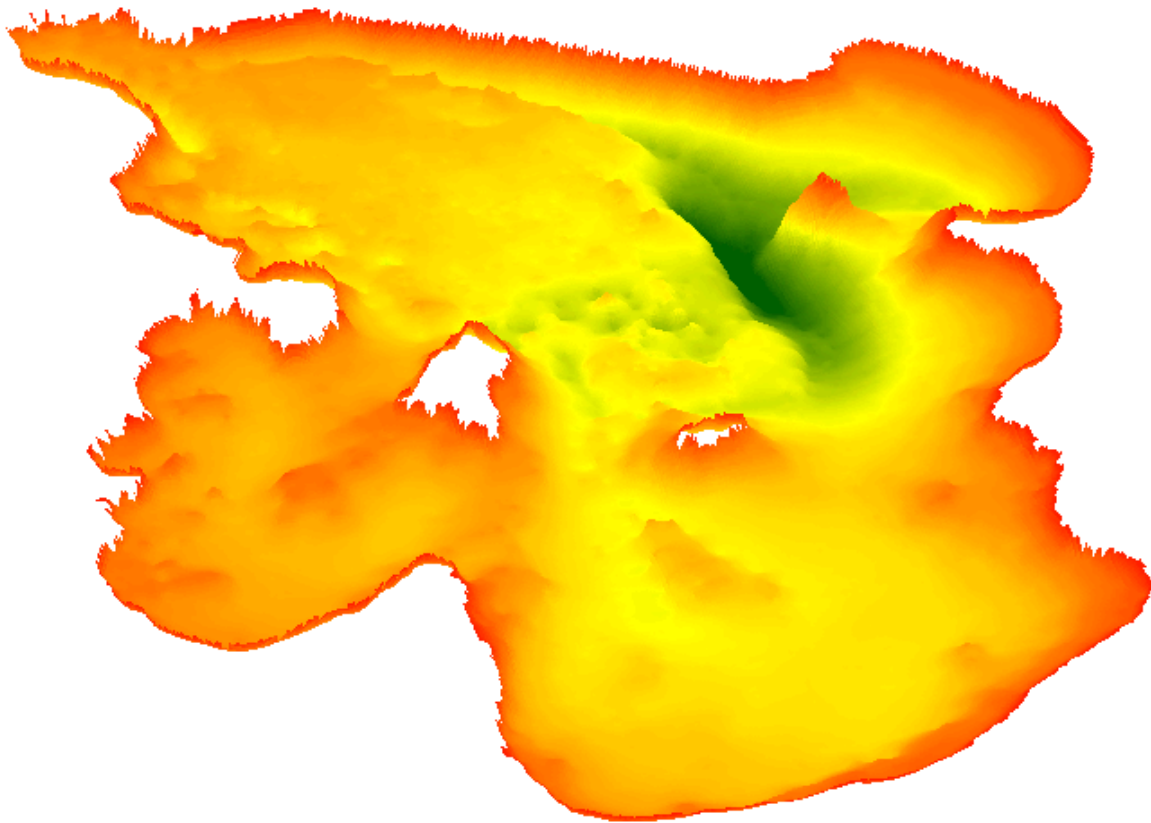
Välitööd viidi Karujärvel läbi 13.-15.04.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 112,1 kilomeetrit ja saadi kokku 308916 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.4.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 33,52 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudeli tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 33,50 m ümp) interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonis 3.4.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.4.3).



Joonis 3.4.1. Karujärve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane-lilla-sinine).



Joonis 3.4.2. Karujärve sügavuskaart veetasemega 33,50 m ümp.



Joonis 3.4.3. Karujärve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

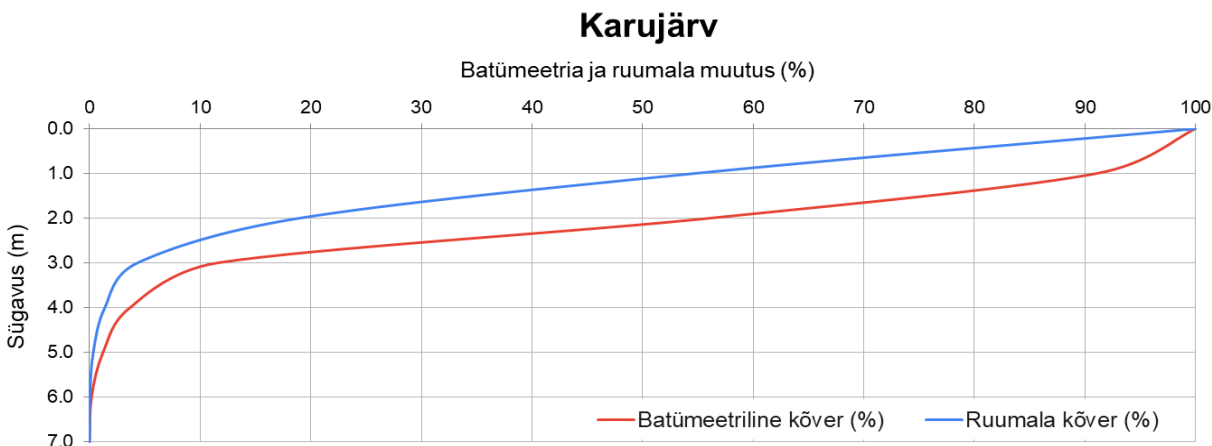
Karujärv on selles projektis pindalalt suurim järv: 355,7 ha. Üldine konfiguratsioon on järvel keeruline: temas on mitmeid madalaid alasid, sügavikke, lahtesid, poolsaari ja kolm saart kogupindala 3,7 ha (joonis 3.4.2 ja 3.4.3). Suurim sügavus on veetaseme 33,50 m ümp juures 7,0 m ning keskmine sügavus on 2,12 m (tabel 3.4.1). Batümeetriliselt kõveralt näeme, et esimese kahe meetri veekihi pindalade muutus on väiksem kui seejärel toimuv vahepealne järsk kukkumine, millele järgneb sügavamate veekihtide pindalade väiksem muutus. Suurem osa järve veemahust (u 80%) jääb ülemise kahe meetri sisse (tabel 3.3.2; joonis 3.3.4).

Tabel 3.4.1. Karujärve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	33,50
Suurim pikkus (m)	2970
Laine ajutee (m)	2910
Suurim laius (m)	2285
Veepeegli pindala (ha/km ²)	352,0/3,52
Saarte pindala (ha/km ²)	3,7/0,04
Kogupindala (ha/km ²)	355,7/3,56
Suurim sügavus (m)	7,0
Keskmine sügavus (m)	2,12
Suhteline sügavus (%)	0,3
Maht (m ³)	7473320
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	11,2
Saarte kaldajoone pikkus (km)	1,4
Kogu kaldajoone pikkus (km)	12,6
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,68
Kaldajoone liigendatus saartega	1,90
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,78

Tabel 3.4.2. Karujärve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	352,0	3,52	0–1	3387293
1	319,7	3,20	1–2	2669917
2	196,9	1,97	2–3	1092438
3	40,6	0,41	3–4	220637
4	12,9	0,13	4–5	78287
5	4,3	0,04	5–6	23217
6	0,7	0,007	6–7	1532



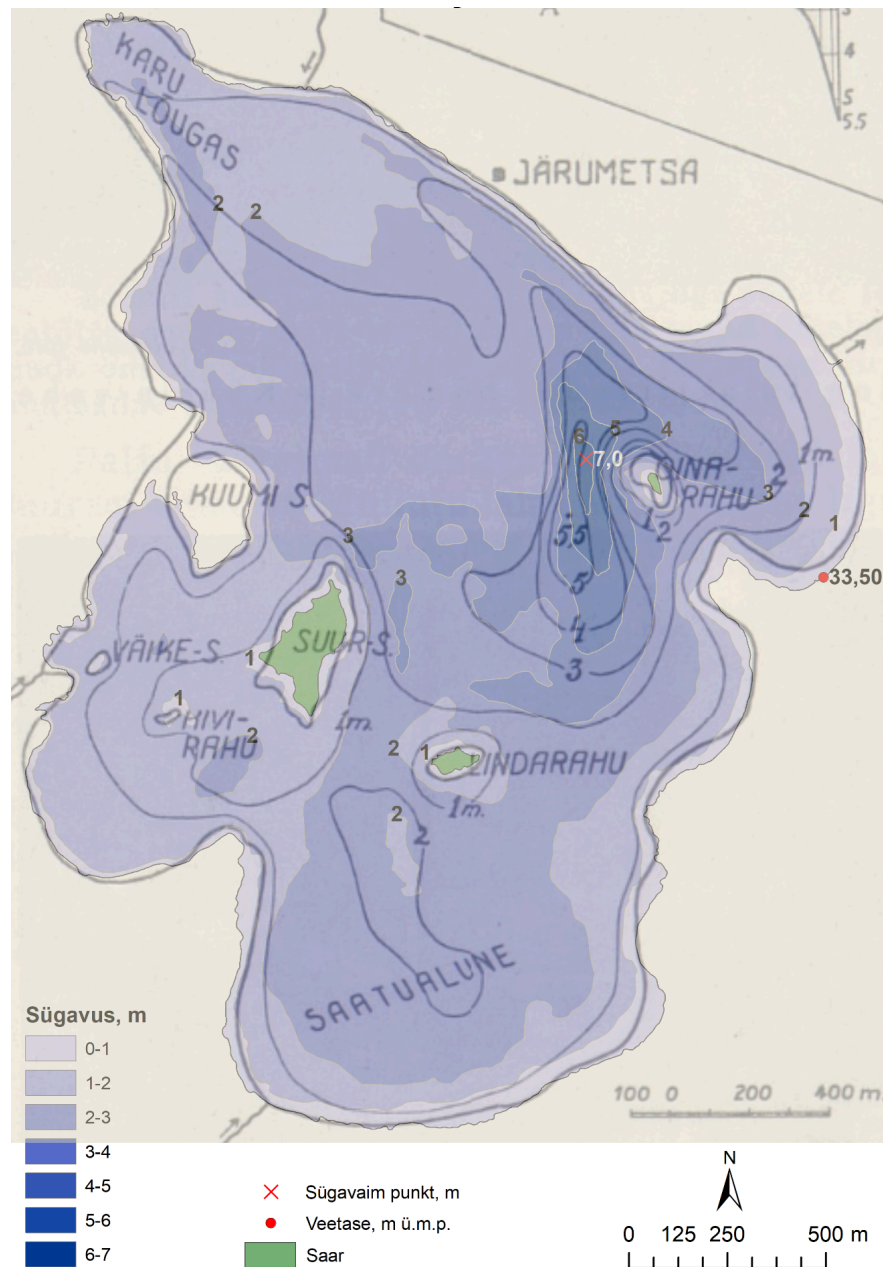
Joonis 3.4.4. Karujärve batümeetiline ja ruumala kõver.

Karujärve kohta on varasemalt morfomeetrilisi andmeid avaldanud Kask (1964) (tabel 3.4.3). Selleaegsed järve mõõtmised on vägagi sarnased tänapäeval mõõdetutega, kuid erinevused esinevad järve veetasemes ja sügavustes. Nimelt on Kase andmeil järve veetase üle meetri madalam ja ka suurim sügavus on 1,5 m väiksem kui tänapäeval. Mäemetsa (1968) andmetel alandati 1932. a Karujärves veetaset. Kuna ei ole teda, mis aastast pärinevad Kase andmed, võime ikkagi eeldada, et need on pärast veetaseme alandamist. Vastasel juhul oleks kontrast tänapäevaste mõõtmistega eriti suur.

Tabel 3.4.3. Karujärve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 04.01.2024) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	33,50	32,2 (32,42 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2970	2950	2970
Laine ajutee (m)	2910		
Suurim laius (m)	2285	2150	2150
Veepeegli pindala (ha/km ²)	352,0/3,52	330,0/3,30	348,2/3,48
Saarte pindala (ha/km ²)	3,7/0,04	4 saart	3,9/0,04 (3 saart)
Kogupindala (ha/km ²)	355,7/3,56		
Suurim sügavus (m)	7,0	5,5	5,5
Keskmine sügavus (m)	2,12		1,55
Suhteline sügavus (%)	0,3		
Maht (m ³)	7473320		
Kaldajoone pikkus (km)	11,2	9,5	
Saarte kaldajoone pikkus (m)	1,4		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	12,6		12,9
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,68	1,49	
Kaldajoone liigendatus saartega	1,90		2,0
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,78		

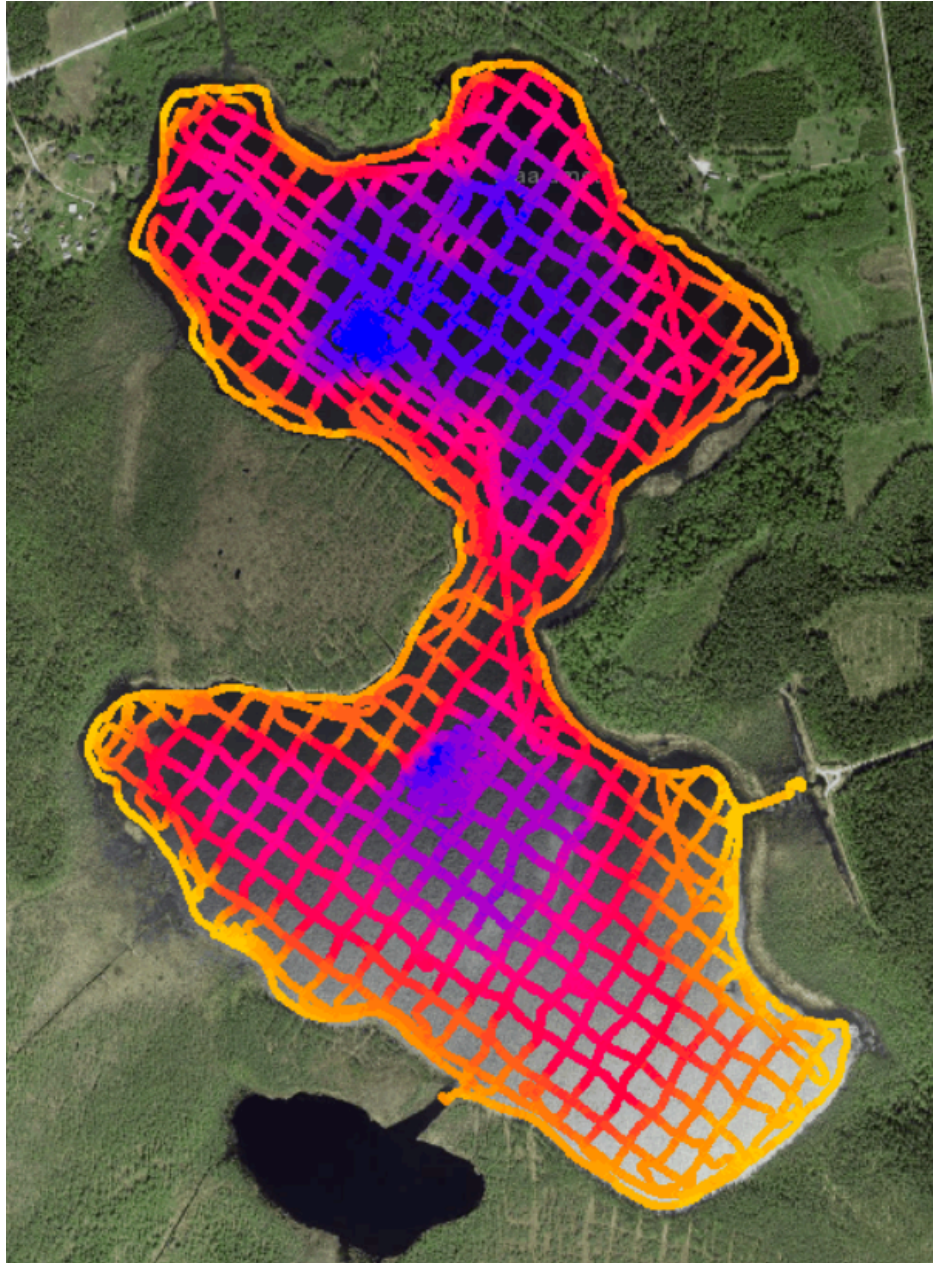
Varaseim sügavuskaart Karujärve kohta pärineb Luha jt (1934) tööst (Lisa 5). Kui asetada see kaart mõõtkava alusel nt kaasaegsele ortofotole, siis on selgelt näha, et mõõtkava on vale ja järv omab väga väikest pindala ning kõik on nihkes. Seetõttu on võrdlemiseks paigutatud vana kaart meie kaardile joonist venitades (joonis 3.4.5). Tänapäevase kaardiga võrreldes on näha, et kaart on pigem koostatud enne järve veetaseme alandamist: nimelt on järve läänepoolses osas selgesti eraldunud neljas saar, mis tänapäeval on muutunud poolsaareks. Sügavama ala asukoht ja üldised sügavusmuutuste trendid kattuvad varasema ja meie kaardi vahel.



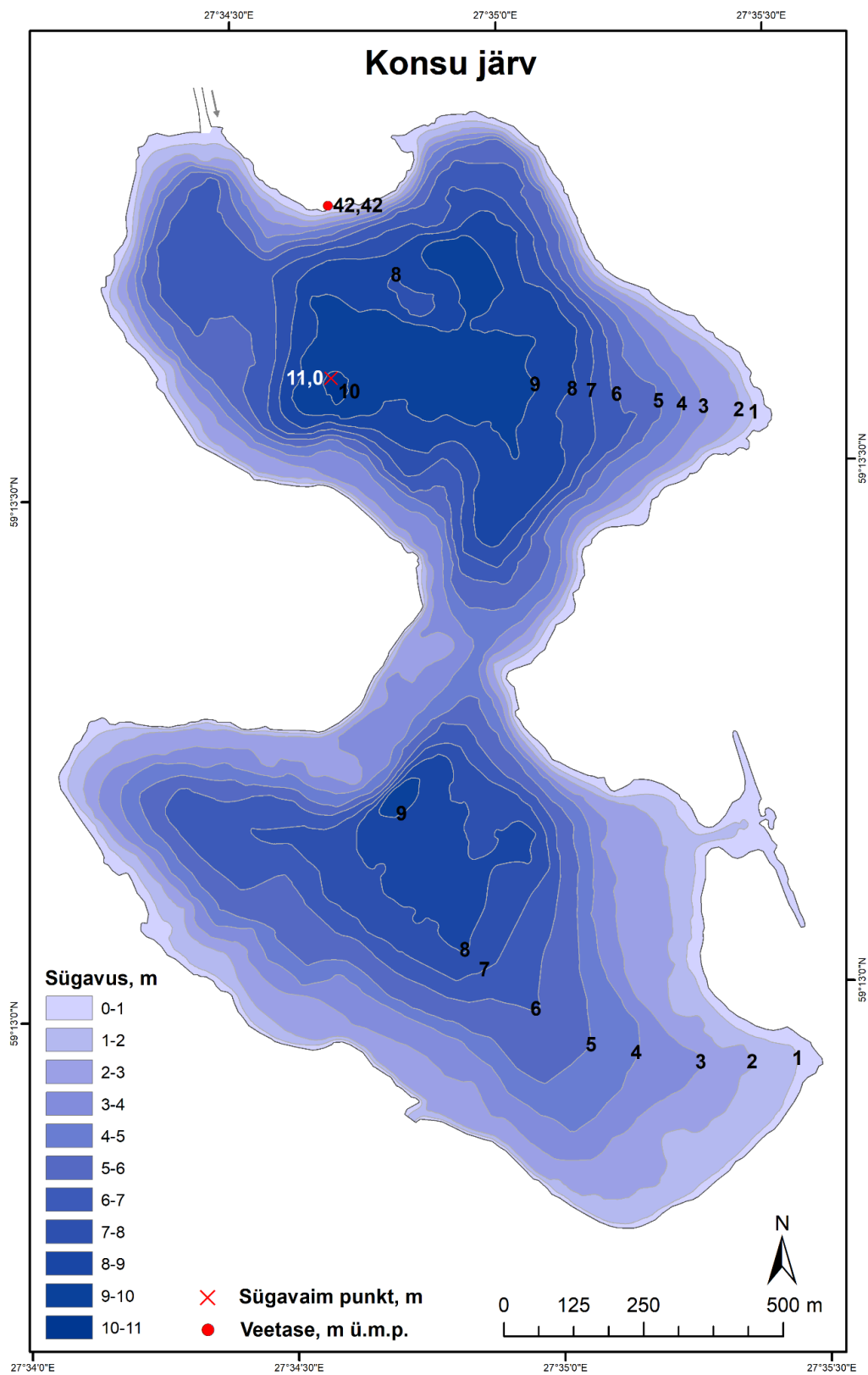
Joonis 3.4.5. A. Määra koostatud (Luha jt, 1934) ja käesoleva töö (sinistes toonides ja alumine kaart) Karujärve batümeetriliste kaartide võrdlus. Kaardid on omavahelisse võrdlusesse pandud kaldajoone abil.

3.5. Konsu järv

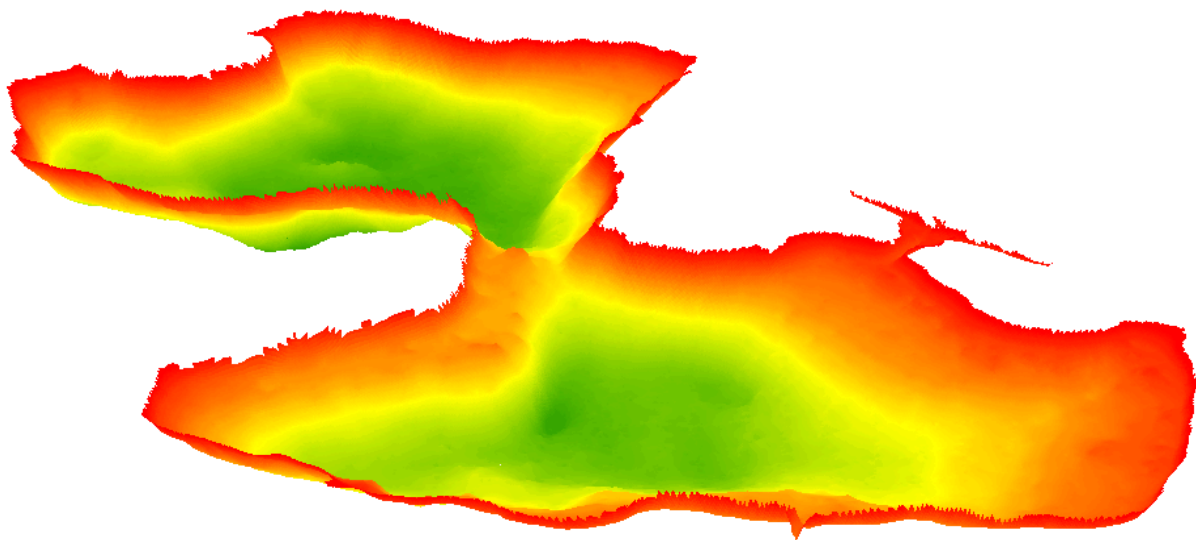
Välitööd viidi Konsu järvel läbi 01.-02.06.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 55,1 kilomeetrit ja saadi kokku 129499 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.5.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 42,13 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 42,42 m ümp) interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonis 3.5.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.5.3).



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



Joonis 3.5.2. Kõrsu järve sügavuskaart veetasemega 42,42 m ümp.



Joonis 3.5.3. Kõrsu järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

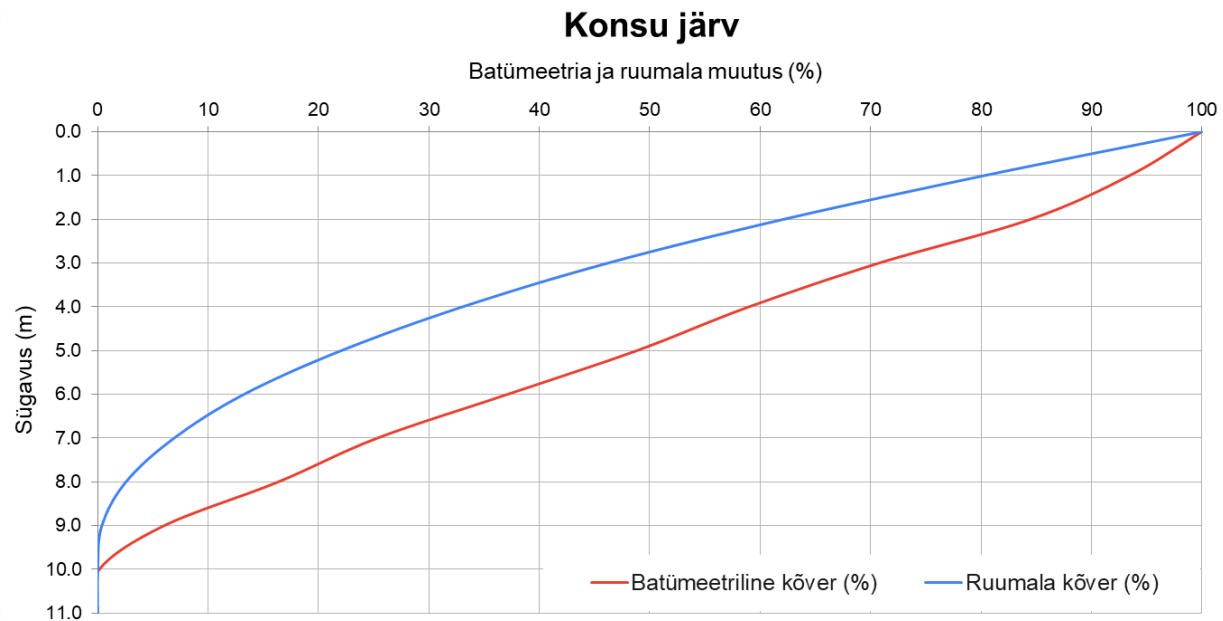
Kõrsu järve (141,9 ha) iseloomustab omapärane kuju (meenutades nt siinkirjutajale number kaheksat), kuna see koosneb kahest suuremast põhja-lõuna suunas asuvast järveosast, mida ühendab lai ja madalam väin (alla 5 m sügav) (joonis 3.5.2). Põhja ja lõunapoolsed järveosad on sügavad. Põhjapoolses osas asub ka järve sügavaim punkt (11,0 m) ning lõunapoolses osas küündivad suurimad sügavused üle 9 m. Kogu järve keskmine sügavus on veetaseme 42,42 m ümp juures 4,88 m. Kaldajoone liigendatus on suhteliselt keerukas: 2,00 (tabel 3.5.1). Kõrsu järve batümeetiline kõver on üsna lineaarne. Valdav osa järve veemahust jääb ülemise kolme meetri sisse (tabel 3.5.2; joonis 3.5.4).

Tabel 3.5.1. Konsu järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	42,42
Suurim pikkus (m)	2130
Laine ajutee (m)	2070
Suurim laius (m)	1000
Veepeegli pindala (ha/km ²)	141,9/1,42
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	141,9/1,42
Suurim sügavus (m)	11,0
Keskmine sügavus (m)	4,88
Suhteline sügavus (%)	0.8
Maht (m ³)	6932550
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,4
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,4
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,00
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	2,14

Tabel 3.5.2. Konsu järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	141,9	1,41	0–1	1365314
1	132,2	1,32	1–2	1262314
2	119,5	1,19	2–3	1102859
3	100,0	1,00	3–4	913370
4	83,4	0,83	4–5	760673
5	69,0	0,69	5–6	611010
6	52,4	0,52	6–7	438993
7	35,8	0,36	7–8	301428
8	23,1	0,23	8–9	151049
9	8,5	0,08	9–10	24995
10	0,2	0,002	10–11	539



Joonis 3.5.4. Konsu järve batümeetiline ja ruumala kõver.

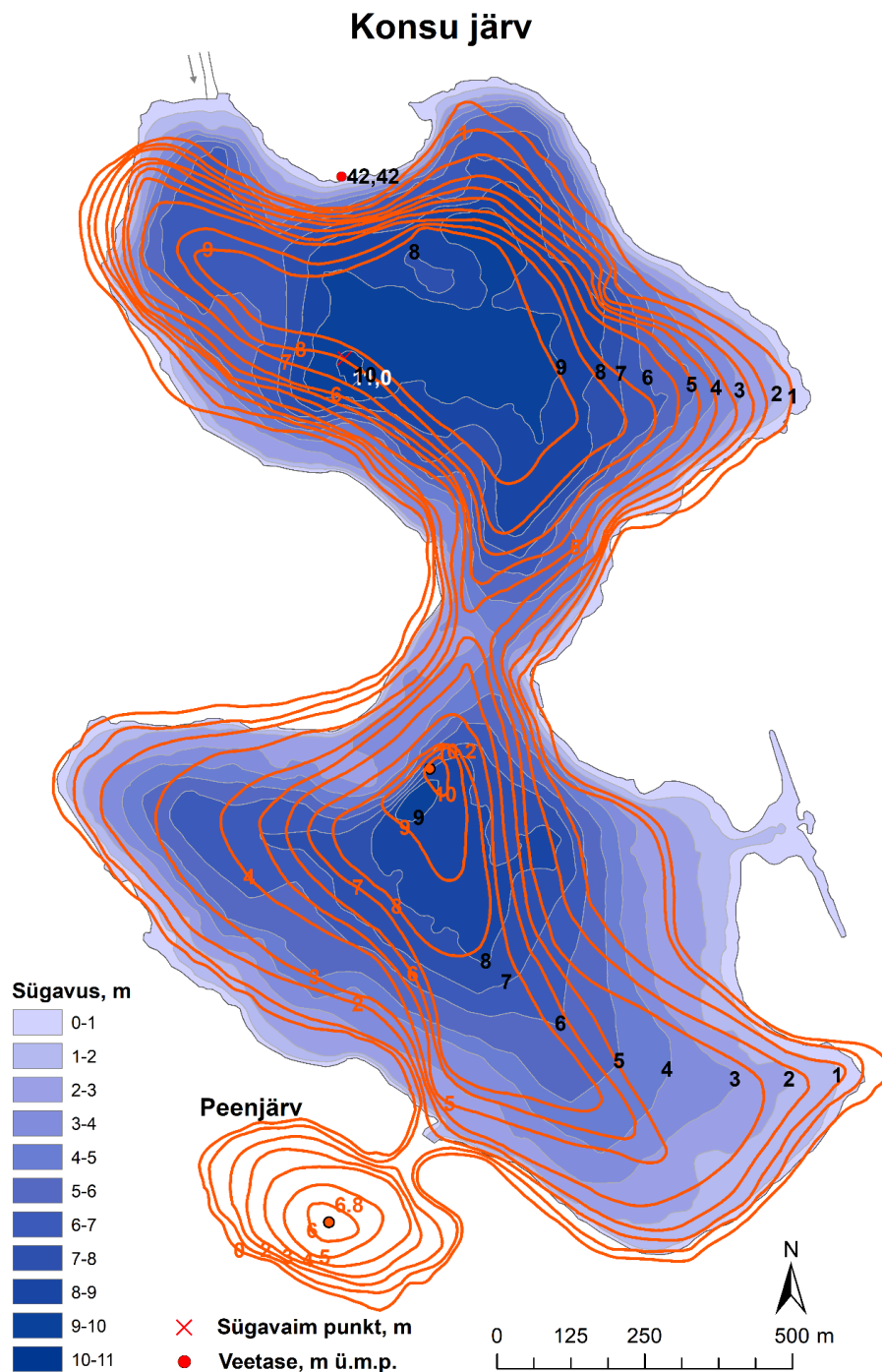
Varasemaid andmeid on Konsu järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.5.3), millest mitmed väärtused peaksid kirjete järgi olema koos lõunapool asuva Peenjärvega. Tänapäeva ja 1964. a esitatud andmete vahel näeme pindala erinevust, mis Kase andmetel on koos Peenjärvega 6 ha väiksem. Suurim sügavuski on väiksem. Mõlemat väiksemat väärtust võib põhjendada tol korral olnud madalama veetasemega, kuigi Peenjärv peaks pindala lisama. Kui me vaatame sügavaima punkti asukohta Valmeti (1954) batümeetrilise kaardi järgi (joonis 3.5.5; Lisa 6a), siis asub see hoopis Konsu järve lõunapoolsemas osas. EELISe suurima sügavuse andmed (tabel 3.5.3) on tõenäoliselt ka Kase andmetest, nii nagu ka järve maht, mis on u 1 000 000 m³ rohkem kui meie mõõtmistega saadud väärtus. Ehk et ebakõlasid on andmete vahel rohkelt.

Tabel 3.5.3. Konsu järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 04.01.2024) andmete vahel

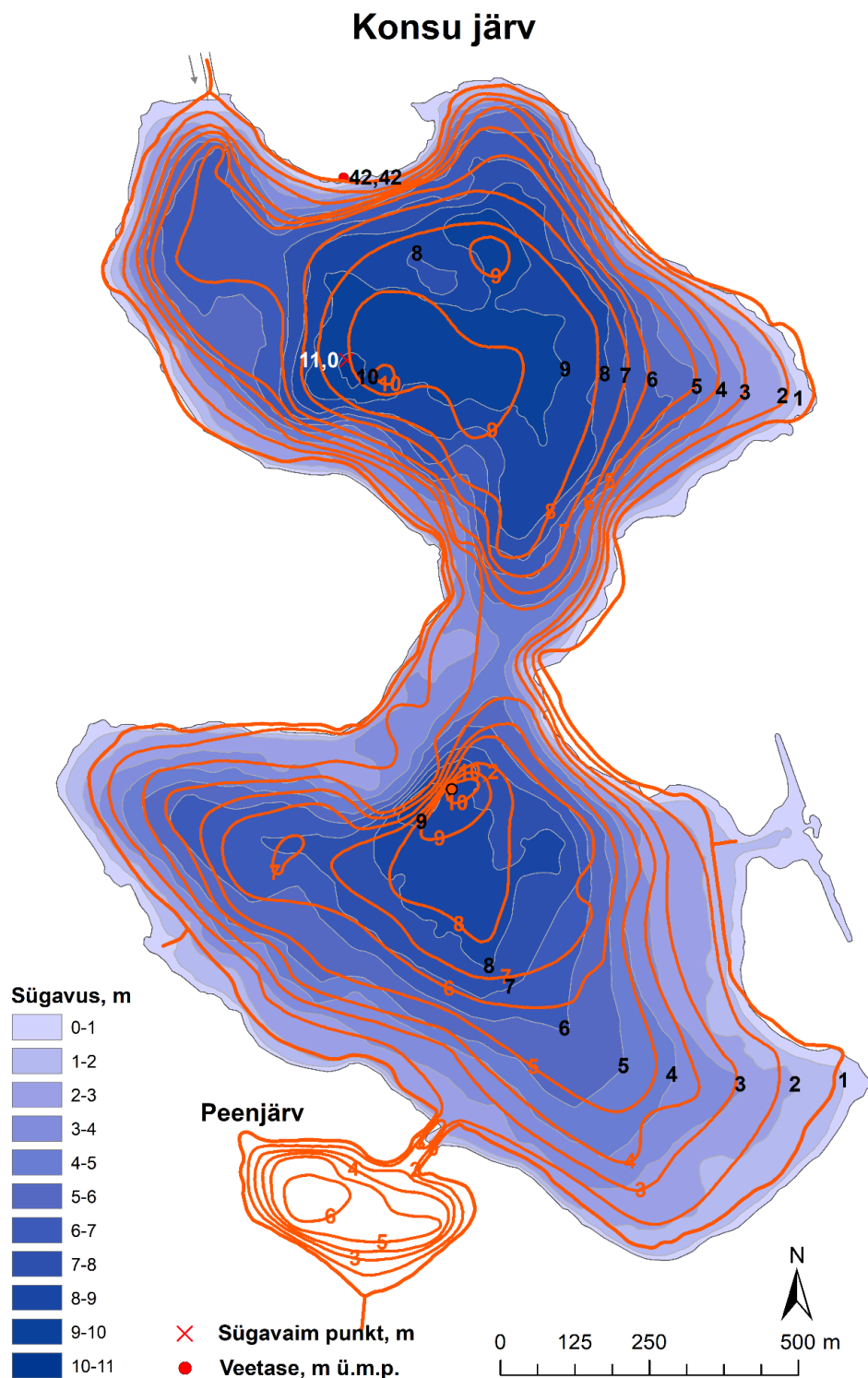
Parameeter	2022	Kask, 1964 *koos Peenjärvega	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	42,42	41,4 (41,6 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2130	2070	2130
Laine ajutee (m)	2070		
Suurim laius (m)	1000	830	830
Veepeegli pindala (ha/km ²)	141,9/1,42	136,0/1,36*	141,7/1,42
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	141,9/1,42		
Suurim sügavus (m)	11,0	10,2	10,2
Keskmine sügavus (m)	4,88		5,8
Suhteline sügavus (%)	0.8		
Maht (m ³)	6932550	7890000	7900000
Kaldajoone pikkus (km)	8,4	7,7	8,4
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,4		
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,00	1,86	2,0
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	2,14		

Konsu järve kohta on varasemast olemas veel sügavuskaart mõõdistusajaga 29.-30.01.1975 (Kallejärve, 1971-1975; joonis 3.5.6; Lisa 6b). Ka sellel kaardil on sügavaima punkti (10,2 m) asukoht järve lõunapoolsemas osas. Kolme Konsu järve kaarti võrreldes tuleb esile aja jooksul toimunud kaardistustäpsuste muutus. Kallejärve kaardil (joonis 3.5.6) olevat kaldajoont võib pidada usaldusväärseks, erinevalt Valmeti kaldajoonest (joonis 3.5.5). See kirjeldab nii kunagi kasutada olnud aluskaartide kui ka kaardistustöö kvaliteeti. Kõik see omakorda rõhutab vajadust kaasaegsete kaartide järele.

Varasematel kaartidel puudub järve koosseisust järve lõunapoolse osa idakaldal oleva Konsu peakraavi eelne paisutusala. Maa-ameti kaardirakendusest järege ajades tundub, et selle rajamine jääb 1960ndatesse, kuid mis esialgu on olnud selgepiiriliste kraavide kujuga. Nüüdseks on nende pindala laienenud ja kaldajoon rohkem sopistunud.



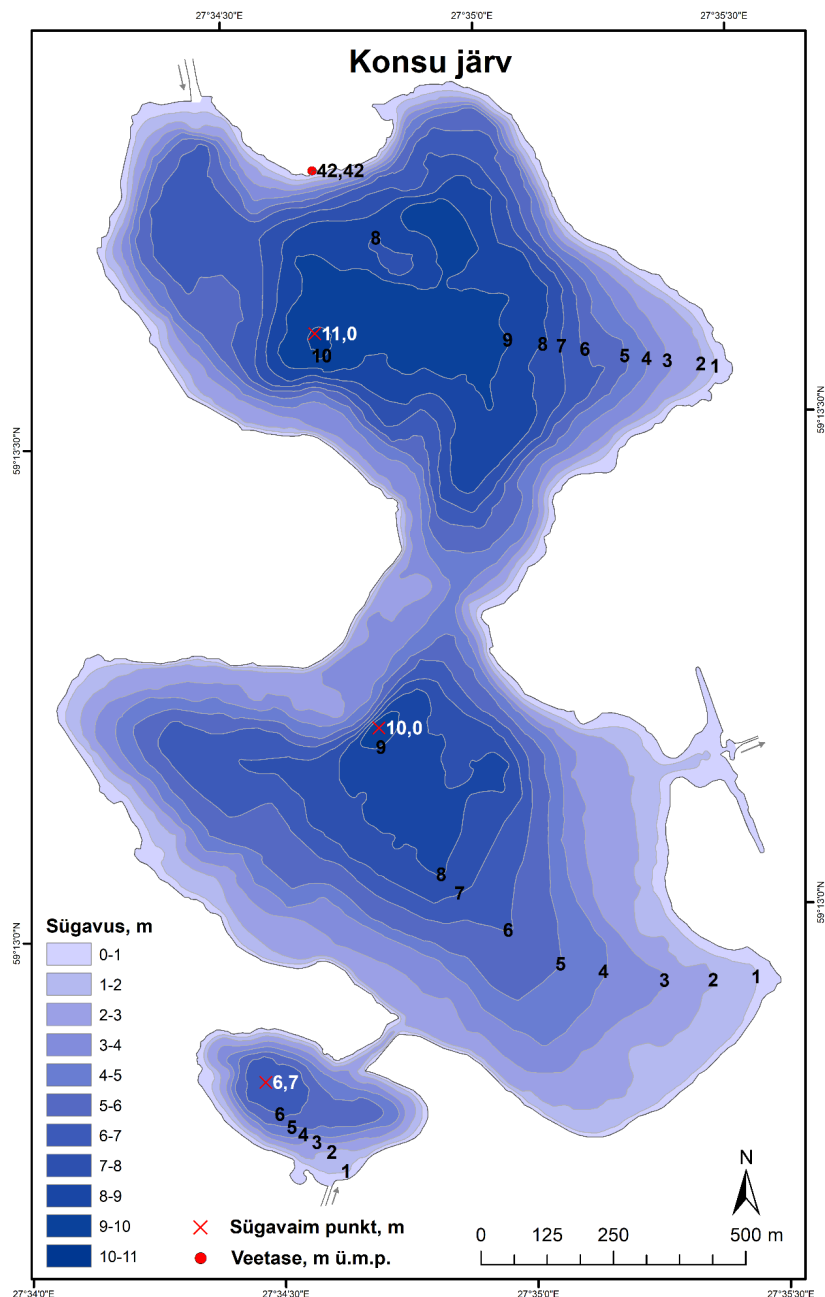
Joonis 3.5.5. Valmeti (1954) Konsu järve (koos Peenjärvega) digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 10,2 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.



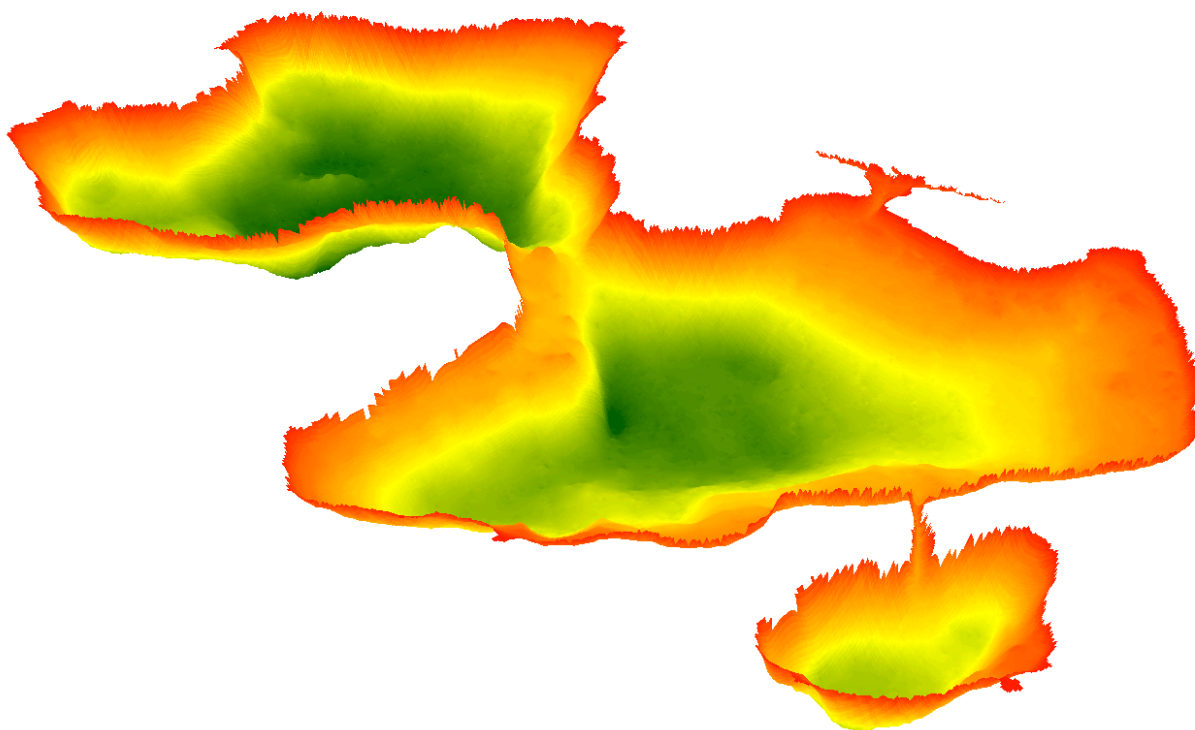
Joonis 3.5.6. Kallejärve (1971-1975) 29.-30.01.1975 kaardistatud Konsu järve (koos Peenjärvega) digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 10,2 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.5.1. Konsu järve uued andmed

See alapeatükk on lisatud 06.03.2024 esialgsele aruandele, mis sai esitatud 12.01.2024, kuna aruande peatükis “4.1. Konsu järv (Konsu järv koos Peenjärvega)” toodud ettepanek liita Konsu järv ja Peenjärv üheks veekoguks jõustus Eesti Looduse Infosüsteemis veebruaris 2024. Seetõttu on järgnevalt esitatud Konsu järve (VEE2027900) kirjeldav uus batümeetriline kaart (joonis 3.5.1.1) ja 3D-mudel, kus järve lõunapoolseimaks osaks on nüüd ka endine Peenjärv. Uued morfomeetrilised parameetrid on nähtavad tabelites 3.5.1.1 ja 3.5.1.2 ning joonisel 3.5.1.3.



Joonis 3.5.1.1. Konsu järve sügavuskaart veetasemega 42,42 m ümp.



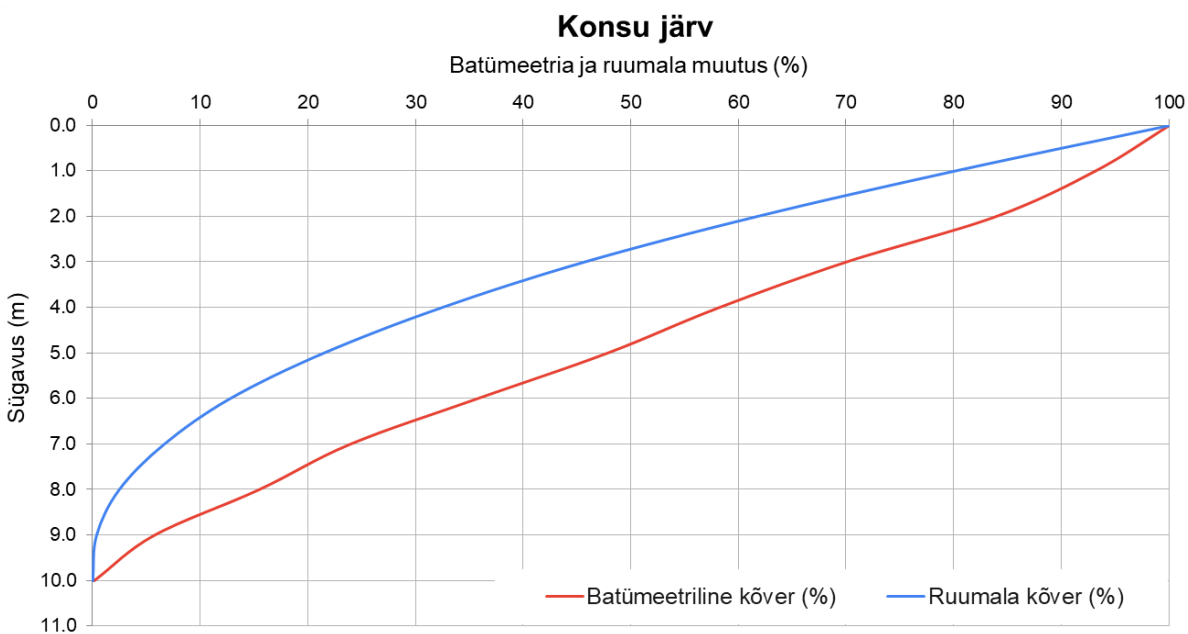
Joonis 3.5.1.2. Kõrsu järve 3D-mudel (koos kunagise Peenjärvega) (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

Tabel 3.5.1.1. Kõrsu järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	42,42
Suurim pikkus (m)	2130
Laine ajutee (m)	2070
Suurim laius (m)	1000
Veepeegli pindala (ha/km ²)	150,2/1,50
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	150,2/1,50
Suurim sügavus (m)	11,0
Keskmine sügavus (m)	4,80
Suhteline sügavus (%)	0,8
Maht (m ³)	7213900
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	9,8
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	9,8
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,25
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	2,48

Tabel 3.5.1.2. Konsu järve veekihtide pindalad ja mahud

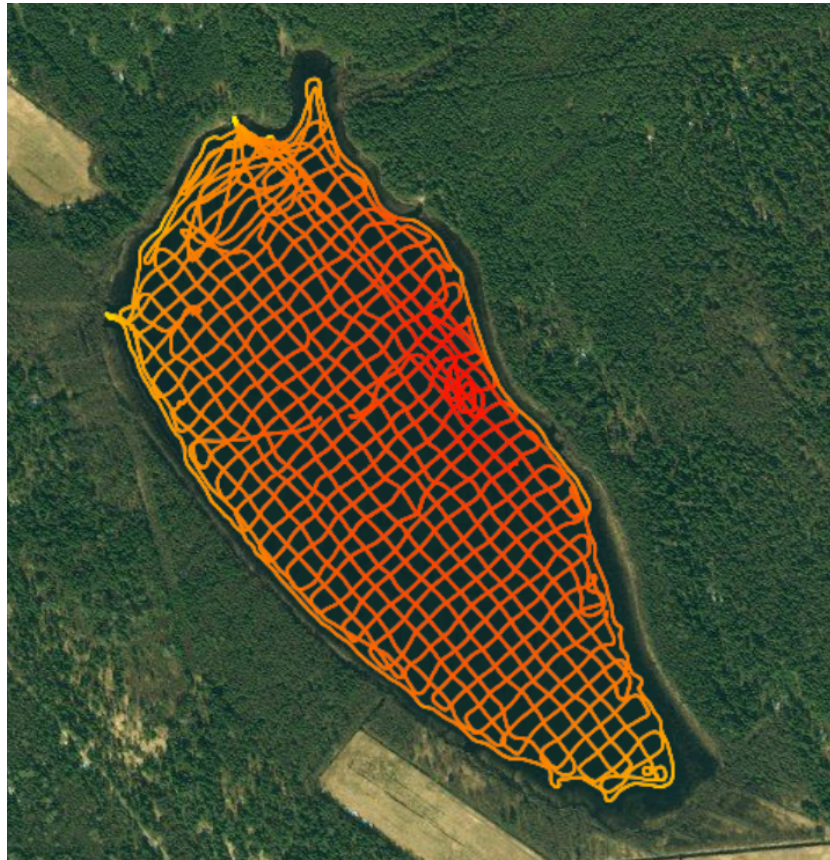
Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	150,2	1,50	0–1	1440533
1	139,2	1,39	1–2	1327056
2	125,4	1,25	2–3	1155170
3	104,6	1,05	3–4	953828
4	86,9	0,87	4–5	790970
5	71,5	0,71	5–6	627345
6	53,4	0,53	6–7	440987
7	35,7	0,36	7–8	301315
8	23,1	0,23	8–9	151094
9	8,6	0,09	9–10	25082
10	0,2	0,002	10–11	547



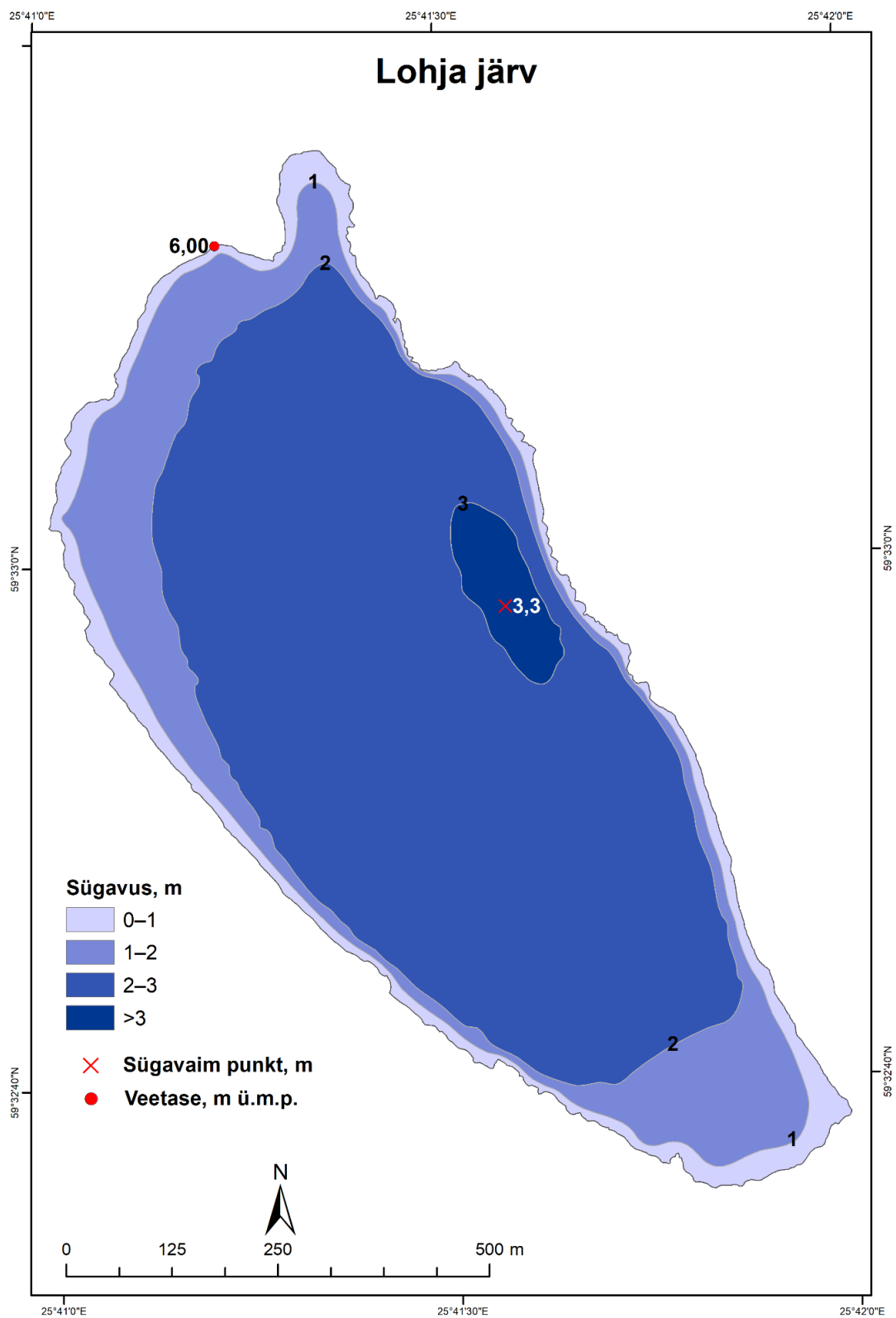
Joonis 3.5.1.3. Konsu järve batümeetiline ja ruumala kõver.

3.6. Lohja järv

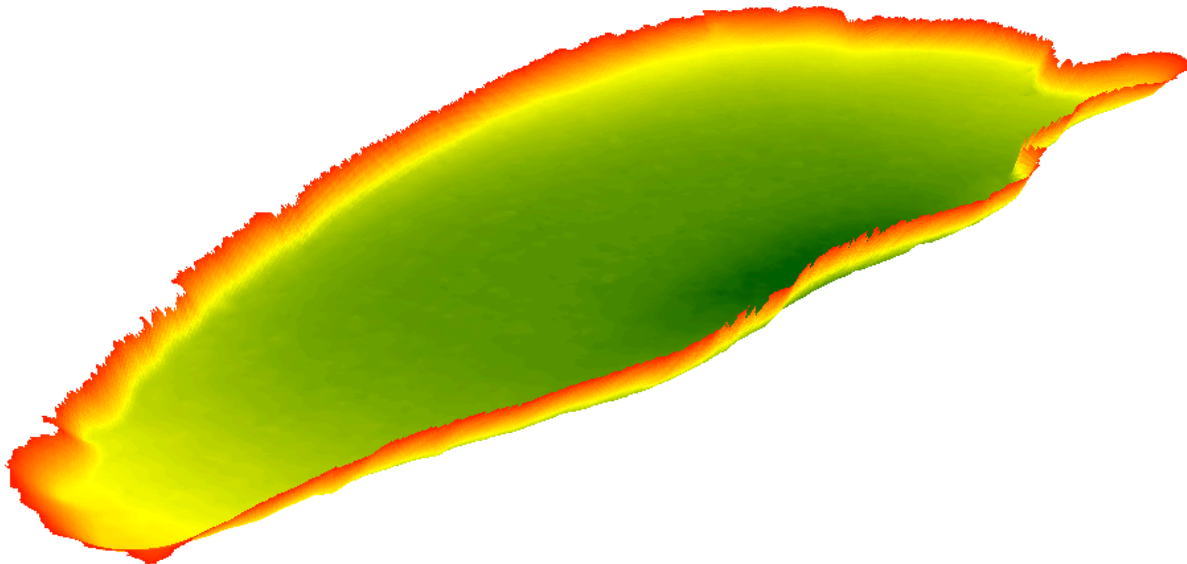
Välitööd viidi Lohja järvel läbi 11.11.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 38,3 kilomeetrit ja saadi kokku 97341 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.6.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 5,67 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks 6,00 m ümp) põhjal 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. Lohja järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.6.2. Lohja järve sügavuskaart veetasemega 6,00 m ümp.



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

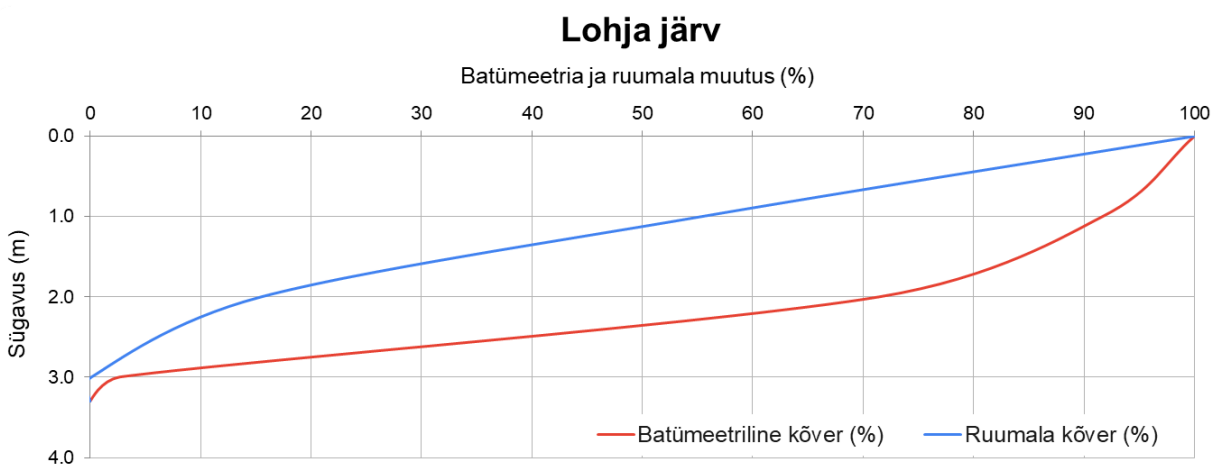
Lohja järve (53,6 ha) iseloomustab jalajälje kuju. Sellest tulenevalt on ka suurim pikkus üle kahe korra suurem kui laius (1340 m vs 570 m; tabel 3.6.1). Sügavus kukub ühe kuni kahe meetrini üldjuhul kalda lähedal ja seejärel on järv tasase põhjaga (joonis 3.6.2, 3.6.3 ja 3.6.4). Suurimaks sügavuseks on veetaseme 6,0 m ümp juures 3,3 m, mis asub järve idapoolsemas küljes. Valdav osa järve veemahust jääb ülemise kahe meetri sisse (tabel 3.6.2; joonis 3.6.4).

Tabel 3.6.1. Lohja järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	6,00
Suurim pikkus (m)	1340
Laine ajutee (m)	1340
Suurim laius (m)	570
Veepeegli pindala (ha/km ²)	53,6/0,54
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	53,6/0,54
Suurim sügavus (m)	3,3
Keskmine sügavus (m)	2,1
Suhteline sügavus (%)	0,4
Maht (m ³)	1142800
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	3,7
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	3,7
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,42
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,87

Tabel 3.6.2. Lohja järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	53,6	0,54	0–1	510202
1	48,9	0,49	1–2	455431
2	38,1	0,38	2–3	175870
3	1,4	0.014	>3	1265



Joonis 3.6.4. Lohja järve batümeetiline ja ruumala kõver.

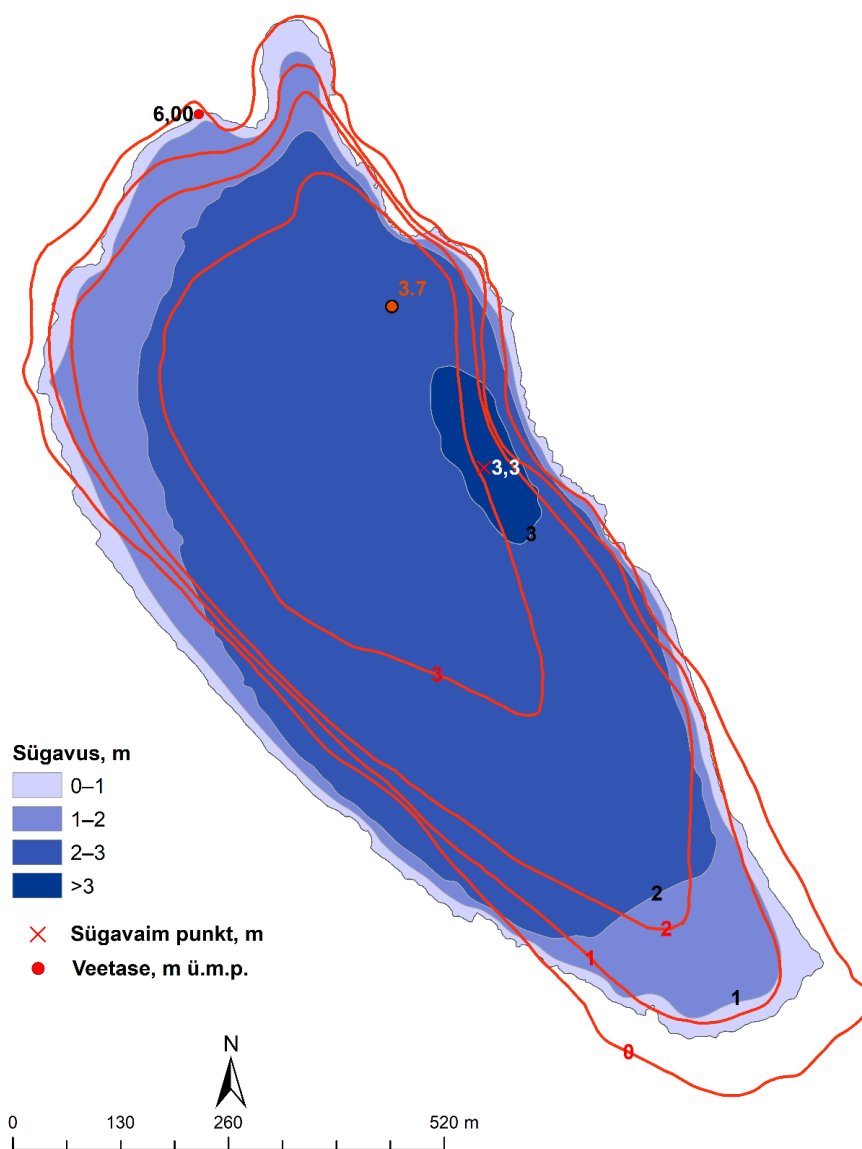
Varasemaid andmeid on Lohja järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.6.3). Tänapäeva ja 1964. a esitatud andmete vahel leidub mõningaid erinevusi. Pindala on olnud u 3 ha suurem, mis võib tuleneda kitsamast, hõredamast või puudunud pilliroovööndist. Kaldavee taimestiku erinevust kinnitavad ka Mäemetsa (1968) kirjeldused (ka foto ja taimestiku kaart järvest). Küsitav on veetaseme väärtus, mis oli toona lausa u 1 m kõrgem, mis on aga tõenäoliselt vale väärtus, kuna sellise veetaseme juures ujutaks Lohja järv üle märksa suurema ala kui saadud pindala 56,8 ha. EELISe andmebaasi suurim sügavus 3,7 m on saadud Kase (1964) andmetest.

Tabel 3.6.3. Lohja järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 27.12.2023) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	6,00	6.80 (7,03 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1340	1390	1360
Laine ajutee (m)	1340		
Suurim laius (m)	570	560	560
Veepeegli pindala (ha/km ²)	53,6/0,54	56,8/0,67	55,9/0,56
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	53,6/0,54		
Suurim sügavus (m)	3,3	3,7	3,7
Keskmine sügavus (m)	2,1	2,2	2,2
Suhteline sügavus (%)	0,4		
Maht (m ³)	1142800	1249600	
Kaldajoone pikkus (km)	3,7	3,0	3,5
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	3,7	3,0	3,5
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,42	1,21	1,3
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,87		

Varasem Lohja järve kaart on meil Tartu Ülikooli geograafia kateedri üliõpilase Rita Valmeti diplomitööst (Valmet, 1954) (Lisa 7). Käesoleva ja Valmeti kaardi võrdluses (joonis 3.6.5) on näha, et järve pindala oli 70 aastat tagasi tõesti suurem, mis tuleneb kas kõrgemast veetasemest ja/või kitsamast roovööndist. Kõrgem veetase seletaks ka suuremat 3 m sügavusala.

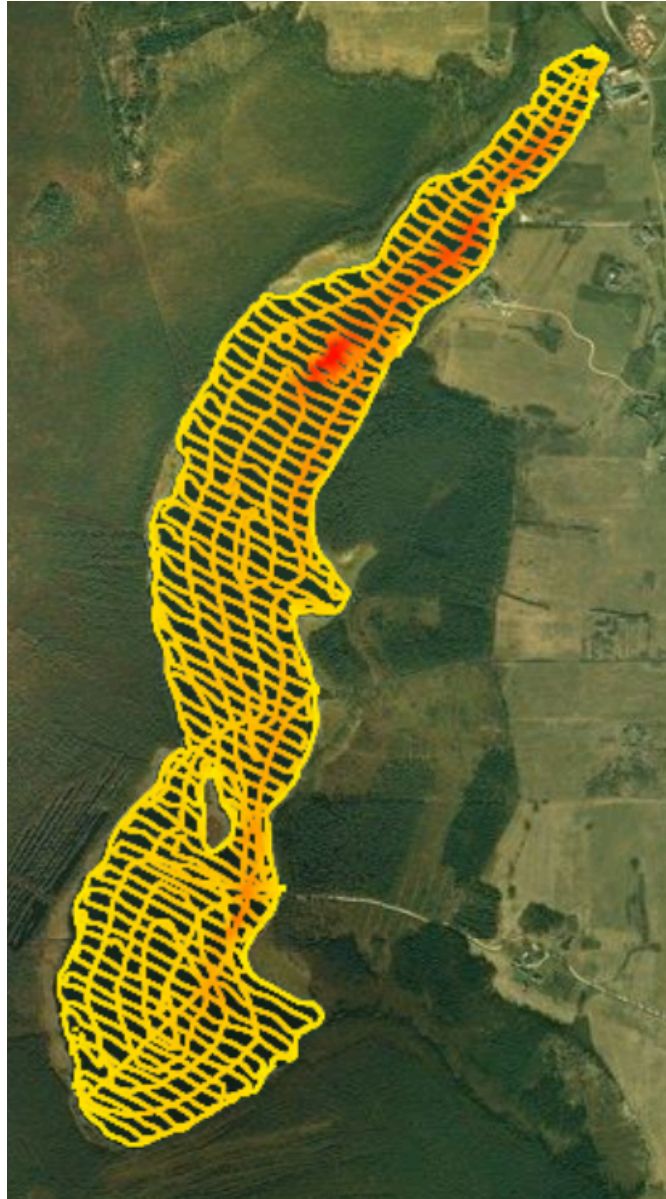
Lohja järv



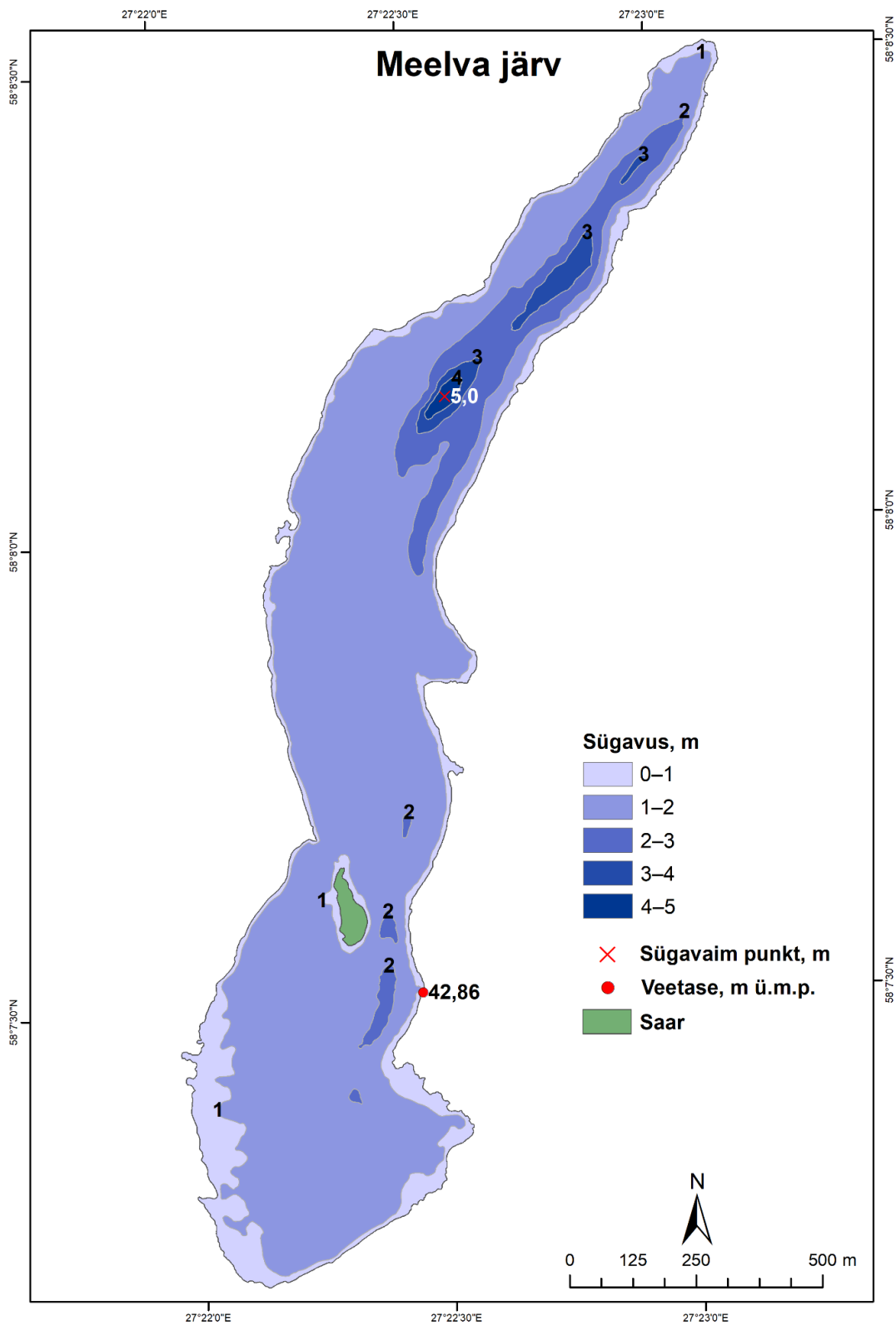
Joonis 3.6.5. Valmeti (1954) Lohja järve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (punased) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 3,7 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusesse pandud mõõtkava alusel.

3.7. Meelva järv

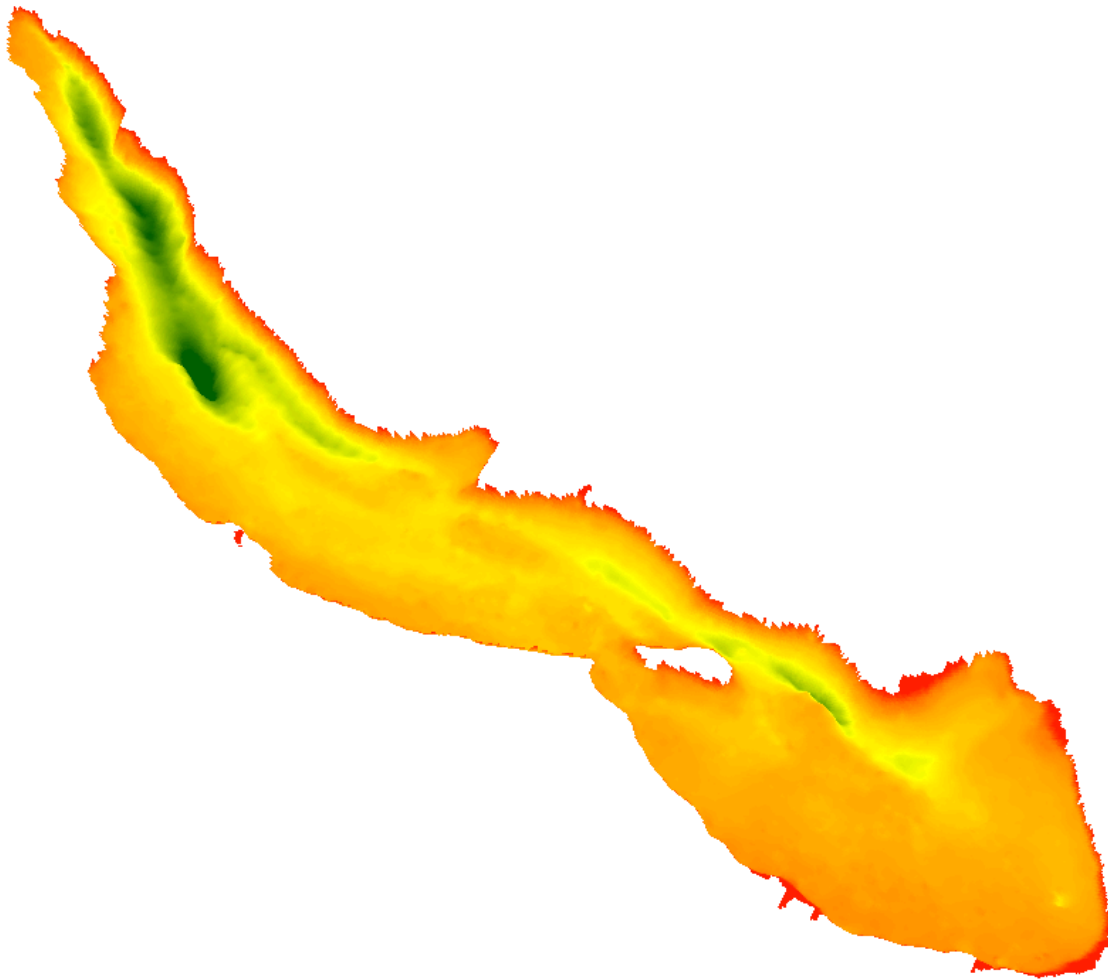
Välitööd viidi Meelva järvel läbi 14.-15.11.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 49,5 kilomeetrit ja saadi kokku 132923 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.7.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 42,74 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks 42,86 m ümp) põhjal interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonis 3.7.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.7.3).



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



Joonis 3.7.2. Meelva järve sügavuskaart veetasemega 42,86 m ümp.



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

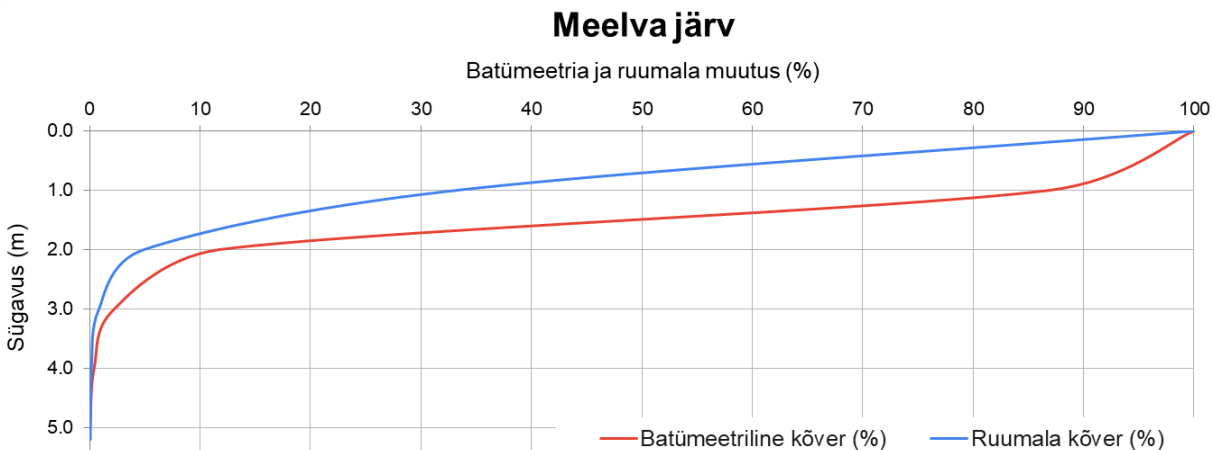
Meelva järve (77,3 ha) iseloomustab orujärve piklik ja kitsas kuju. Sellest tulenevalt on suurim pikkus mõõdetud mööda veepinna kesktelge ja saadud nii 2670 m (tabel 3.7.1). Kaldad on mitmel pool õõtsikulised ja madalad, eriti lõuna ning põhjaotsas (joonis 3.7.2 ja 3.7.3). Järves leidub mitmeid üksteise suhtes jadana paiknevaid sügavamaid alasid, millest ühes paikneb ka suurim sügavus 5,0 m. Meelva järve batümeetiline kõver iseloomustab kaldaäärse madalama ala suurt osakaalu. Valdav osa järve veemahust jääb ülemise esimese meetri sisse (tabel 3.7.2; joonis 3.7.4).

Tabel 3.7.1. Meelva järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	42,86
Suurim pikkus (m)	2670
Laine ajutee (m)	2100
Suurim laius (m)	580
Veepeegli pindala (ha/km ²)	77,3/0,77
Saarte pindala (ha/km ²)	0,5/0,005
Kogupindala (ha/km ²)	77,8/0,78
Suurim sügavus (m)	5,0
Keskmine sügavus (m)	1,4
Suhteline sügavus (%)	0,5
Maht (m ³)	1102000
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	6,86
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,37
Kogu kaldajoone pikkus (km)	7,2
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,20
Kaldajoone liigendatus saartega	2,32
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,08

Tabel 3.7.2. Meelva järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	77,3	0,77	0–1	736459
1	66,8	0,67	1–2	311947
2	9,0	0,09	2–3	44898
3	1,7	0,02	3–4	7483
4	0,3	0,003	4–5	1260
5	0,01	0,0001	>5	1



Joonis 3.7.4. Meelva järve batümeetiline ja ruumala kõver.

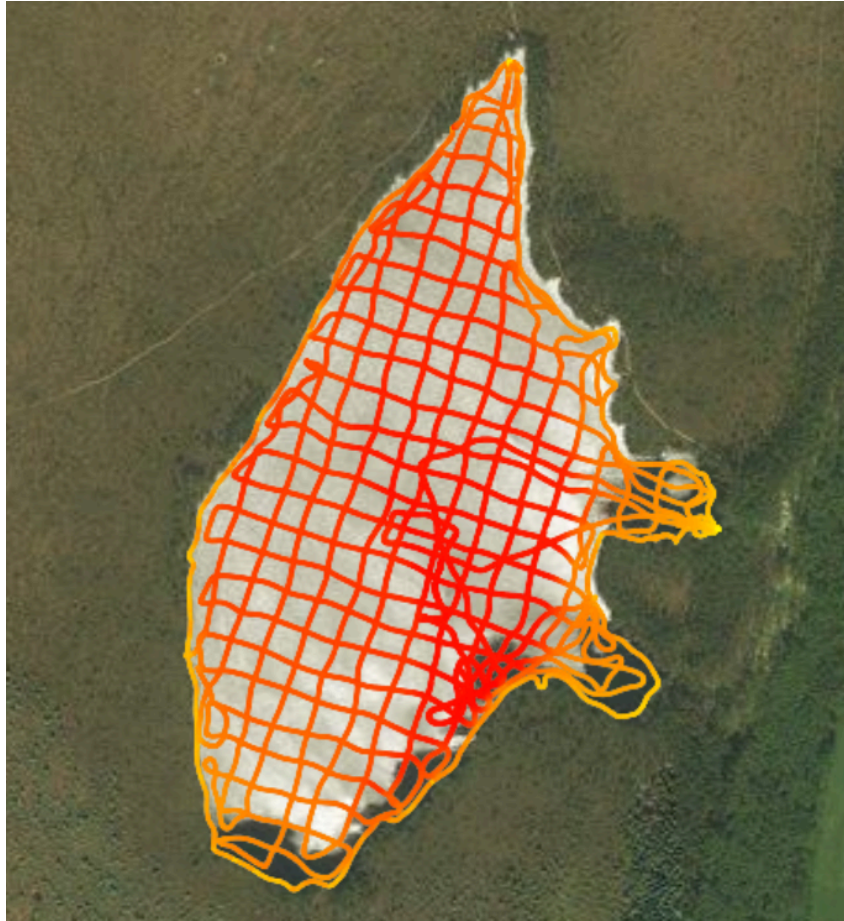
Varasemat batümeetrist kaarti ei ole õnnestunud Meelva järve kohta leida, kuid andmeid on saada Ilmar Kase koostatud “Eesti NSV järvede nimestikust” (Kask, 1964). Peamine erinevus andmetes on suurimas sügavuses, kus see on Kase põhjal vaid 3,2 m (tabel 3.7.3). Sama väärtus on praegu ka EELISe andmebaasis. Võib vaid oletada, et kuna sügavam kui 4 m ala (rääkimata >5 m alast) on väga väike (0,3 ha), siis ei õnnestunud tol ajal kõige sügavamat ala kaardistajatel tabada, kuna mõõtmispunktide arv oli eeldatavasti hõredam kui nüüd läbi viidud töös. EELISes on ligikaudu veerandi võrra ülehinnatud järve veemahtu, mis omakorda tuleneb ülehinnatud keskmisest sügavusest, mille väärtuse päritolu on teadmata (tabel 3.7.3).

Tabel 3.7.3. Meelva järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 27.12.2023) andmete vahel

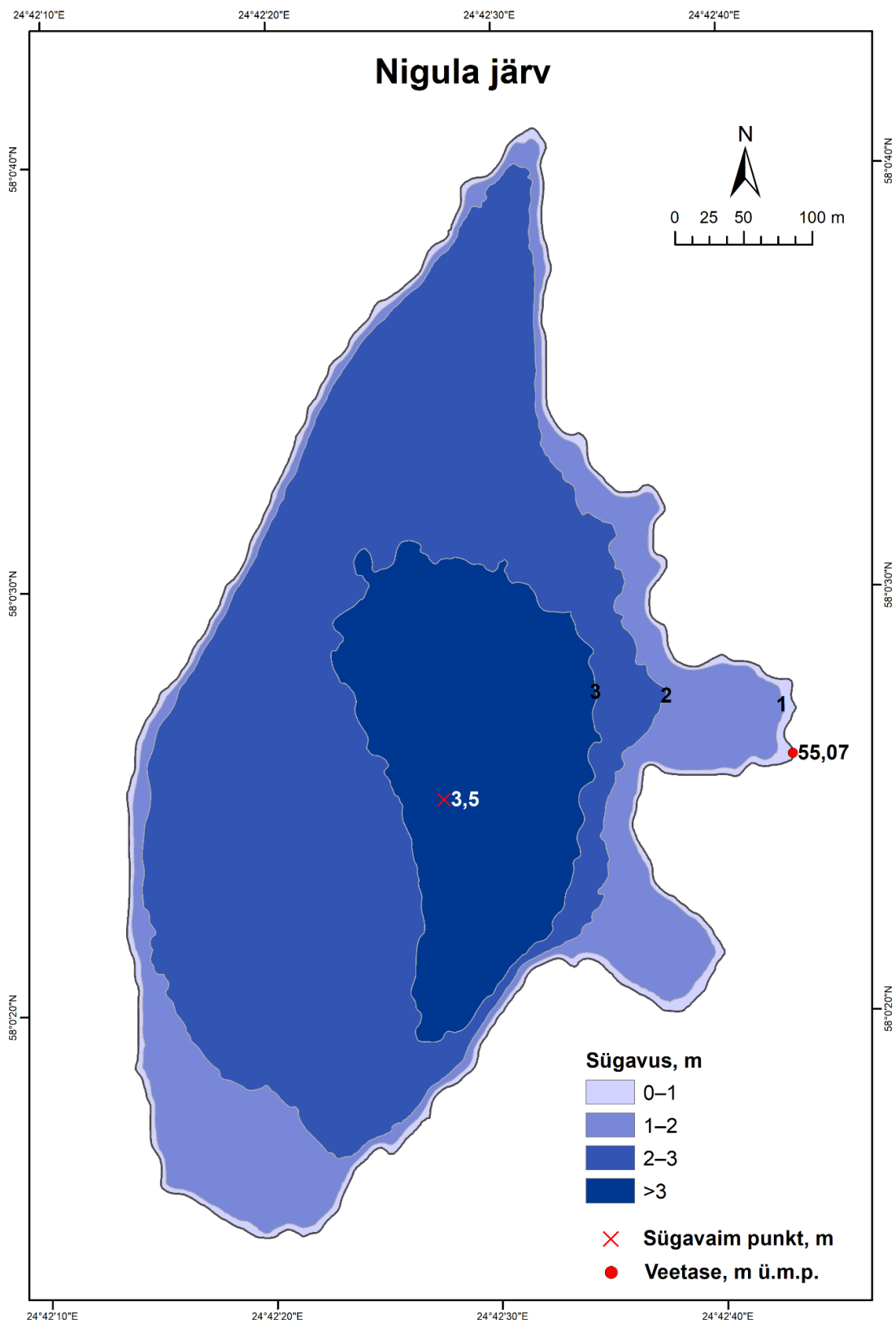
Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	42,86	42,2 (42,36 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2670	2650	2610
Laine ajutee (m)	2100		
Suurim laius (m)	580	550	550
Veepeegli pindala (ha/km ²)	77,3/0,77	78,7/0,79	76,0/0,76
Saarte pindala (ha/km ²)	0,5/0,005		0,6/0,006
Kogupindala (ha/kkm ²)	77,8/0,78		
Suurim sügavus (m)	5,0	3,2	3,2
Keskmine sügavus (m)	1,4		2,0
Suhteline sügavus (%)	0,5		
Maht (m ³)	1102000		1500000
Kaldajoone pikkus (km)	6,9		
Saarte kaldajoone pikkus (m)	370		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	7,2	7,05	6,7
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,20		
Kaldajoone liigendatus saartega	2,32	2,24	2,2
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,08		

3.8. Nigula järv

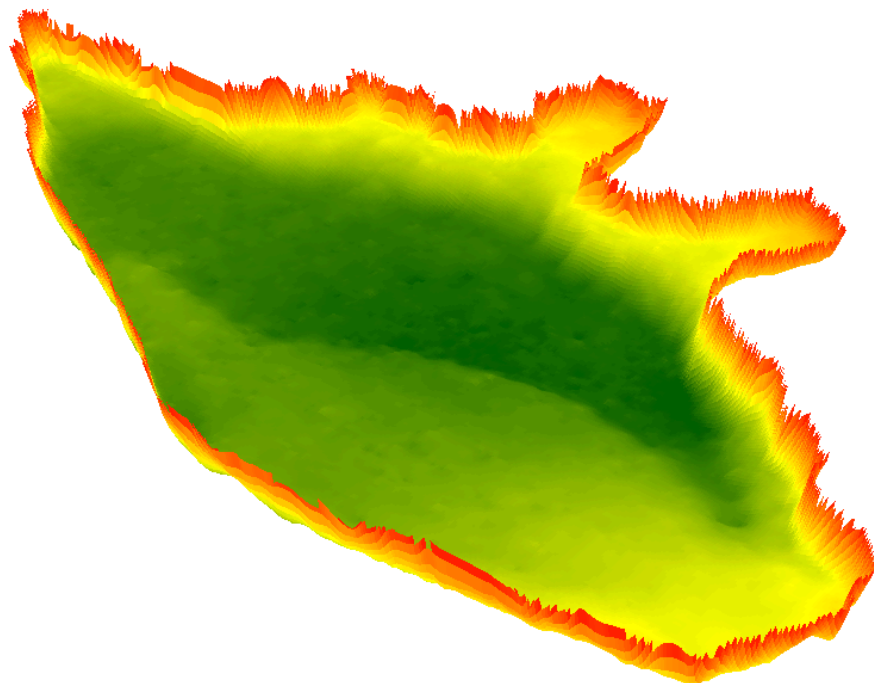
Välitööd viidi Nigula järvel läbi 07.11.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 18,1 kilomeetrit ja saadi kokku 53347 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.8.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 55,07 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks jäi 55,07 m ümp) põhjal 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. Nigula järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.8.2. Nigula järve sügavuskaart veetasemega 55,07 m ümp.



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

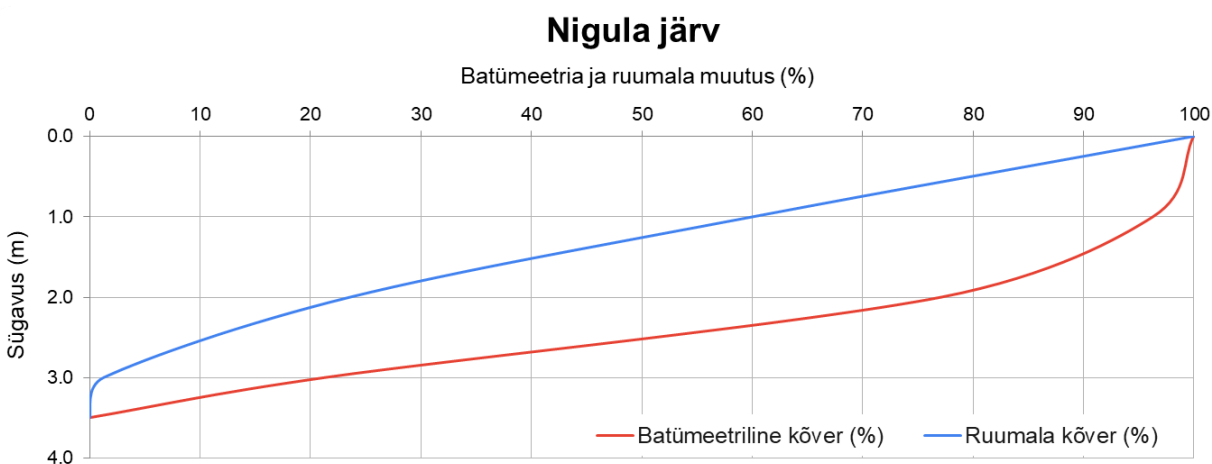
Nigula järv (20,5 ha) on selles töös kõige väiksem kaardistatud järv: pikkus 830 m ja laius 450 m (tabel 3.8.1). Kui järve läänekaldal kukub sügavus järsult siis põhjaosa ning idas paiknevad lahesopid on laugema põhjaga (joonis 3.8.2 ja 3.8.3). Suurimaks sügavuseks saadi veetaseme 55,07 m ümp juures 3,5 m. Nigula järve batümeetriline kõver iseloomustab kaldaäärse madalama ala suurt osakaalu. Ülemised kaks veekihti (0-1 ja 1-2 m) on suhteliselt sarnase pindala ja veemahuga (tabel 3.8.2; joonis 3.8.4).

Tabel 3.8.1. Nigula järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	55,07
Suurim pikkus (m)	830
Laine ajutee (m)	830
Suurim laius (m)	450
Veepeegli pindala (ha/km ²)	20,5/0,21
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	20,5/0,21
Suurim sügavus (m)	3,5
Keskmine sügavus (m)	2,5
Suhteline sügavus (%)	0,7
Maht (m ³)	500880
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	2,4
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	2,4
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,48
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,7

Tabel 3.8.2. Nigula järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	20,5	0,20	0–1	199933
1	19,6	0,20	1–2	182664
2	15,7	0,16	2–3	111787
3	4,3	0,04	>3	6500



Joonis 3.8.4. Nigula järve batümeetiline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Nigula järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.8.3). Tänapäeva ja 1964. a esitatud andmete vahel väga suuri erinevusi ei ole. 40 cm võrra väiksema suurima sügavuse erinevus on lihtne tulema. See võib sõltuda nii madalamast veetasemest mõõtmise ajal, kui ka meetodikate erinevusest (ka hõredamast mõõtmispunktide arvust), millest tulenevalt on varasemalt käsitsi mõõdetuna võibolla sügavaim punkt jäänud tabamata. Senini on sama väärtus (3,1 m) ka EELISe andmebaasis.

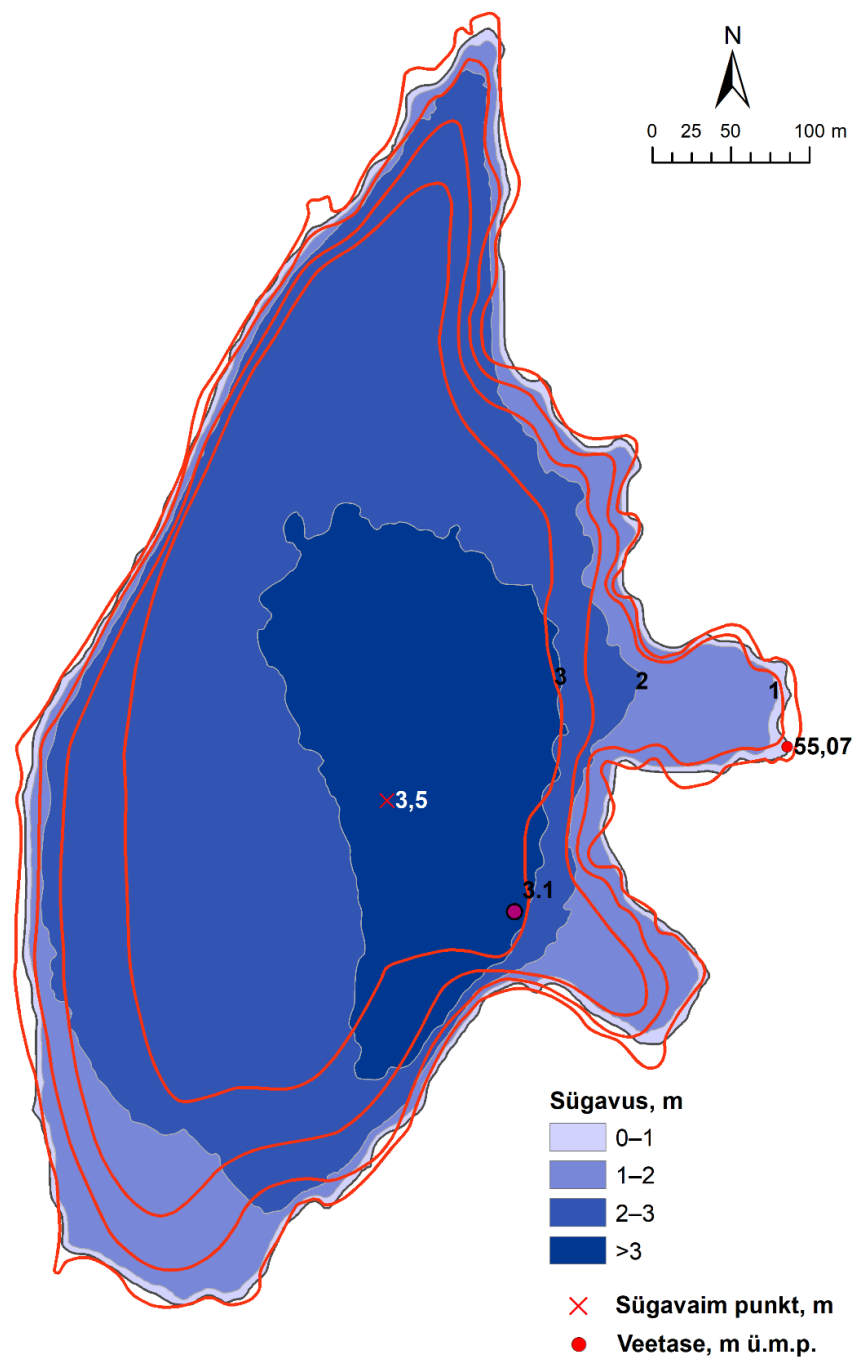
Tabel 3.8.3. Nigula järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 27.12.2023) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	55,07		
Suurim pikkus (m)	830	810	830
Laine ajutee (m)	830		
Suurim laius (m)	450	450	450
Veepeegli pindala (ha/km ²)	20,5/0,20	17,9/0,18	20,4/0,20
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	20,5/0.2		
Suurim sügavus (m)	3,5	3,1	3,1
Keskmine sügavus (m)	2,5	2,4	2,4
Suhteline sügavus (%)	0,7		
Maht (m ³)	500880		
Kaldajoone pikkus (km)	2,4	2,4	2,4
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	2,4	2,4	2,4
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,48	1,6	1,5
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,7		

Nigula järve kohta on meil kasutada 1950-1960ndatest aastatest pärit sügavuskaart (joonis 3.8.5; Lisa 8), mille oleme saanud EMÜ Limnoloogiakeskuse arhiivist. Kuna andmeid on kaardi kohta vähe, siis kasutame viitena antud juhul Võrtsjärve Limnoloogiajaam, 1950-1960ndad.

Kaartide võrdluses näeme (joonis 3.8.5), et suurima sügavuse asukoht paikneb teises kohas võrreldes siinse kaardistustöö käigus leituga. See võib olla ka põhjuseks, miks on selle näitaja väärtus 40 cm madalam kui nüüd saadud. Märkimisväärsim erinevus, mis välja tuua, on see, et kolmest meetrist sügavama ala pindala on märksa suurem kui nüüd saadud. Varasemat kaarti vaadeldes (Lisa 8), on näha, et valdavalt on selle ala mõõtmispunktide väärtuseks 3 m. Seega on küsimus vaid sentimeetrites (arvestame ka ümardamist) ja ala kujus võibki tekkida muutus. Siinkohal võib veel spekuloida, et u 50 aasta jooksul ongi mõningase setete ladestumise tagajärjel järvenõgu saanud teise ilme.

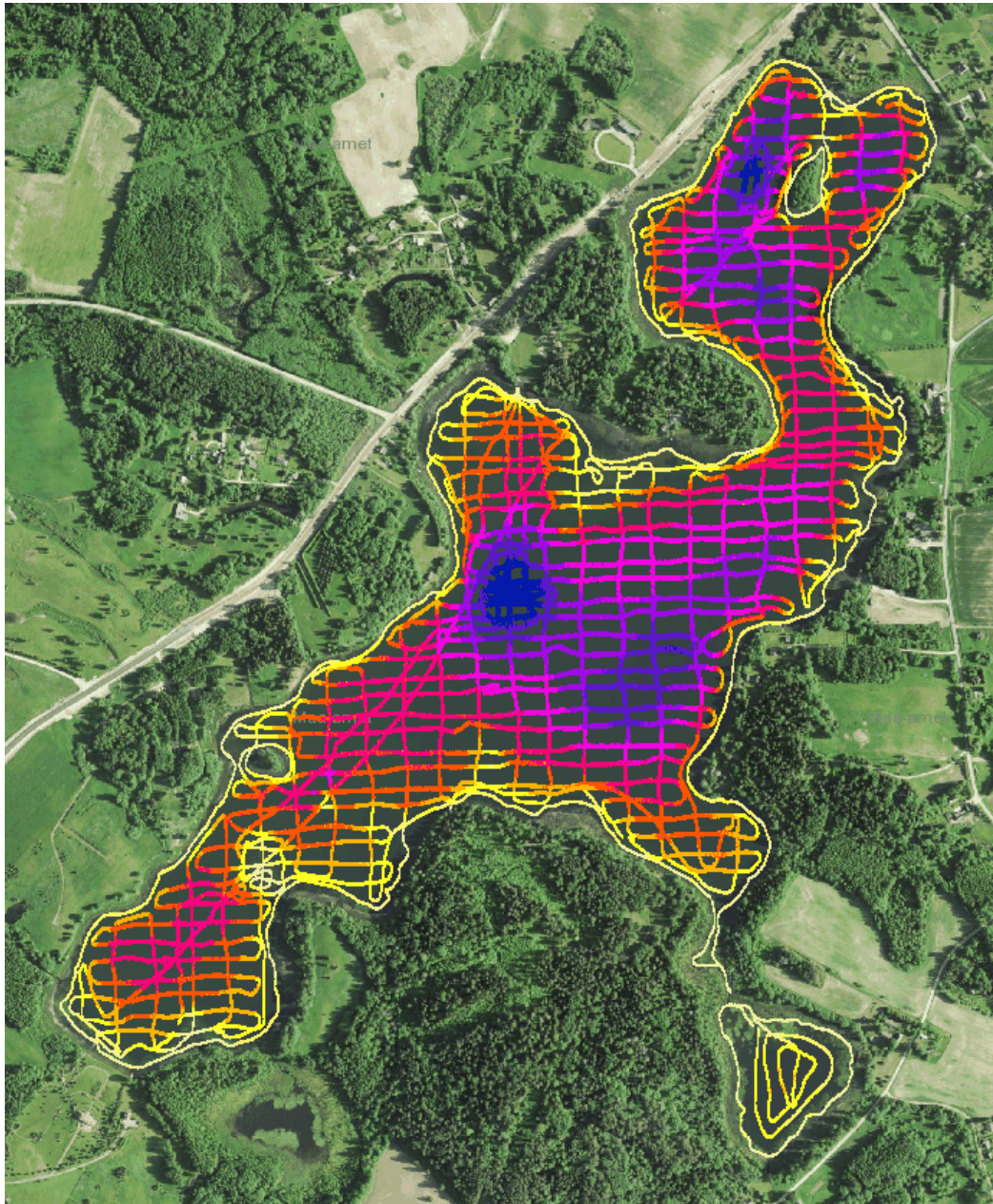
Nigula järv



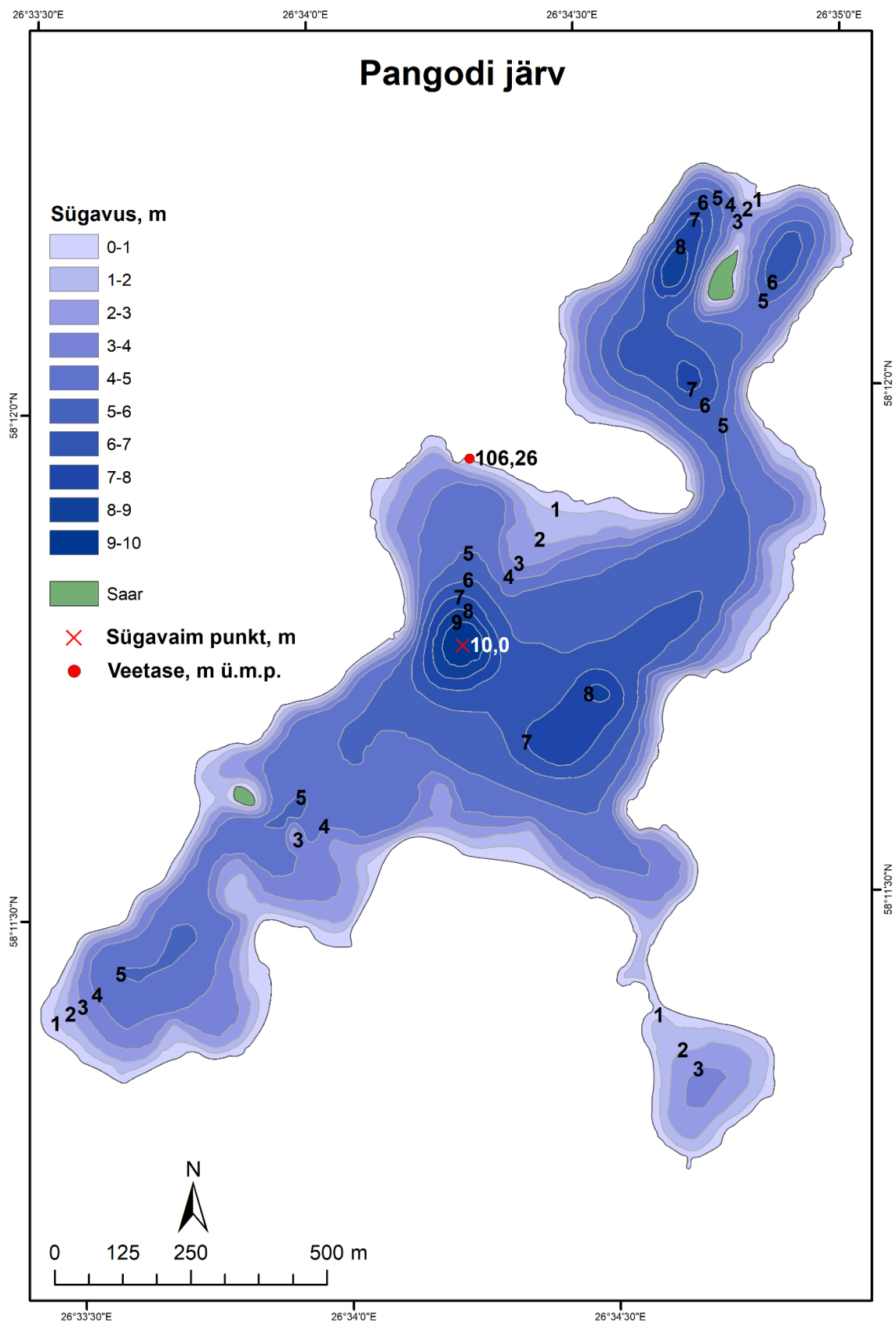
Joonis 3.8.5. Võrtsjärve Limnoloogiajaama 1950-1960ndate aastate Nigula järve kaardistustööde digitaliseeritud isojoonte (punased) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 3,1 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.9. Pangodi järv

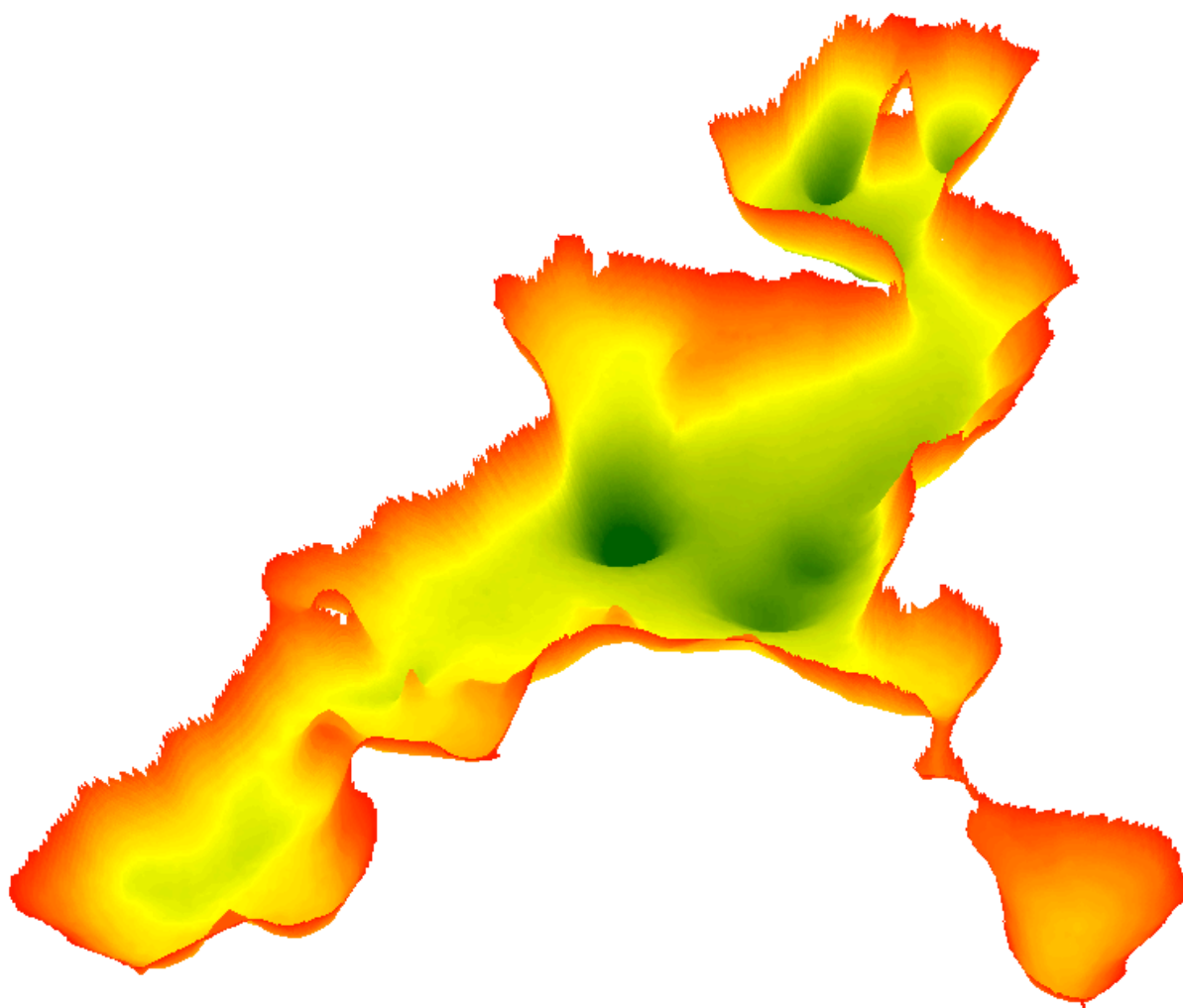
Välitööd viidi Pangodi järvel läbi 17.-18.05.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 55,1 kilomeetrit ja saadi kokku 130372 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.9.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 106,10 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 106,26 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. Pangodi järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane-lilla-sinine).



Joonis 3.9.2. Pangodi järve sügavuskaart veetasemega 106,26 m ümp.



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

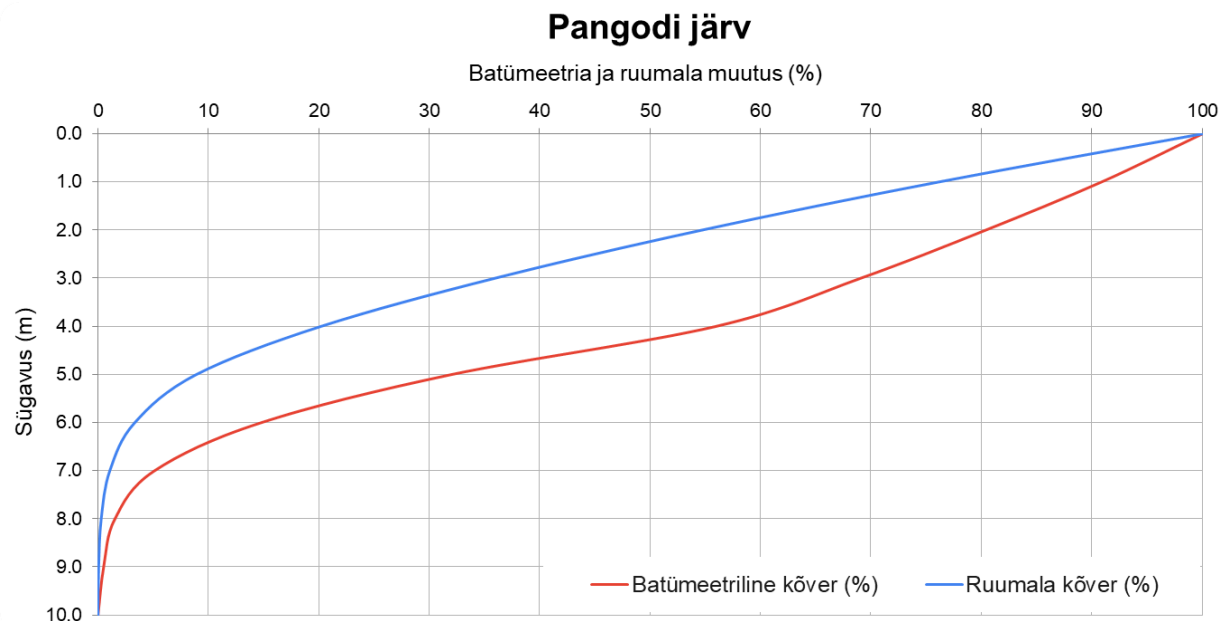
Pangodi järve (93,5 ha) üldine konfiguratsioon on keeruline: temas on mitmeid madalaid alasid, sügavikke, lahtesid, poolsaari ja kaks saart kogupindala 0,4 ha (joonis 3.9.2 ja 3.9.3). Keerukust ilmestab ka kogu kaldajoone liigendatuse väärtus: 2,41. Suurim sügavus on veetaseme 106,26 m ümp juures 10,0 m ning keskmine sügavus on 3,97 m (tabel 3.9.1). Batümeetriliselt kõveralt näeme, et see on suhteliselt lineaarne kuni seitsmenda sügavusmeetriini, mille järel on nii veekihtide pindalade muutus kui ka suurus märksa väiksem. Suurem osa järve veemahust (u 65%) jääb ülemise kolme meetri sisse (tabel 3.9.2; joonis 3.9.4).

Tabel 3.9.1. Pangodi järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	106,26
Suurim pikkus (m)	2100
Laine ajutee (m)	1750
Suurim laius (m)	730
Veepeegli pindala (ha/km ²)	93,1/0,93
Saarte pindala (ha/km ²)	0,4/0,004
Kogupindala (ha/km ²)	93,5/0,94
Suurim sügavus (m)	10,0
Keskmine sügavus (m)	3,97
Suhteline sügavus (%)	0,9
Maht (m ³)	3696900
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,9
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,4
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,3
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,31
Kaldajoone liigendatus saartega	2,41
Keskmine veerukalle (kraadi)	2,59

Tabel 3.9.2. Pangodi järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	93,1	0,93	0–1	883394
1	84,1	0,84	1–2	792703
2	74,4	0,74	2–3	693129
3	63,9	0,64	3–4	581930
4	51,7	0,52	4–5	417048
5	29,6	0,30	5–6	206121
6	13,6	0,4	6–7	83169
7	4,7	0,05	7–8	28686
8	1,4	0,01	8–9	8546
9	0,5	0,005	9–10	2132



Joonis 3.9.4. Pangodi järve batümeetiline ja ruumala kõver.

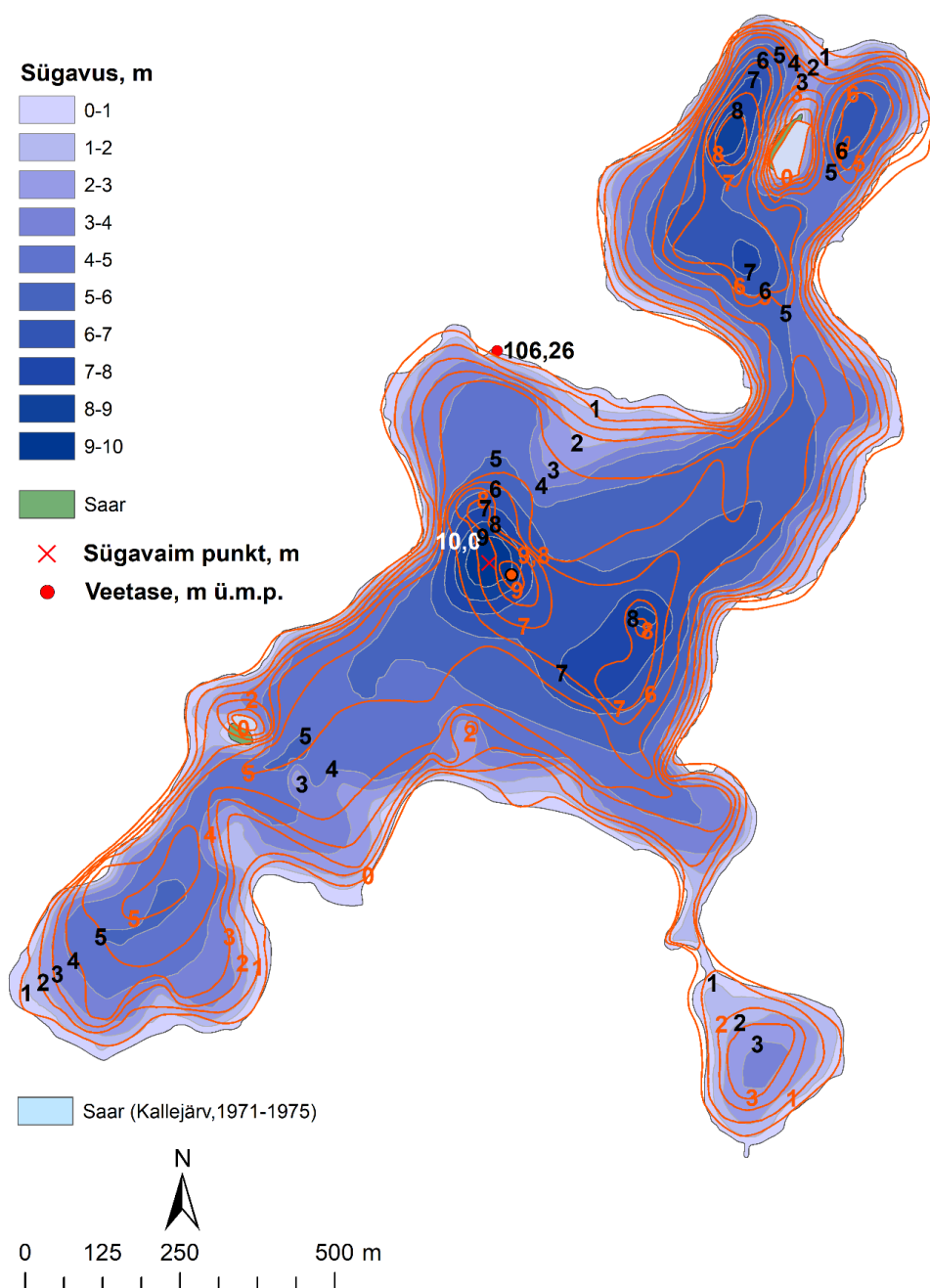
Varasemaid andmeid on Pangodi järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.9.3). Kui kõrvale vaadata ka Mäemetsa (1968) avaldatud Pangodi järve kontuuri (morfomeetrilised andmed on samad, mida kajastab Kask (1964)), siis selgub, et suurim muutus seisneb selles, et varasemalt oli järve osaks ka edelas paiknev Mudalaht, mille ühendus suure järvega on nüüdseks päris kinni kasvanud. Suurim sügavus on Kase andmeil lausa 11,1 m ja seda u 70 cm madalama veetaseme juures. Sama väärtus esineb ka EELISE andmebaasis (tabel 3.9.3). Järve veemaht on Kasel veidi vähem kui 800 000 m³ suurem kui meie töös saadud väärtus. Osaliselt on see seletatav nüüdseks järve piirest välja jäänud Mudalahe mahuga, mille suurim sügavus olevat olnud 3 m (Mäemets, 1968), kuid vahe on siiski päris suur. Lisaks olevat toonase mõõtmisaja veetase madalam, mille juures peaks ka maht olema väiksem.

Tabel 3.9.3. Pangodi järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 04.01.2024) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	106,26	105,4 (105,57 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2100	2100	2100
Laine ajutee (m)	1750		
Suurim laius (m)	730	720	730
Veepeegli pindala (ha/km ²)	93,1/0,93	115,0/1,15	93,3/0,93
Saarte pindala (ha/km ²)	0,4/0,004		0,4/0,004
Kogupindala (ha/km ²)	93,5/0,94		
Suurim sügavus (m)	10,0	11,1	11,1
Keskmine sügavus (m)	3,97	3,9	3,9
Suhteline sügavus (%)	0,9		
Maht (m ³)	3696900	4485000	
Kaldajoone pikkus (km)	7,9		
Saarte kaldajoone pikkus (m)	0,4		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	8,3	8,7	8,1
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,31		
Kaldajoone liigendatus saartega	2,41	2,29	2,4
Keskmine veerukalle (kraadi)	2,59		

Pangodi järve kohta on meil kasutada Kallejärve (1971-1975) 11.-12.06.1974 saadud andmeid kajastav batümeetiline kaart (joonis 3.9.6; Lisa 9). Kaart näeb välja suhteliselt sarnane meie mõõdistustega saadud kaardiga. Isojoonte kujus on muidugi erinevusi, kuid seda võib põhjustada ka erinev veetase, mille tunnistajaks võib olla suurima sügavuse 20 cm madalam väärtus. Kallejärv kasutas Pangodi järve mõõdistamiseks juba kajaloodi, kuid halsside sagedus oli kordades madalam kui meil, mis on ka üheks isojoonte erineva kuju põhjuseks.

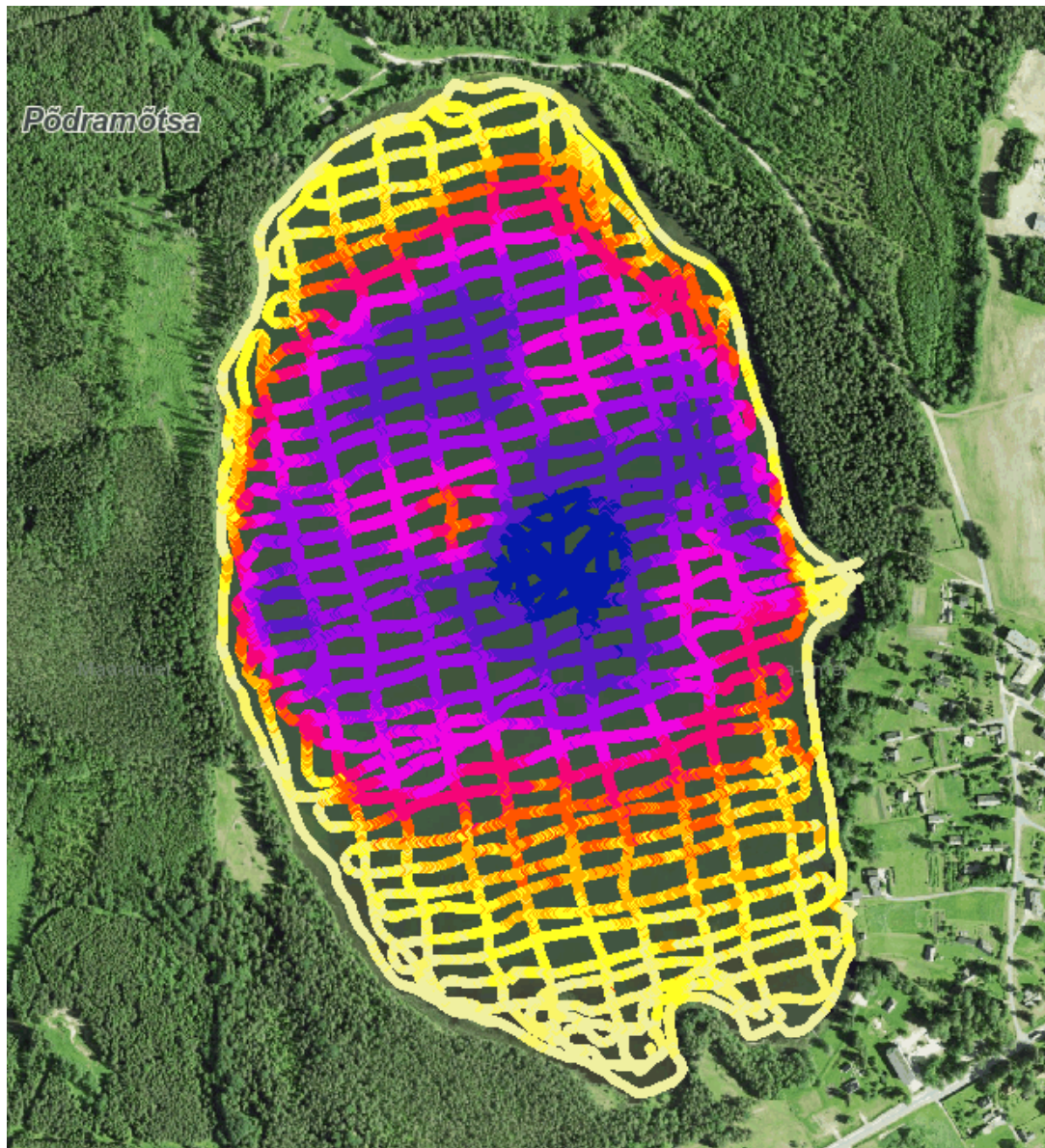
Pangodi järv



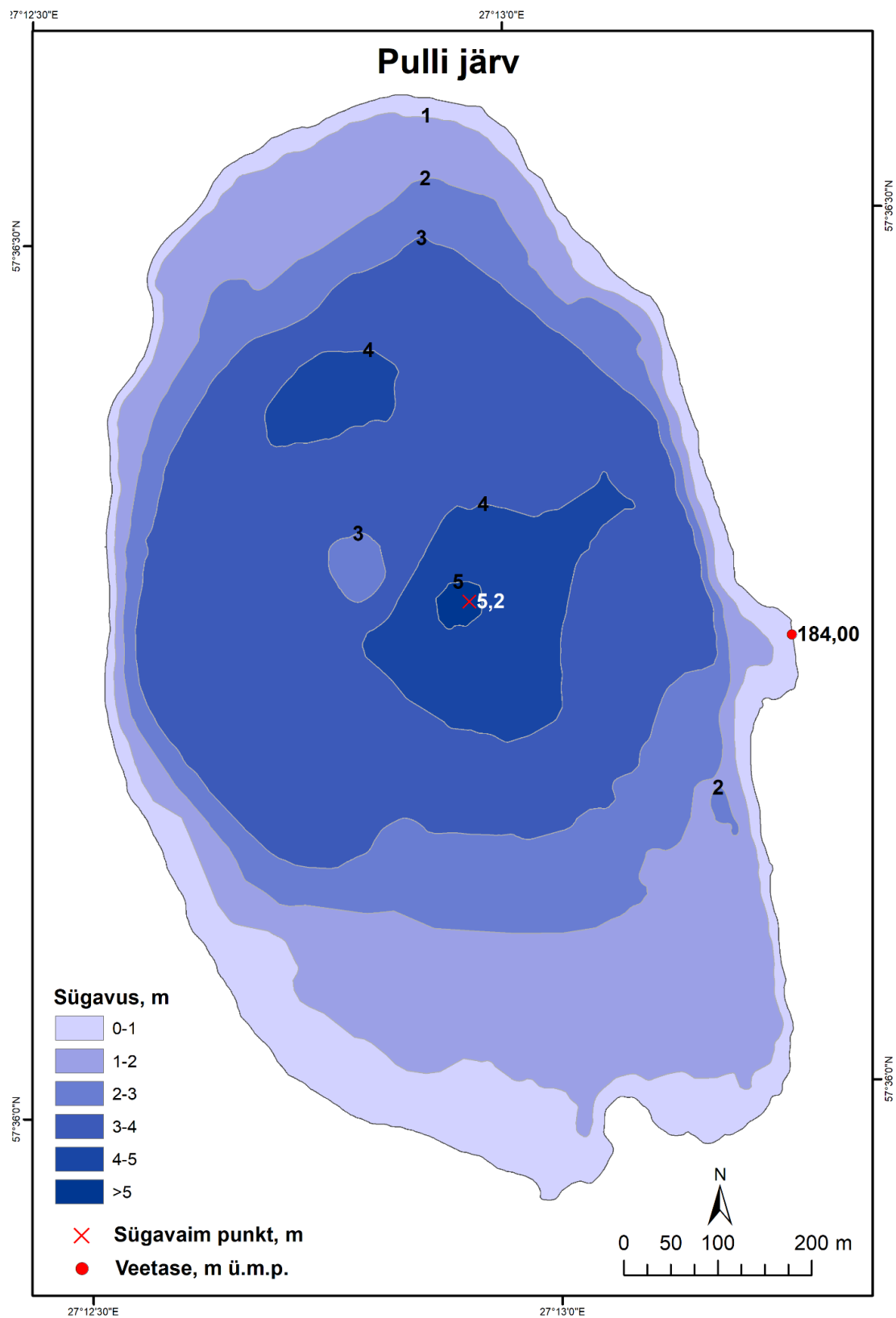
Joonis 3.9.6. Kallejärve (1971-1975) 11.-12.06.1974 kaardistatud Pangodi järve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 9,8 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.10. Pulli järv

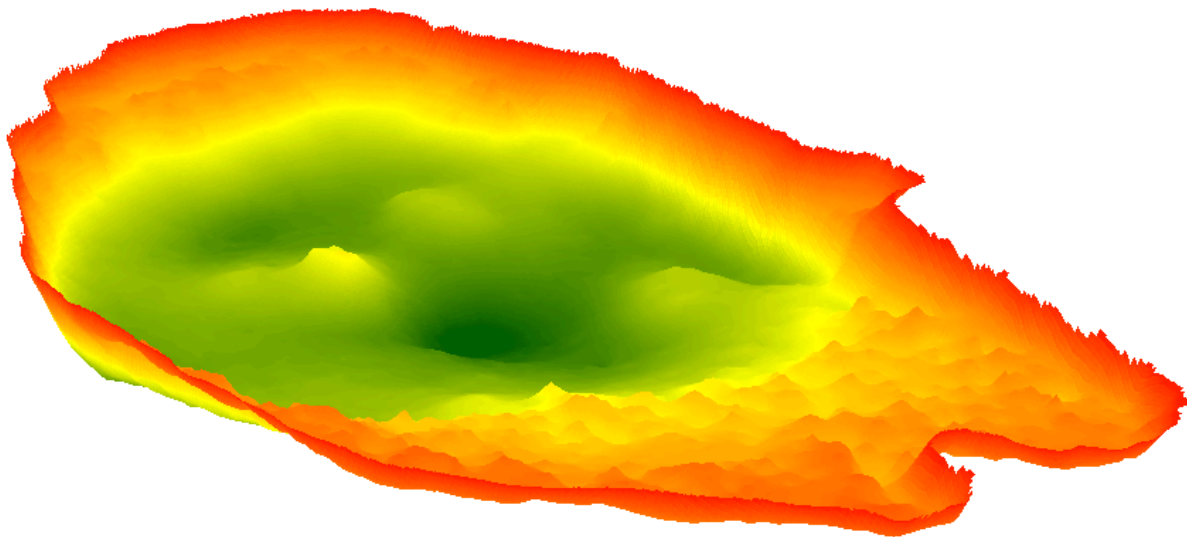
Välitööd viidi Pulli järvel läbi 10.-11.05.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 36,4 kilomeetrit ja saadi kokku 81473 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.10.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 183,97 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks 184,00 m ümp) põhjal interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonis 3.10.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.10.3).



Joonis 3.10.1. Pulli järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane-lilla-sinine).



Joonis 3.10.2. Pulli järve sügavuskaart veetasemega 184,00 m ümp.



Joonis 3.10.3. Pulli järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

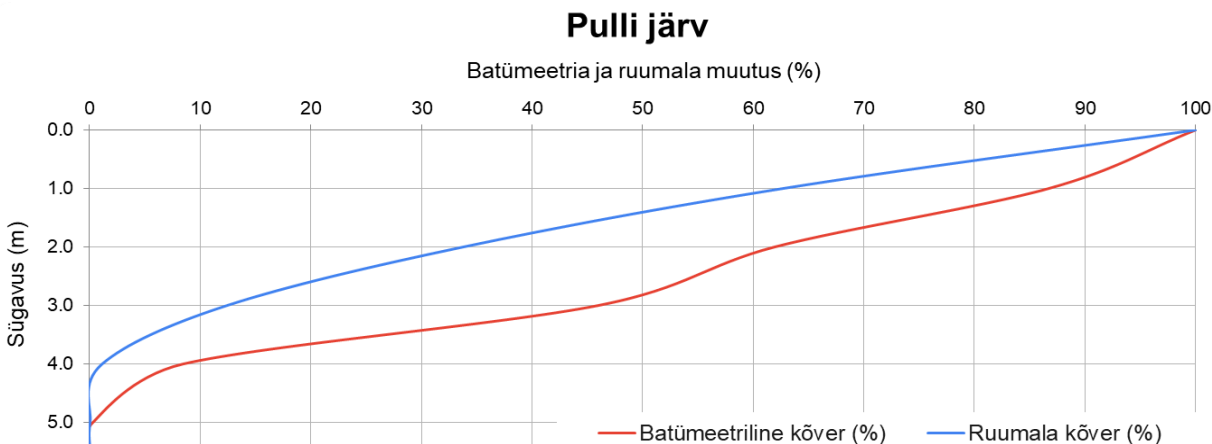
Pulli järv (63,7 ha) paikneb selles projektis mõõdistatud järvedest kõige kõrgemal: 184,00 m ümp. Järve iseloomustab ovaalne kuju, mille korrapära rikub enim idakalda väike laht ja lõunaosas olev poolsaar. Suurim ja ajutee pikkus on 1190 m ning laius 735 m (tabel 3.10.1). Suurimaks sügavuseks saadi 5,2 m ning keskmiseks 2,54 m. Kui järve ida- ja länekaldad on suhteliselt järsud siis põhja- ja lõunaosas on need lauged - eriti just viimasena mainitud ilmakaares, kus sügavama kui 2 m ala asub veepiirilt kuni 400 m kaugusel (joonis 3.10.2). 3D-mudeli joonist vaadeldes (joonis 3.10.3) võib järve põhjareljeefi iseloomustada nokamütsilaadse kujuga. Lõunaosa kuni 2 m sügavune piirkond on kaetud rohke veetaimestikuga, mille vahel on väga hõljuv muda. Pulli järve batümeetiline kõver on kergelt lainjas. Ülemine 1,5 m omab kogu järve veemahust u 50% (tabel 3.10.2; joonis 3.10.4).

Tabel 3.10.1. Pulli järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	184,00
Suurim pikkus (m)	1190
Laine ajutee (m)	1190
Suurim laius (m)	735
Veepeegli pindala (ha/km ²)	63,7/0,64
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	63,7/0,64
Suurim sügavus (m)	5,2
Keskmine sügavus (m)	2,54
Suhteline sügavus (%)	0,6
Maht (m ³)	1618814
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	3,3
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	3,3
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,16
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,16

Tabel 3.10.2. Pulli järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	63,7	0,64	0–1	604404
1	55,1	0,55	1–2	468168
2	39,3	0,39	2–3	345550
3	29,2	0,29	3–4	182930
4	5,4	0,05	4–5	17669
5	0,2	0,002	>5	93



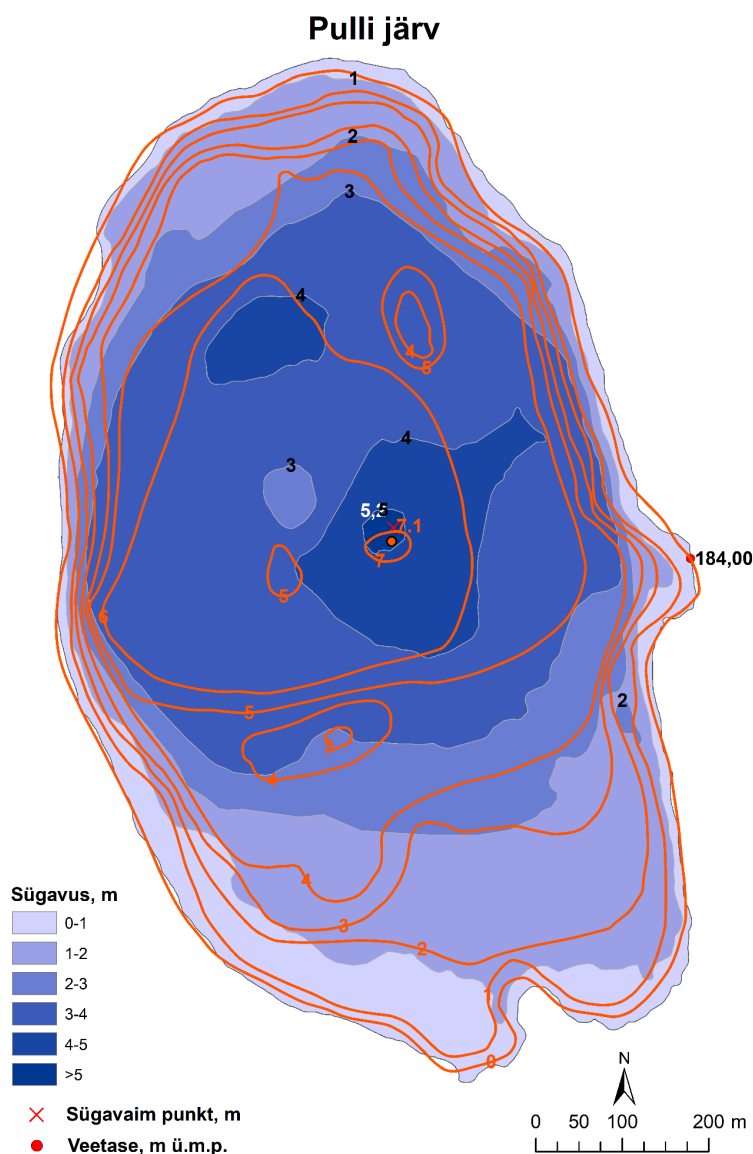
Joonis 3.10.4. Pulli järve batümeetiline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Pulli järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.10.3). Märkimisväärsim erinevus andmetes esineb suurima sügavuse väärtustes. Kase avaldatud väärtus on 1,9 m suurem kui meie saadud väärtus. Osalt võib seda põhjendada meie välitööde aegse madalama veetasemega, kuid tõenäoliselt on põhjuseks mõõtmismetoodikate erinevus. Kui me tegime endi mõõtmisi, siis võtsime ka kohapeal vaatlemiseks setteproove ja selle põhjal saab öelda, et sealne pindmine järvemuda on väga hõljuv. Sellest teadmisest tulenevalt arvame, et tõenäoliselt vajus 2,5 kg raskune mõõteseade mudasse ning nii saadigi suurem väärtus kui meil. Ka EELISe andmebaasis on Pulli järve suurimaks sügavuseks 7,1 m.

Tabel 3.10.3. Pulli järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 04.01.2024) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	184,00	184,6 (184,75 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	1190	1150	1180
Laine ajutee (m)	1190		
Suurim laius (m)	735	740	740
Veepeegli pindala (ha/km ²)	63,7/0,64	61,7/0,62	63,1/0,63
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	63,7/0,64		
Suurim sügavus (m)	5,2	7,1	7,1
Keskmine sügavus (m)	2,54		3,9
Suhteline sügavus (%)	0,6		
Maht (m ³)	1618814	2400000	
Kaldajoone pikkus (km)	3,3	3,2	3,2
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	3,3		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,16	1,13	1,1
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	1,16		

Pulli järve kohta on varasemalt sügavuskaardi avaldanud Uljas (1953) (joonis 3.10.5; Lisa 10). Ka Uljasel on suurimaks sügavuseks 7,1 m, mis asub samas kohas, kus meie leitud punkt. Kui võrrelda siinse projekti käigus saadud batümeetrilist kaarti Uljase omaga, siis on näha, et isojoonte kujudes esineb palju erinevusi. Lisaks on varasema kaardi põhjal olnud sügavuse suurenemine kaldast märksa järsem. Kas see on tunnistuseks settekihi paksenemisele? Kindel on see, et praegu on järve madalamad osad mitmel pool tiheda veetaimestikuga kaetud (vesikuusk), mille vahele koguneb samuti hõljuvat muda. Ja kui juba suurim sügavus oli 1,9 m suurem, siis on ka 5 m sügavamaid alasid Uljase kaardil rohkem kui nüüd saadud kaardil, kus 5 m ala jäi sügavaimaks ja väga väikseks: 0,2 ha (tabel 3.10.2).



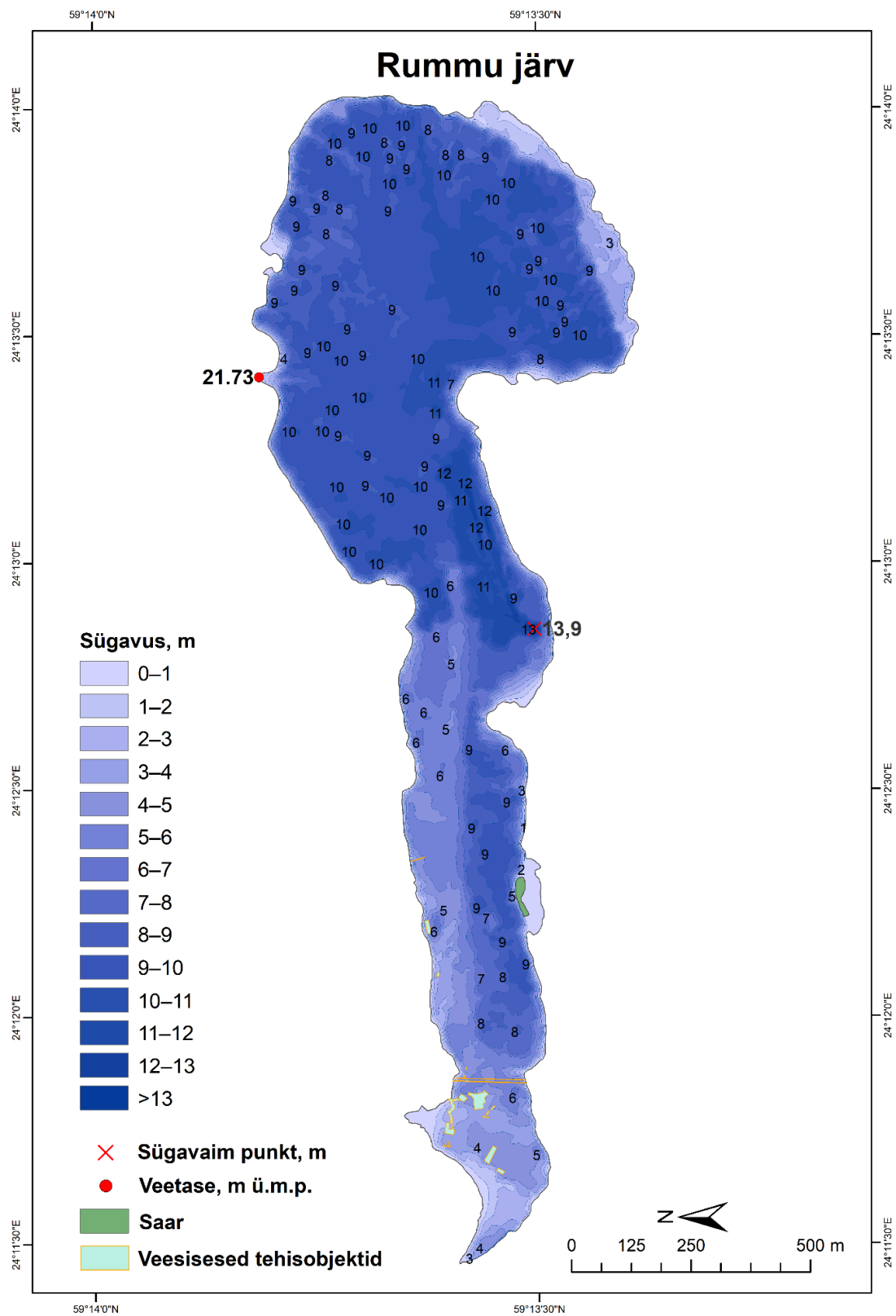
Joonis 3.10.5. Uljase (1953) Pulli järve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 7,1 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.11. Rummu järv

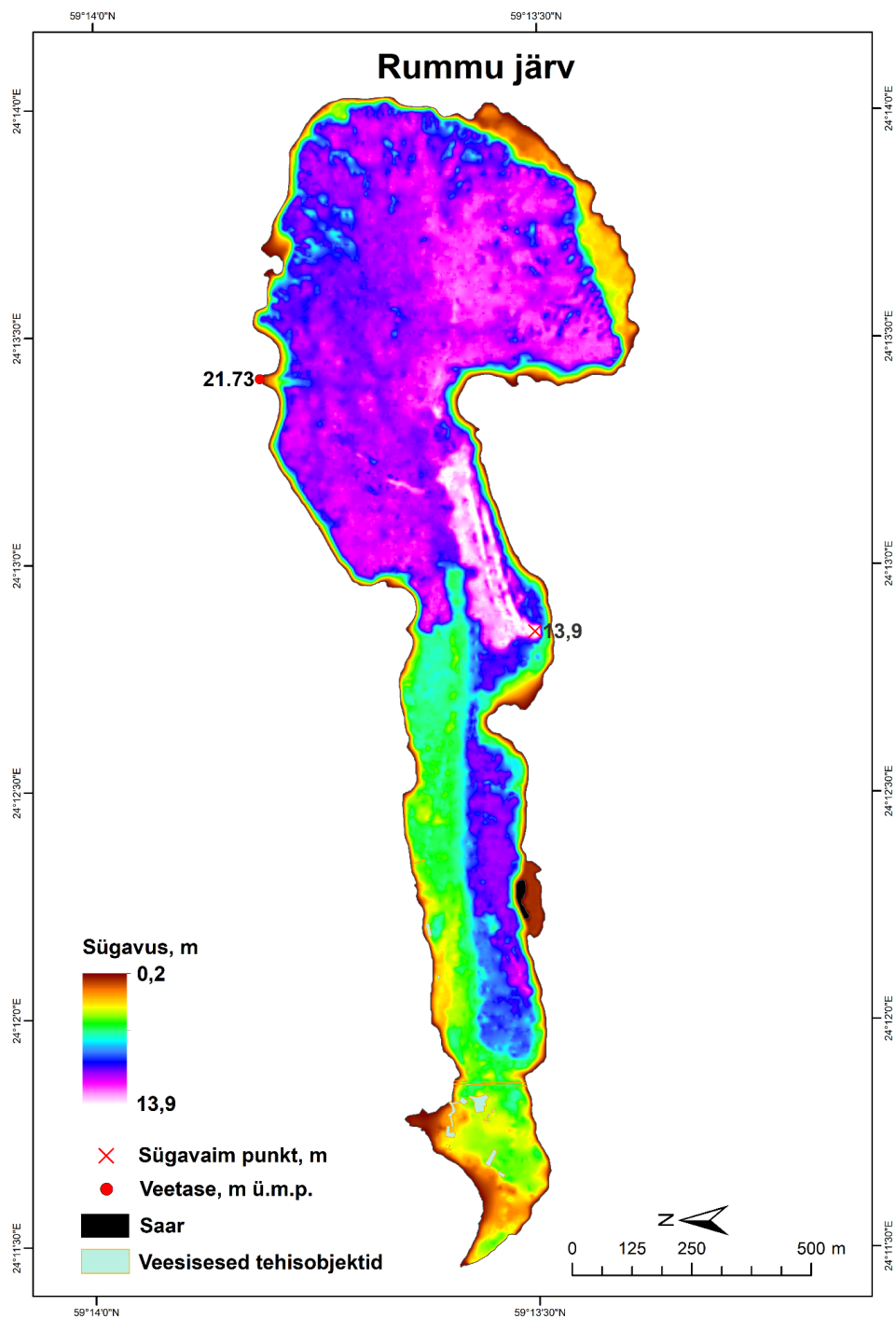
Välitööd viidi Rummu järvel läbi 20.-21.10.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 54,4 kilomeetrit ja saadi kokku 148607 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.11.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 21,46 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks 21,73 m ümp) põhjal interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonised 3.11.2 ja 3.11.3) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.11.4). Kuna Rummu järve põhi on väga mosaiikne, siis selleks, et saaks välja joonistada loetavat kaarti on isojoontega batümeetrilisel kaardil (joonis 3.11.2) mitmeid lühemaid samasügavusjooni ära kustutatud või kokku liidetud ja nõ silutud. Üldpilt on ka nii järve kohta õige, kuid täpsema ülevaate järve põhjast saab ehk joonise 3.11.3 abil, mis kajastab 1x1 m rasteri sügavusväärtusi ehk andmeid, millest joonistuvad välja algsed isojooned.



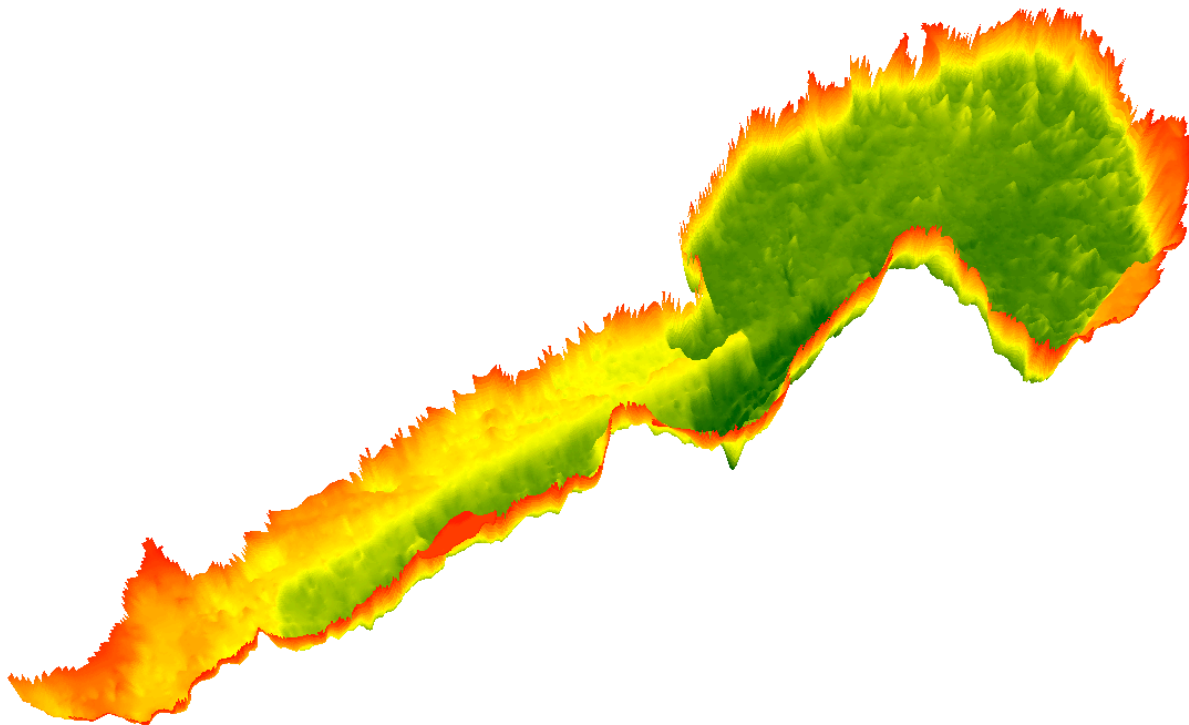
Joonis 3.11.1. Rummu järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värvi gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane).



Joonis 3.11.2. Rummu järve sügavuskaart veetasemega 21,73 m ümp.



Joonis 3.11.3. Rummu järve sügavuskaart esitatuna 1x1 m rasteritena (veetase 21,73 m ümp). Kasutatud on värvikirevat sümboloogiat, ilmetamaks järve väga ebatasast põhja.



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

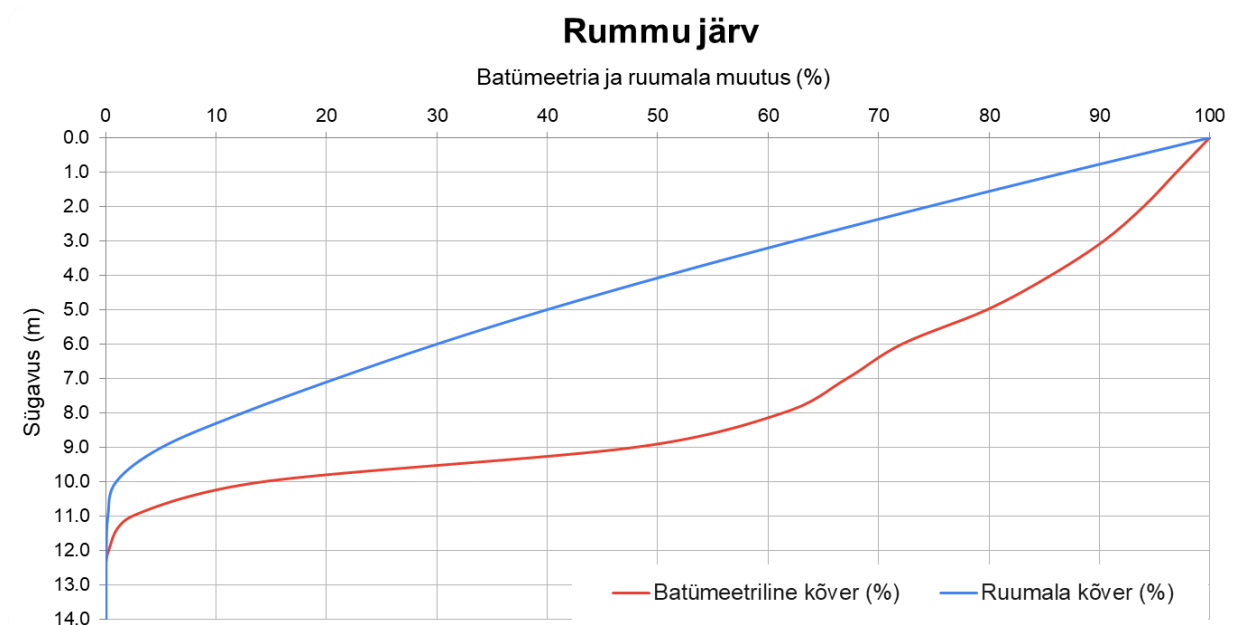
Rummu järve (86,9 ha) põhi on väga ebatasane (konarlik). Selle tegelikult ju tehisjärve põhi on selline nagu see kaevandusest maha jäi ja u 30 aastaga ei ole lubjakivi murdmise konarused veel setetega tasandunud. Järve põhjas leidub mitmeid rajatisi (endiseid hooneid ja müüre) aga ka autoromusid. Paiknevad need järve läänepoolsemas kitsamas osas (joonis 3.11.2). Idapoolsem osa järvest on laiem ja keskmiselt sügavam, kus mitmel pool ulatuvad sügavused üle 10 m. Sügavaim punkt (13,9 m) jääb umbes järve keskpaiga lõunakalda lähedale. Järves on üks väike saar pindalaga 0,1 ha. Oru veerud on kohati väga järsud, olles läänepoolse osa edelakaldas lausa püstloodis, kuid kogu järve keskmise väärtusena 6,08 kraadi. Rummu järve batümeetriselt kõveralt on näha, et kui kuni 8-9 m sügavusmahemikuni on pindalade vähenemine enam vähem lineaarne, siis seejärel toimub suhteliselt järsk veekihtide pindala suuruste vähenemine. Valdav osa järve veemahust jääb ülemise viie meetri sisse (tabel 3.11.2; joonis 3.11.5).

Tabel 3.11.1. Rummu järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	21,73
Suurim pikkus (m)	2450
Laine ajutee (m)	2430
Suurim laius (m)	800
Veepeegli pindala (ha/km ²)	86,8/0.87
Saarte pindala (ha/km ²)	0,1/0,001
Kogupindala (ha/km ²)	86,9/0.87
Suurim sügavus (m)	13,9
Keskmine sügavus (m)	7,58
Suhteline sügavus (%)	1,3
Maht (m ³)	6581500
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	6,9
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,2
Kogu kaldajoone pikkus (km)	7,1
Kaldajoone liigendatus saarteta	2,09
Kaldajoone liigendatus saartega	2,15
Keskmine veerukalle (kraadi)	6,08

Tabel 3.11.2. Rummu järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	86,8	0,87	0–1	852678
1	83,8	0,84	1–2	825715
2	81,2	0,81	2–3	797883
3	78,1	0,78	3–4	761365
4	74,0	0,74	4–5	715860
5	69,0	0,69	5–6	656894
6	62,3	0,62	6–7	598241
7	58,0	0,58	7–8	559097
8	53,0	0,53	8–9	483234
9	41,4	0,41	9–10	270998
10	12,3	0,12	10–11	49013
11	2,1	0,02	11–12	9550
12	0,2	0,002	12–13	937
13	0,02	0,0002	>13	58

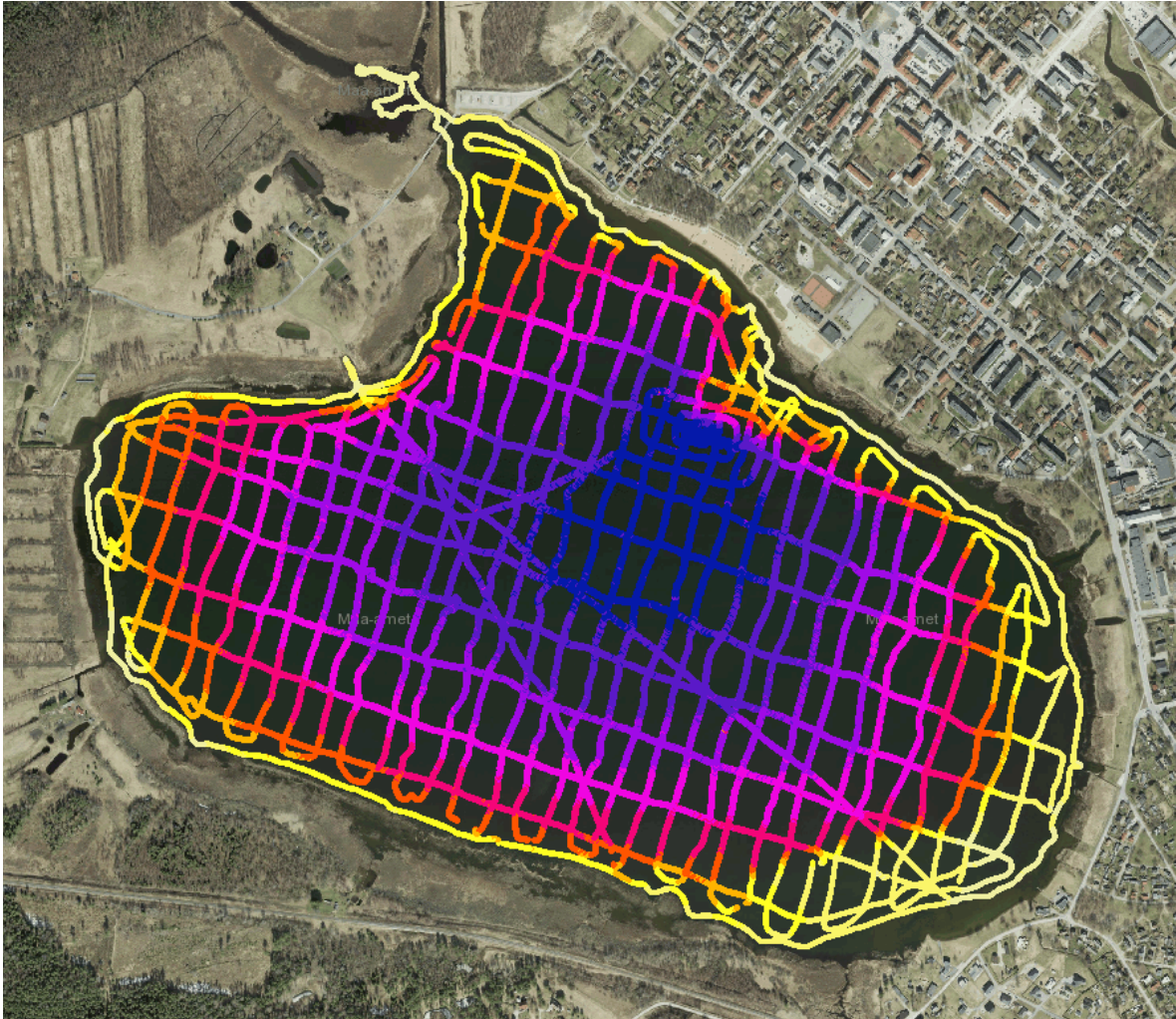


Joonis 3.11.5. Rummu järve batümeetiline ja ruumala kõver.

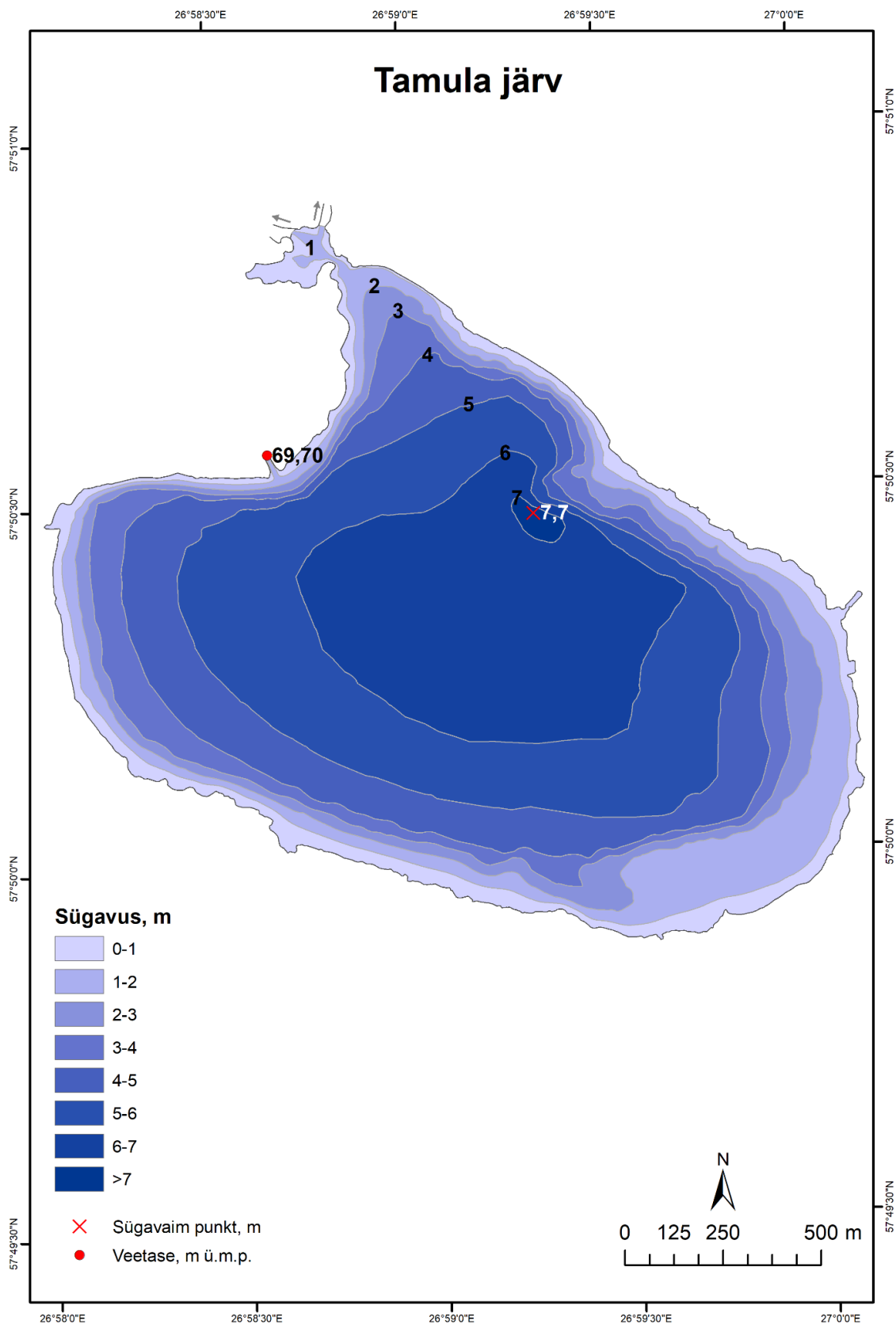
Kuna tegemist on väga noore järvega (u 30 a vana), siis ei ole selle kohta teadaolevat varasemat sügavuskaarti ja isegi EELISE andmebaasis on väärtusi esitatud napilt (seisuga 27.12.2023 puuduvad kõik sügavusega seotud väärtused).

3.12. Tamula järv

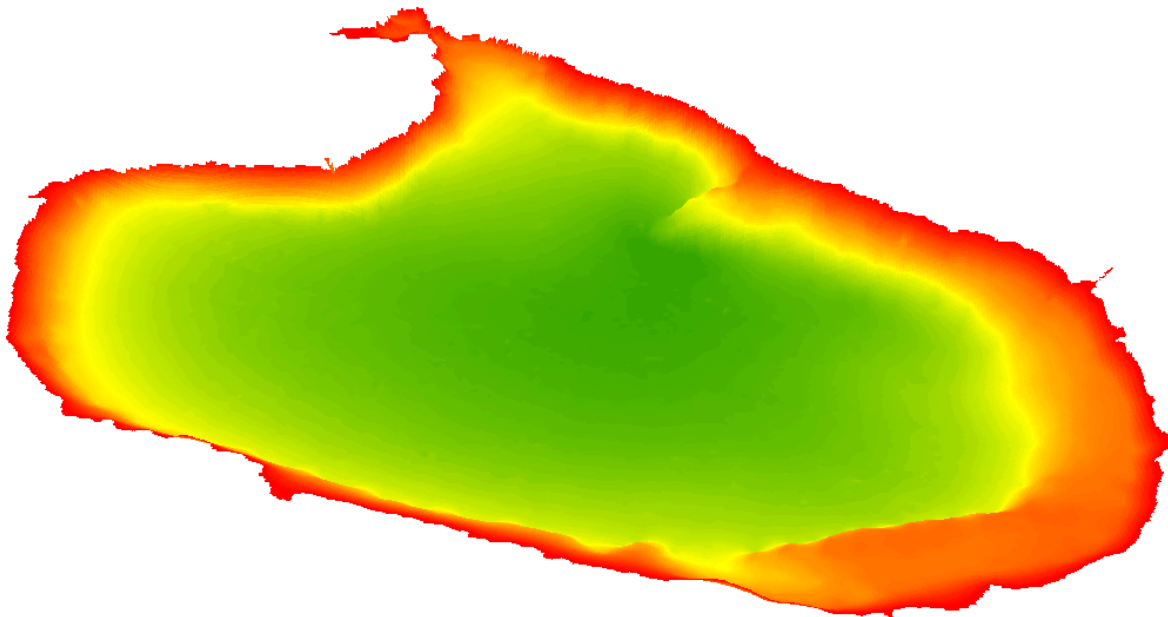
Välitööd viidi Tamula järvel läbi 09.-10.05.2023. Mõõdistamiste käigus läbiti 60,9 kilomeetrit ja saadi kokku 148456 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.12.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 69,12 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone põhjal (absoluutseks kõrguseks 69,70 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. Tamula järve sügavusmõõdistuste esialgsed töötlemata tulemused (värv gradient madalast sügavasse: kollane-oranž-punane-lilla-sinine).



Joonis 3.12.2. Tamula järve sügavuskaart veetasemega 69,70 m ümp.



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

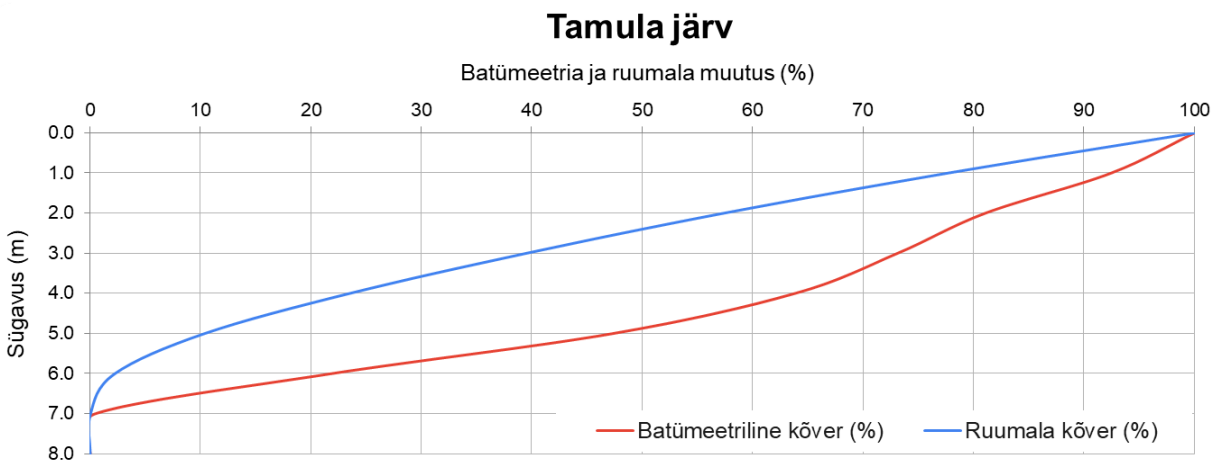
Tamula järv (217,6 ha) on hästi avatud tuultele, mida soosib tema pigem ovaalne kuju, milles on vaid loodes asuv üks suurem poolsaar (Roosisaar). Kujust tulenevalt on suurim ja ajutee pikkus võrdsed: 2170 m ning laius 1430 m (tabel 3.12.1). Järve suurim sügavus on veetaseme 69,70 m ümp juures 7,7 m ja keskmine sügavus on 4,27 m. Sügavaim punkt asub enam vähem Vabaduse tänava otsast veepiirilt umbes 250 m kaugusel. Tamula järve batümeetiline kõver on üsna lineaarne. Sügavama kui 7 m ala pindala on väike: 0,9 ha. Valdav osa järve veemahust jääb ülemise kolme meetri sisse (tabel 3.12.2; joonis 3.12.4).

Tabel 3.12.1. Tamula järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	69,70
Suurim pikkus (m)	2170
Laine ajutee (m)	2170
Suurim laius (m)	1430
Veepeegli pindala (ha/km ²)	217,6/2,18
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	217,6/2,18
Suurim sügavus (m)	7,7
Keskmine sügavus (m)	4,27
Suhteline sügavus (%)	0,5
Maht (m ³)	9284600
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	7,6
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	7,6
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,44
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,88

Tabel 3.12.2. Tamula järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	217,6	2,18	0–1	2074497
1	199,7	1,00	1–2	1885167
2	175,1	1,75	2–3	1661619
3	157,9	1,58	3–4	1485442
4	137,8	1,38	4–5	1219053
5	102,1	1,02	5–6	753397
6	47,0	0,47	6–7	203629
7	0,9	0,009	7–8	1818



Joonis 3.12.4. Tamula järve batümeetiline ja ruumala kõver.

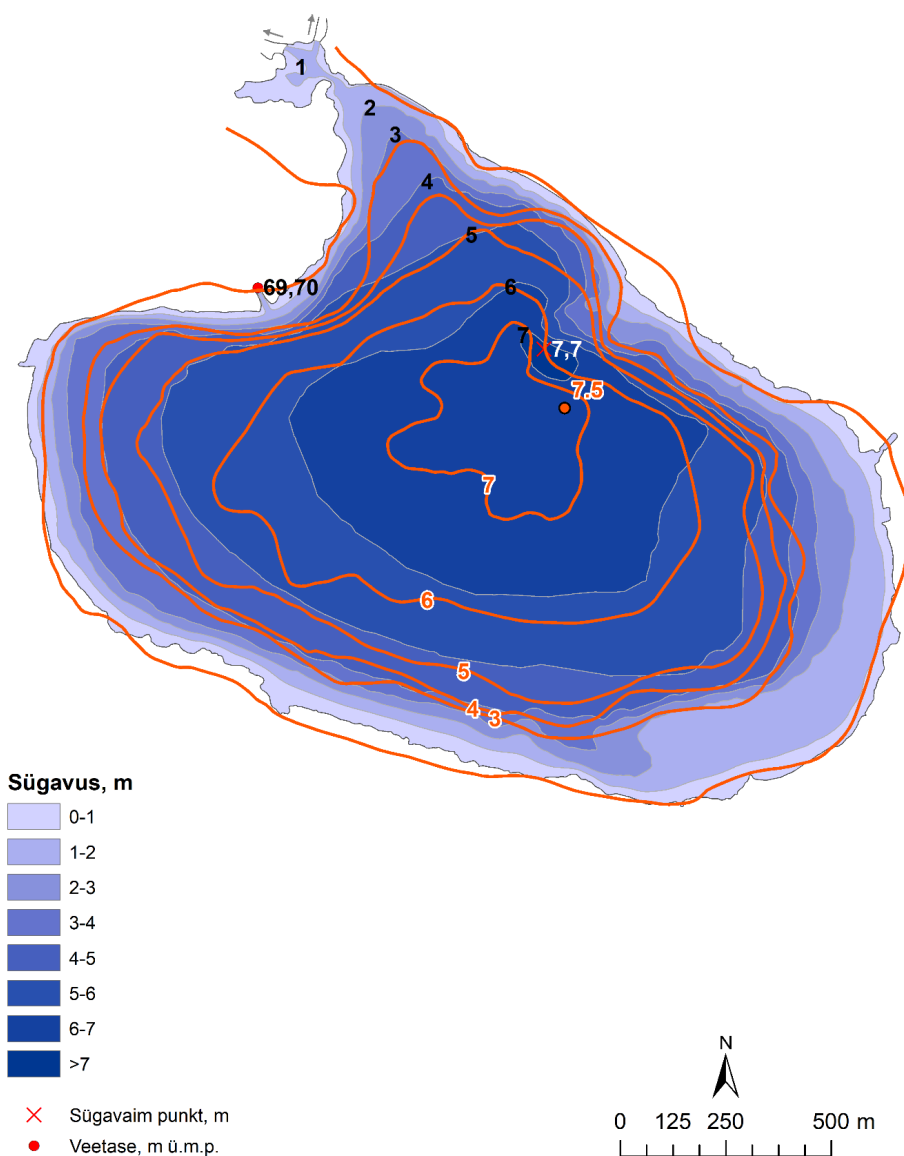
Varasemaid andmeid on Tamula järve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.12.3). Suuri erinevusi admete võrdluses silma ei hakka. Kasel on järve pindala u 14 ha suurem, mille põhjuseks võib olla aja jooksul muutunud kaldajoon. Näiteks Uljase (1953) Tamula järve kaardi järgi on väljavoolu ala olnud märksa laiem kui praegusel ajal.

Tabel 3.12.3. Tamula järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 04.01.2024) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	69,70	69,5 (69,66 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2170	2080	2190
Laine ajutee (m)	2170		
Suurim laius (m)	1430	1560	1560
Veepeegli pindala (ha/km ²)	217,6/2,18	231,3/2,31	217,5/2,18
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	217,6/2,18		
Suurim sügavus (m)	7,7	7,5	7,5
Keskmine sügavus (m)	4,27	4,2	4,2
Suhteline sügavus (%)	0,5		
Maht (m ³)	9284600	9714600	9715000
Kaldajoone pikkus (km)	7,6	7,0	7,4
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	7,6		
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,44	1,30	1,4
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,88		

Tamula järve kohta on meil kasutada Uljase (1953) batümeetriline kaart (joonis 3.12.5; Lisa 11). Suurim erinevus tema ja meie sügavuskaartide vahel esineb kaldajoone ning 6 ja 7 m isojoonte kulgemises. Kui vaadata Uljase mõõtmispunktide sügavusväärtusi (Lisa 11), siis näeme, et paljud 7 m alas olevad väärtused on 7,1 m. 10 cm erinevus on aga suhteliselt väike, mis võib tuleneda mõõtmisvahendi veast ja selle võimalikust settesse vajumisest. Kindlasti on aja jooksul paksenenud ka järvemuda kiht.

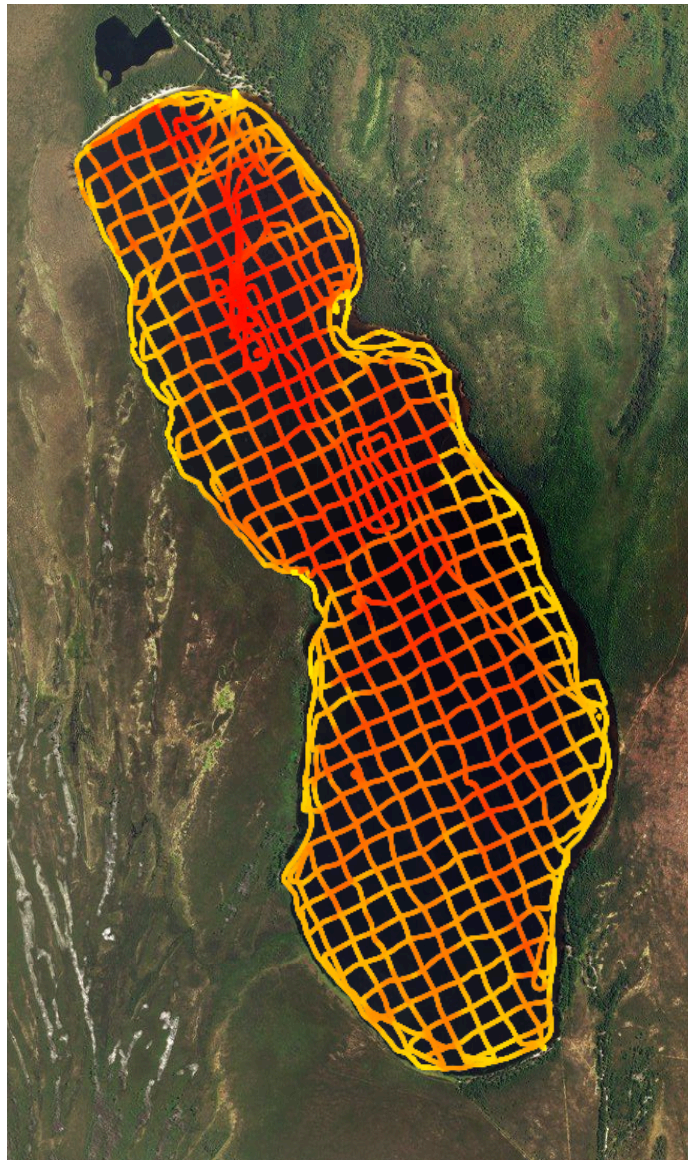
Tamula järv



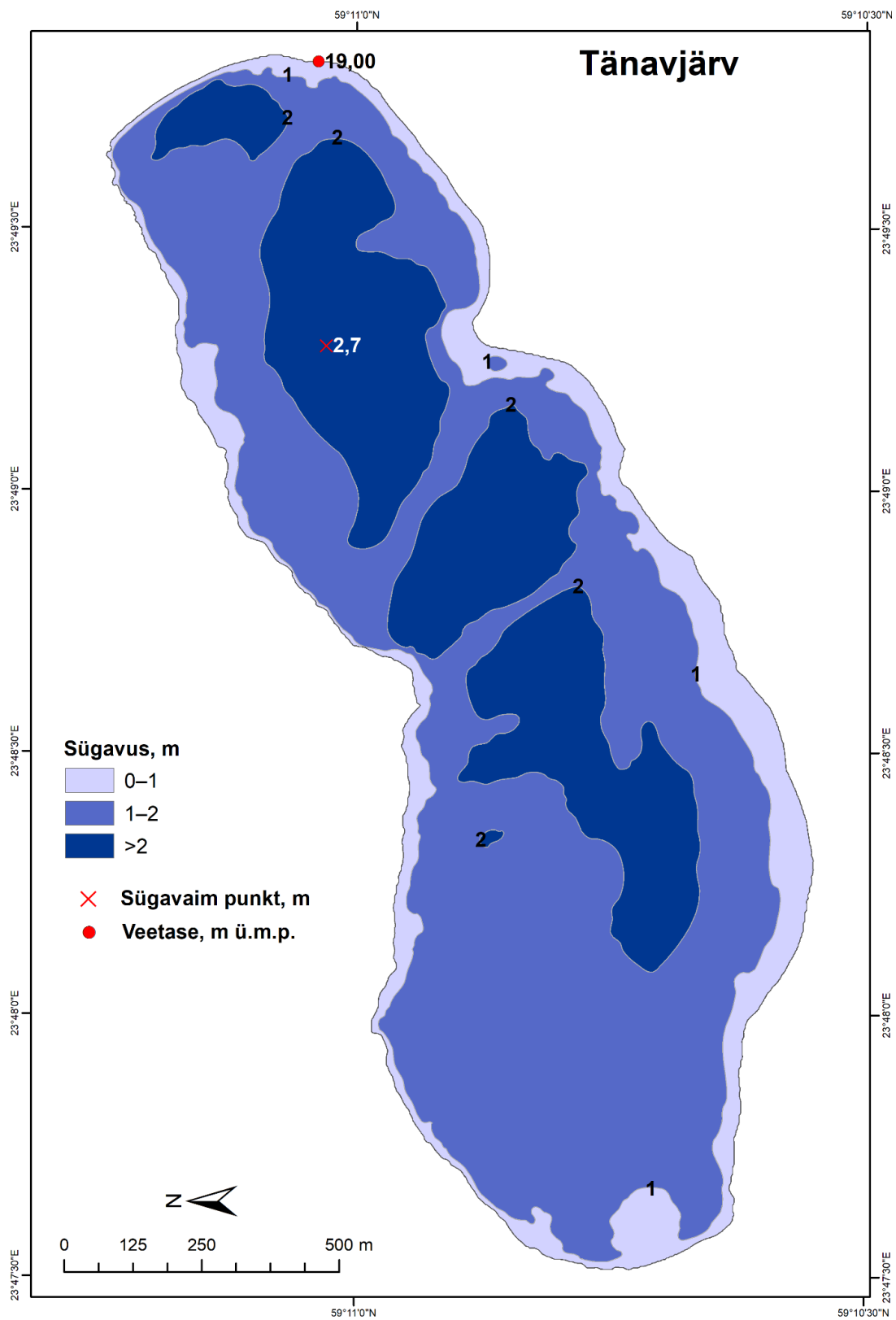
Joonis 3.12.5. Uljase (1953) Tamula järve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 7,5 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusesse pandud mõõtkava alusel.

3.13. Tänavjärv

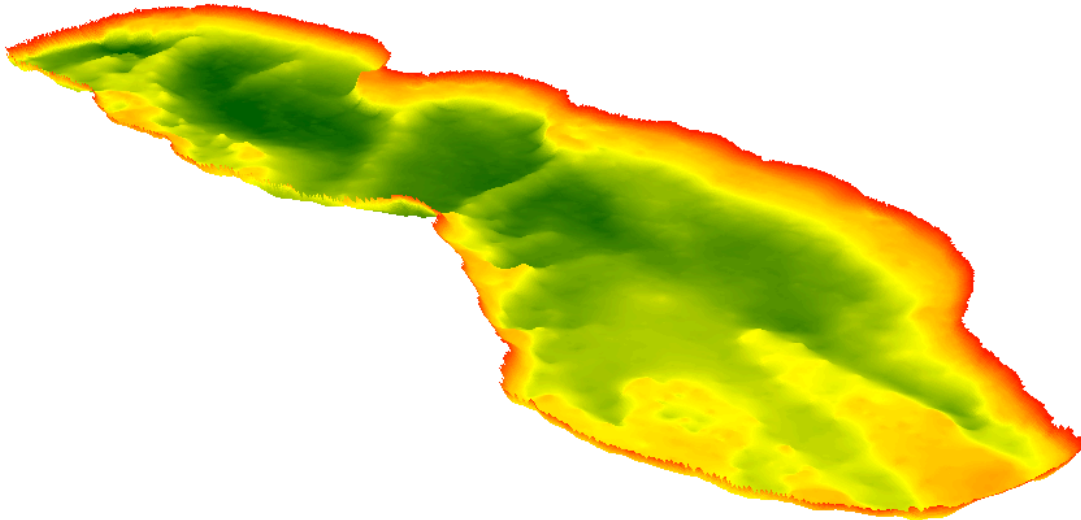
Välitööd viidi Tänavjärvel läbi 31.10.-01.11.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 56,2 kilomeetrit ja saadi kokku 152144 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.13.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 18,81 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks 19,00 m ümp) põhjal interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonised 3.13.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.13.3).



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



Joonis 3.13.2. Tānavjārvs sūgavuskaart veetasemega 19,00 m ümp.



Joonis 3.13.3. Tānavjārvs 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

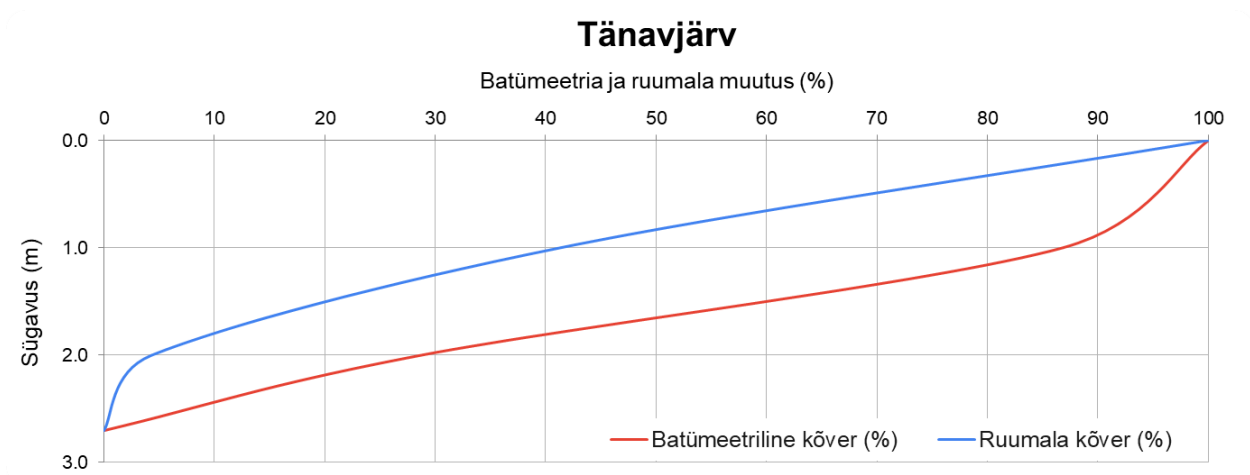
Tānavjārvs on madal: suurim sügavus 2,7 m ja keskmine 1,6 m. Tulenevalt suurest pindalast (138,6 ha) on ta tuultele hästi avatud, mida iseloomustab ka suhtelise sügavuse madal väärtus 0,2% (tabel 3.13.1). Tuultele avatust suurendab ka piklik kuju ja enam vähem edela-kagu suunaline asetus. Nii suurim pikkus kui ka ajutee pikkus on 2310 m. Järve põhi on suhteliselt tasane (joonis 3.13.2 ja 3.13.3), kuid järve läbivad mõned loode-kagu suunalised madalad künnised ja ka idaosas sukelduvad järve paar madalamat ala. Tānavjārvs batümeetriliselt kõveralt saab välja lugeda kaldaäärse ala kiiret sügavnemist. Valdav osa järve veemahust jääb ülemise esimese meetri sisse (tabel 3.13.2; joonis 3.13.4).

Tabel 3.13.1. Tānavjārvs morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	19,00
Suurim pikkus (m)	2310
Laine ajutee (m)	2310
Suurim laius (m)	840
Veepeegli pindala (ha/km ²)	138,6/1,39
Saarte pindala (ha/km ²)	-
Kogupindala (ha/km ²)	138,6/1,39
Suurim sügavus (m)	2,7
Keskmine sügavus (m)	1,6
Suhteline sügavus (%)	0,2
Maht (m ³)	2250900
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	5,9
Saarte kaldajoone pikkus (km)	-
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,9
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,42
Kaldajoone liigendatus saartega	-
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,67

Tabel 3.13.2. Tānavjārve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	138,6	1,39	0–1	1322034
1	120,0	1,20	1–2	832418
2	39,6	0,40	>2	96469



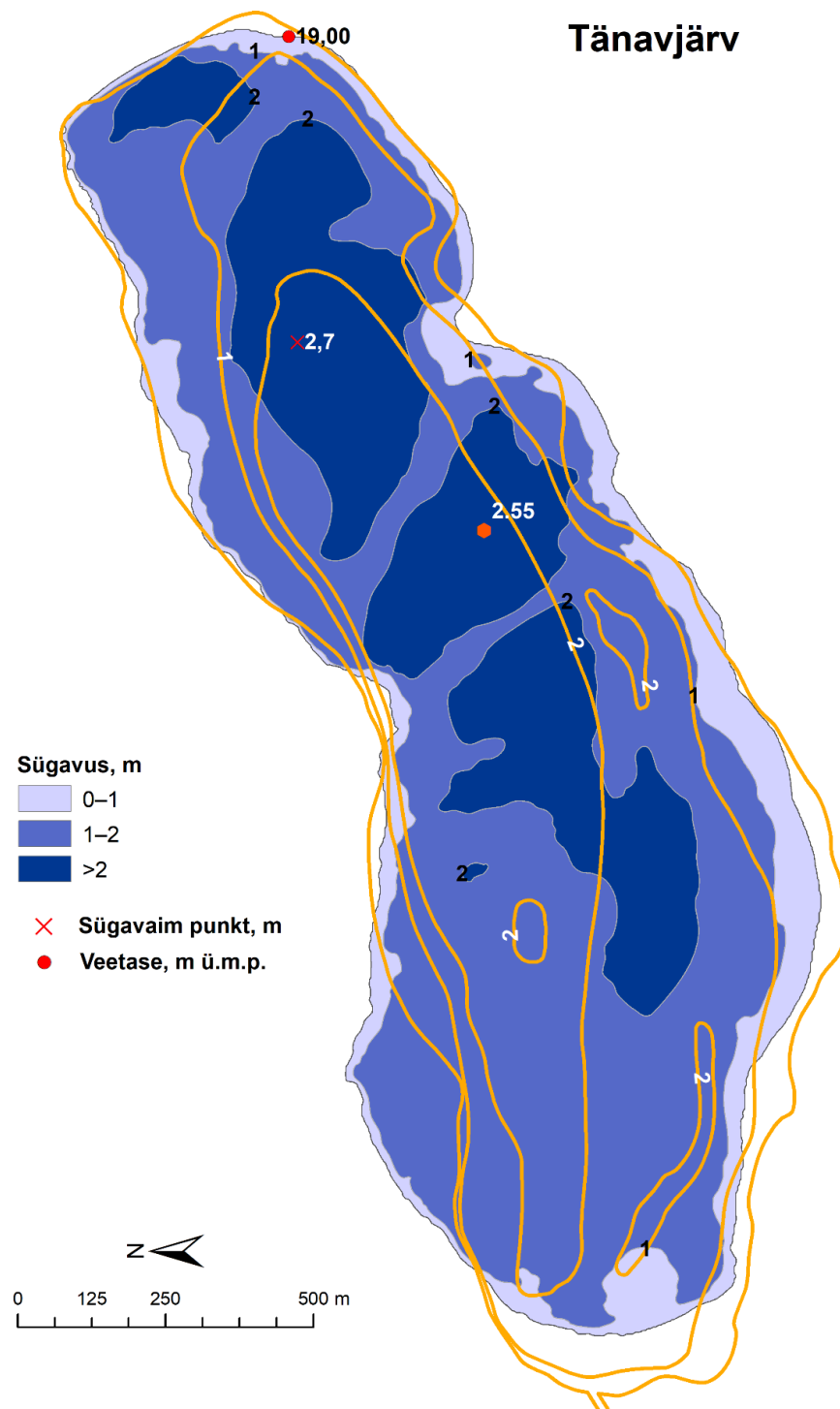
Joonis 3.13.4. Tānavjārve batümeetiline ja ruumala kõver.

Varasemaid andmeid on Tānavjārve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.13.3). Tänapäeva ja 1964. a esitatud andmete vahel väga suuri erinevusi ei ole. Kõik väärtused on vaid natukene erinevad. Kuigi nii pindala kui ka suurim sügavus on u 60 a tagasi olnud väiksemad kui siinse töö käigus saadud, siis järve maht on saadud suurem kui nüüd. EELISe andmebaasi suurim sügavus pärineb ka Kase (1964) andmetest.

Tabel 3.13.3. Tänavjärve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 29.12.2023) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	19,00	18,9 (19,13 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2310	2300	2310
Laine ajutee (m)	2310		
Suurim laius (m)	840	830	830
Veepeegli pindala (ha/km ²)	138,6/1,39	136,9/1,37	138,8/1,39
Saarte pindala (ha/km ²)	-		
Kogupindala (ha/km ²)	138,6/1,39		
Suurim sügavus (m)	2,7	2,5	2,5
Keskmine sügavus (m)	1,6		1,8
Suhteline sügavus (%)	0,2		
Maht (m ³)	2250900	2464000	
Kaldajoone pikkus (km)	5,9	5,75	5,98
Saarte kaldajoone pikkus (m)	-		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	5,9	5,75	5,98
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,42	1,38	1,4
Kaldajoone liigendatus saartega	-		
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,67		

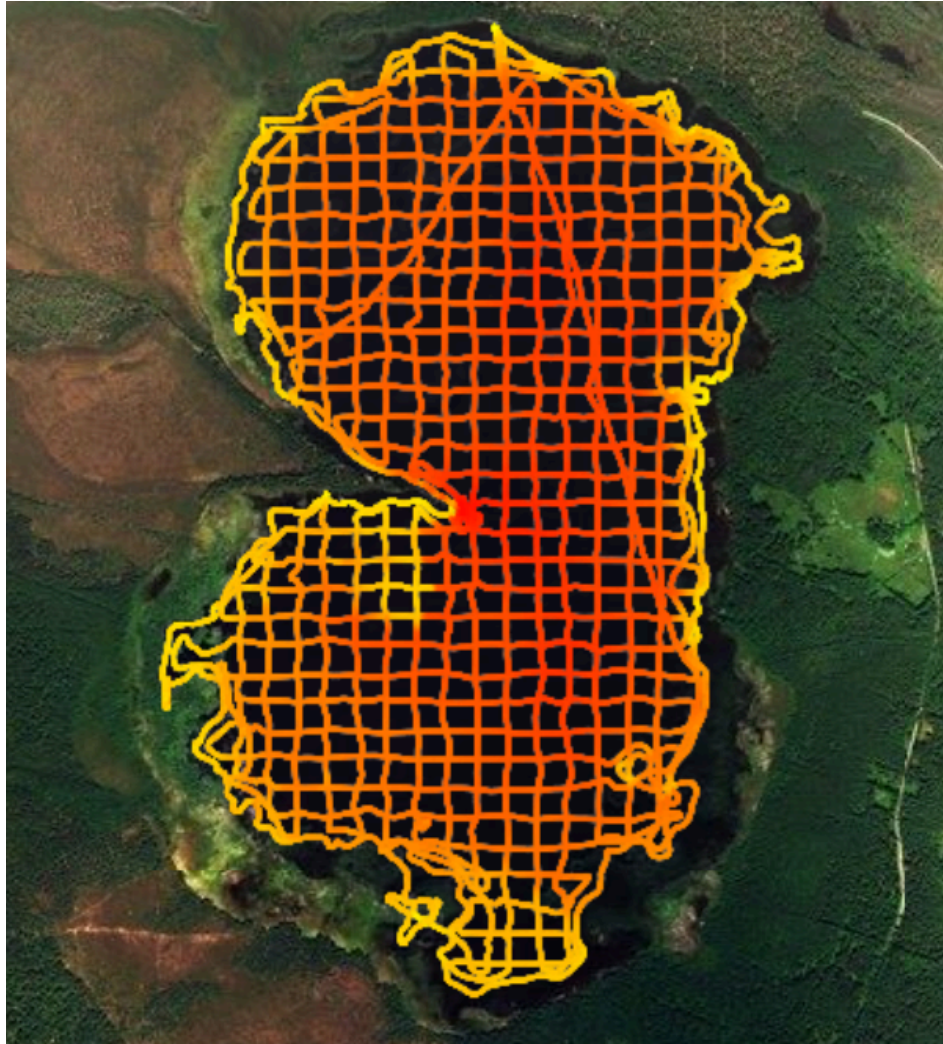
Tänavjärve kohta on meil kasutada Tartu Ülikooli geograafia kateedri üliõpilase Rita Valmeti diplomitööst (Valmet, 1954) saadud kaart (Lisa 12). Käesoleva ja Valmeti kaardi võrdluses (joonis 3.13.5) on näha, et varasema kaardi kaldajoon ei vasta õigele kujule. See tuleneb tõenäoliselt tookord kasutada saanud aluskaartide kvaliteedist, mitte aga ajas toimunud muutusest. Ka teised isojooned omavad märksa teistsugust kuju. Ei julge väita, et erinevuste põhjuseks on aja jooksul toimunud settimine, vaid pigem on seletuseks erinev mõõtmismetoodika: raskusega mõõtmised vs sonar; mõõtmissihtide sageduse erinevus.



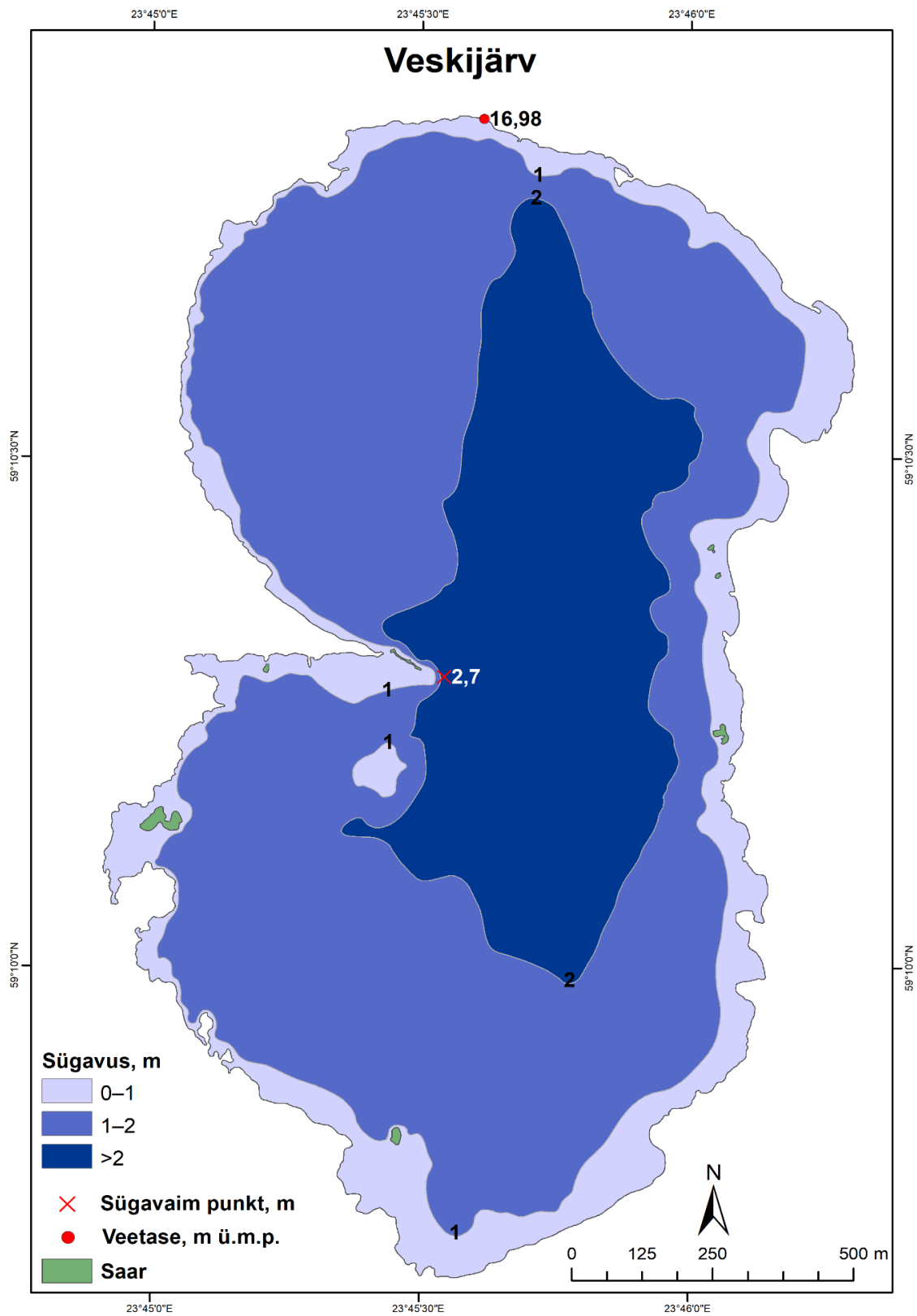
Joonis 3.13.5. Valmeti (1954) Tänavjärve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 2,55 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.14. Veskijärv

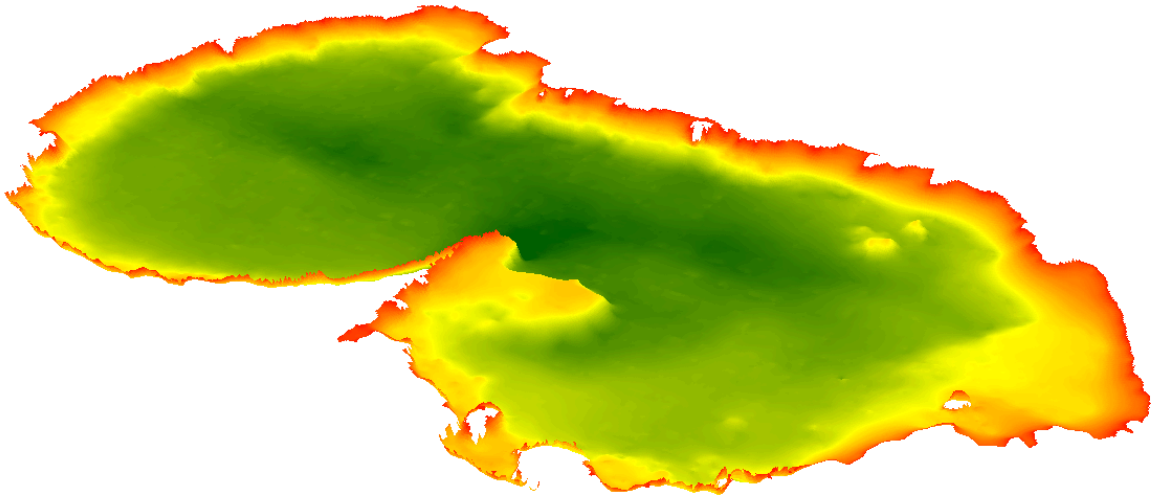
Välitööd viidi Veskijärvel läbi 01.-03.11.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 66,0 kilomeetrit ja saadi kokku 188713 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.14.1). Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 16,72 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks 16,98 m ümp) põhjal interpoleeriti järve batümeetriline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetriline kaart (joonised 3.14.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.14.3).



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



Joonis 3.14.2. Vesikijärve sügavuskaart veetasemega 16,98 m ümp.



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

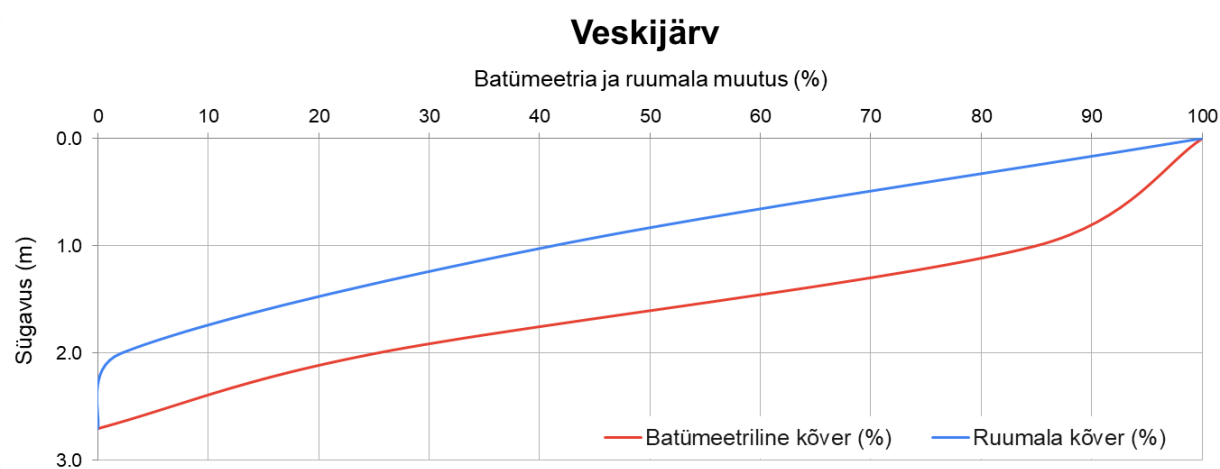
Vesikijärv on madal: suurim sügavus 2,7 m ja keskmine 1,6 m. Tulenevalt suurest pindalast (183,9 ha) on ta tuultele hästi avatud, mida iseloomustab ka suhtelise sügavuse madal väärtus 0,2% (tabel 3.14.1). Tuultele avatust iseloomustab ka pikk ajutee olemasolu oma 2120 meetriga. Järve kaldale lähemad alad on mitmel pool ulatuslikult madalad, st kuni 1 m sügavad ja seal leidub ka mitmeid väikseid saari kogupindalaga 0,3 ha (joonis 3.14.2 ja 3.14.3). Vesikijärve batümeetriselt kõveralt saab välja lugeda kaldaäärse ala kiiret sügavnemist (tabel 3.14.2; joonis 3.14.4).

Tabel 3.14.1. Vesikijärve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	16,98
Suurim pikkus (m)	2120
Laine ajutee (m)	2120
Suurim laius (m)	1190
Veepeegli pindala (ha/km ²)	183,6/1,84
Saarte pindala (ha/km ²)	0,3/0,003
Kogupindala (ha/km ²)	183,9/1,84
Suurim sügavus (m)	2,7
Keskmine sügavus (m)	1,6
Suhteline sügavus (%)	0,2
Maht (m ³)	2923500
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	8,4
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,7
Kogu kaldajoone pikkus (km)	9,1
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,75
Kaldajoone liigendatus saartega	1,89
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,46

Tabel 3.14.2. Veskijärve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	183,6	1,84	0–1	1719604
1	155,4	1,55	1–2	1142041
2	46,0	0,46	>2	61875



Joonis 3.14.4. Veskijärve batümeetiline ja ruumala kõver.

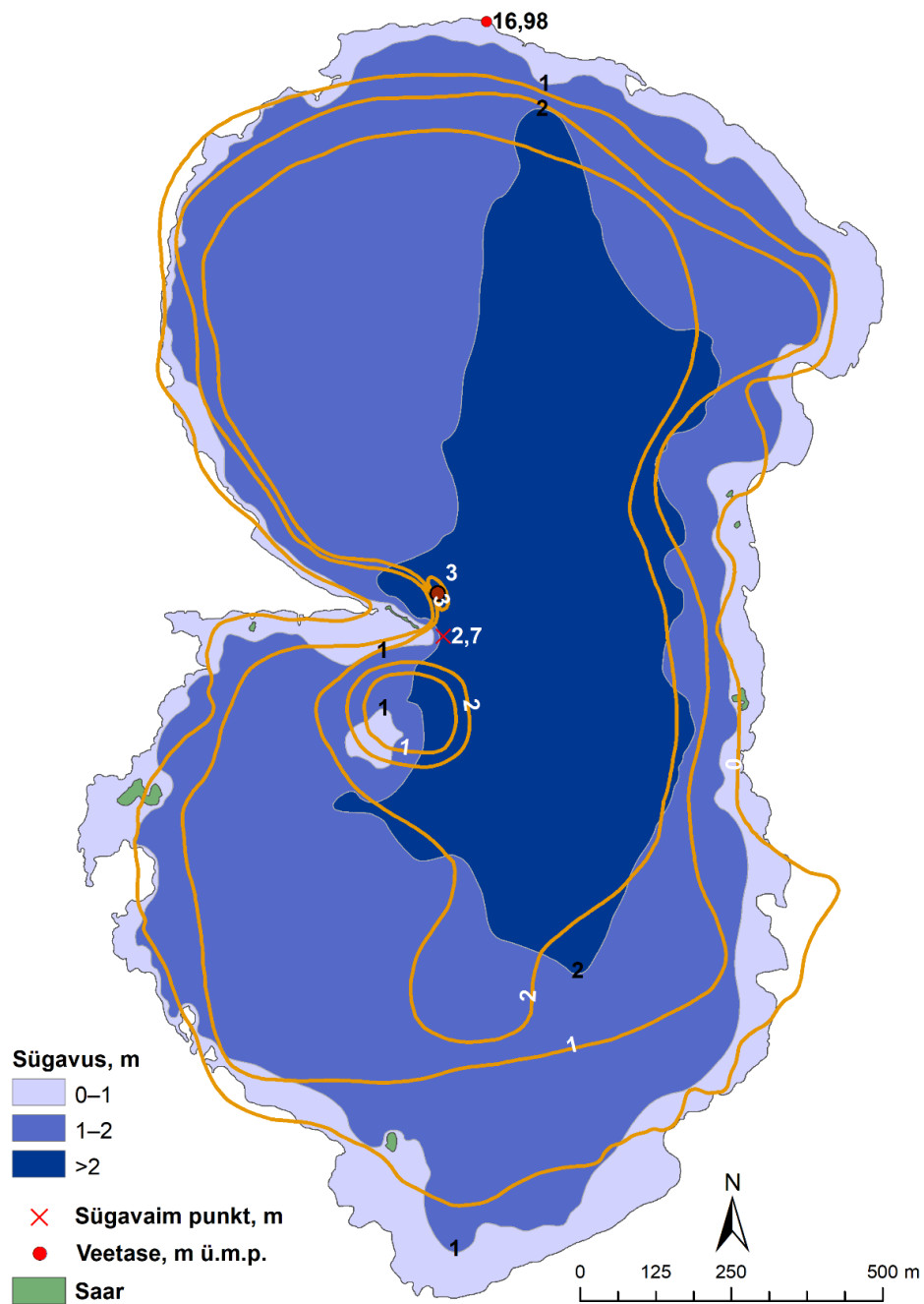
Varasemaid andmeid on Veskijärve kohta avaldanud Kask (1964) (tabel 3.14.3). Tänapäeva ja 1964. a esitatud andmete vahel on suurim erinevus veetasemes, mis varasemas töös on andmete põhjal lausa 1,5 m madalam, kuigi nii pindala kui ka suurim sügavus on olnud siis suuremad. EELISe andmebaasi suurim sügavus pärineb ka Kase (1964) andmetest.

Tabel 3.14.3. Vesikijärve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 29.12.2023) andmete vahel

Parameeter	2022	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ümp)	16,98	15,2 (15,43 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	2120	2100	2120
Laine ajutee (m)	2120		
Suurim laius (m)	1190	1100	1100
Veepeegli pindala (ha/km ²)	183,6/1,84	191,8/1,92	185,2/1,85
Saarte pindala (ha/km ²)	0,3/0,003		0,01/0,0001
Kogupindala (ha/km ²)	183,9/1,84		
Suurim sügavus (m)	2,7	3,0	3,0
Keskmine sügavus (m)	1,6		1,7
Suhteline sügavus (%)	0,2		
Maht (m ³)	2923500	3260600	
Kaldajoone pikkus (km)	8,4		
Saarte kaldajoone pikkus (m)	710		
Kogu kaldajoone pikkus (km)	9,09	8,4	7,85
Kaldajoone liigendatus saarteta	1,75		
Kaldajoone liigendatus saartega	1,89	1,71	1,6
Keskmine veerukalle (kraadi)	0,46		

Vesikijärve kohta on meil kasutada Tartu Ülikooli geograafia kateedri üliõpilase Rita Valmeti diplomitööst (Valmet, 1954) saadud kaart (Lisa 13). Käesoleva ja Valmeti kaardi võrdluses (joonis 3.14.5) on näha, et varasema kaardi kaldajoone ei vasta praegusele kujule. Selle üheks selgituseks võib olla tolle kaardistuseaegne madalam veetase. Laias laastus järgib kaldajoone tänapäeva u 1-1,5 m sügavusjoont. Kuid kohati paikneb see aga praegusel maismaal, kus see kuidagi olla ei saaks. Kahest meetrist sügavama ala kuju on samuti märksa teistsuguse kujuga ja katab suurema ala kui siinse kaardistustööga saadud ala. Kas erinevuste põhjuseks on aja jooksul paksenenud settekiht või erinev mõõtmismetoodika, jääb siinkohal vastuseta.

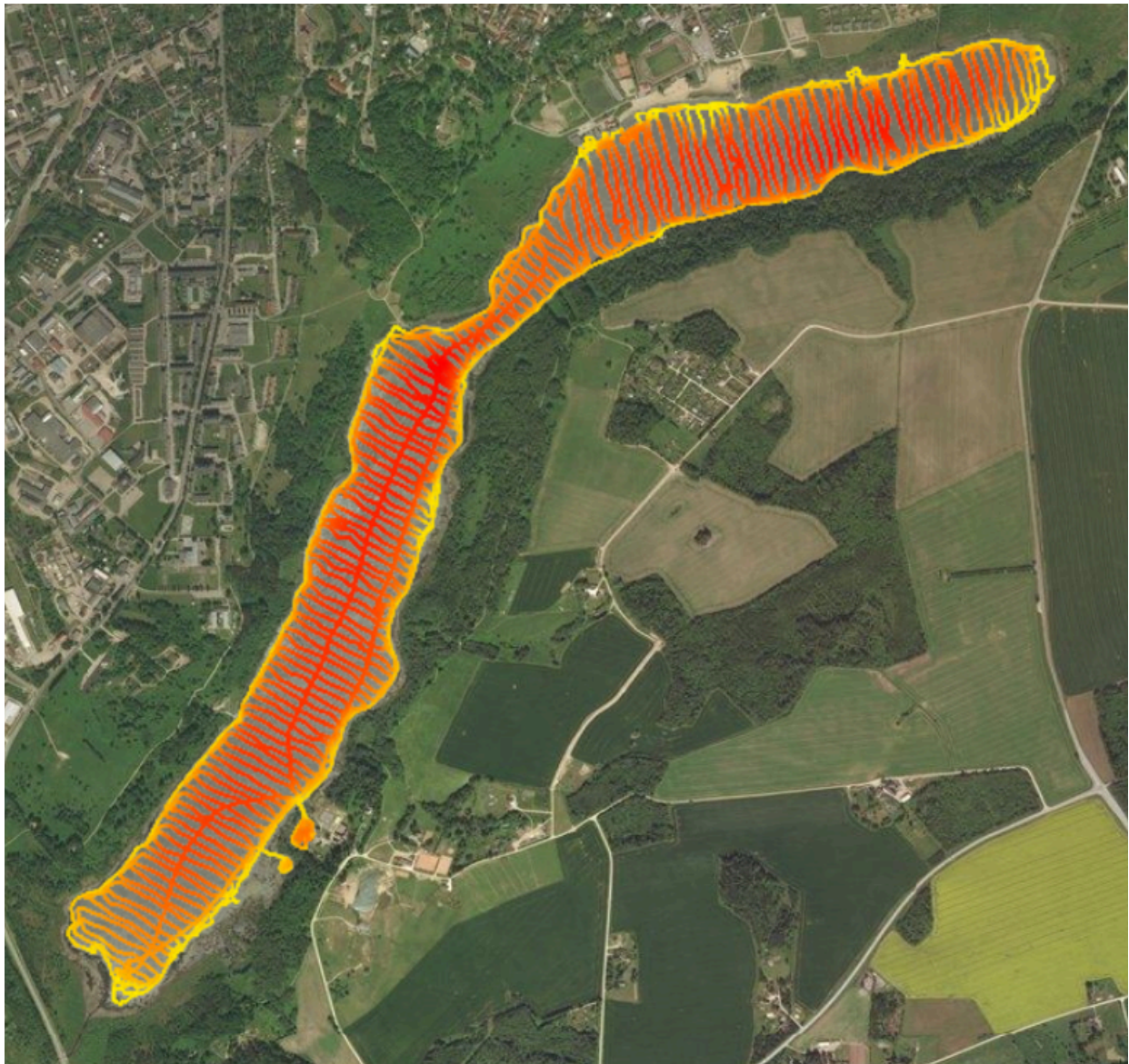
Veskijärv



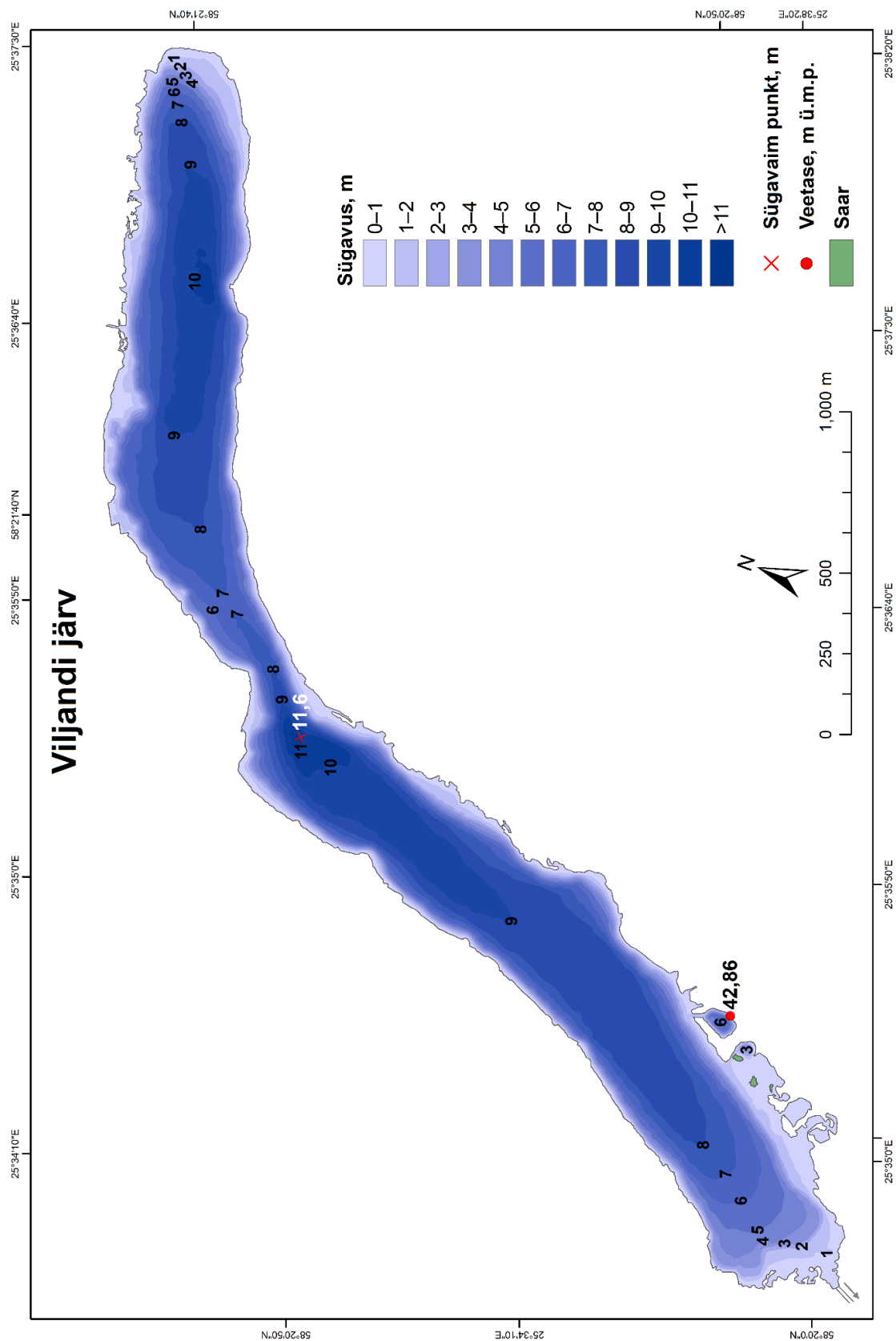
Joonis 3.14.5. Valmeti (1954) Veskijärve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega 3 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

3.15. Viljandi järv

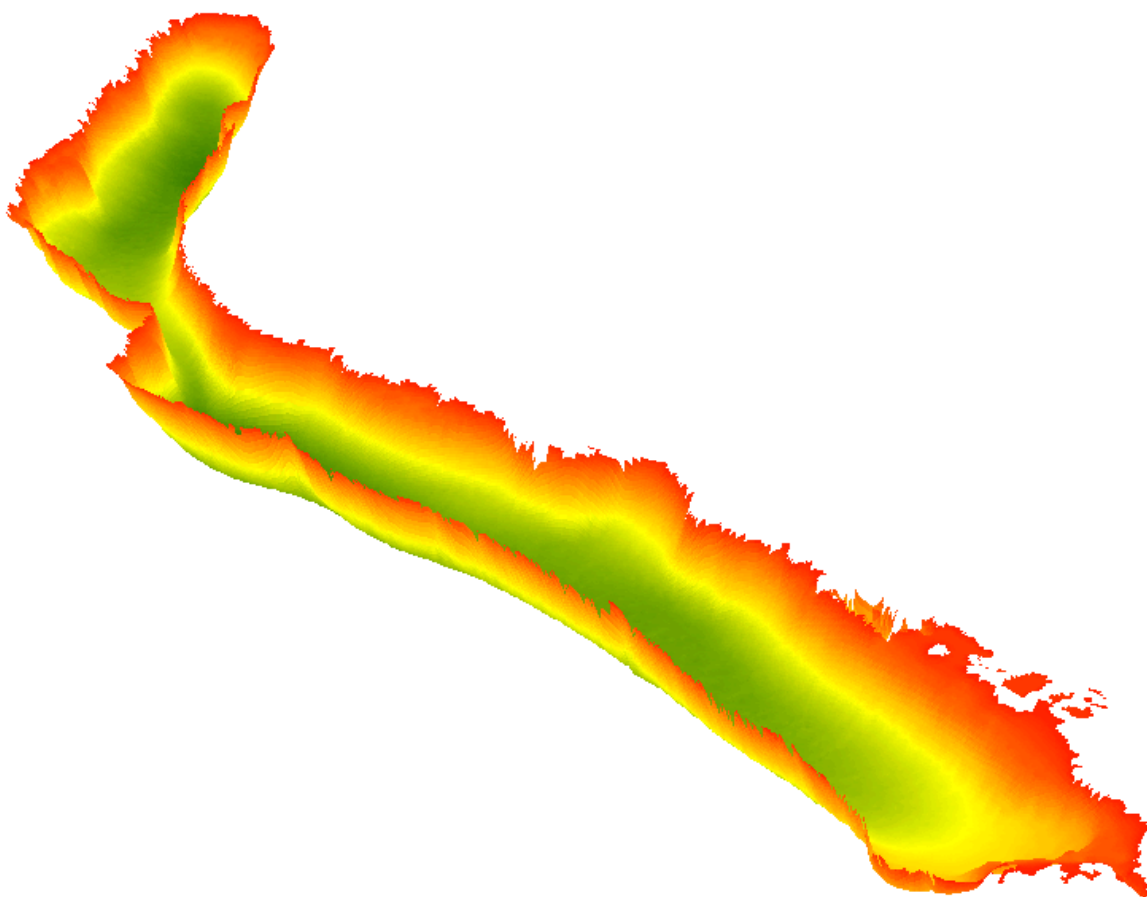
Välitööd viidi Viljandi järvel läbi 07.-09.11.2022. Mõõdistamiste käigus läbiti 69,2 kilomeetrit ja saadi kokku 176434 sügavuspunkti väärtust (joonis 3.15.1). Selle orujärve puhul tundus otstarbekas teha sügavusmõõtmised vaid risti järve pikiteljega ja iga 30 m tagant. Järve veepinna kõrgus oli mõõdistuste ajal 42,71 m ümp. Kogutud sügavusandmete ja Maa-ameti kõrgusmudelilt tuletatud järve kaldajoone (absoluutseks kõrguseks 42,86 m ümp) põhjal interpoleeriti järve batümeetiline kaardikiht, mille põhjal koostati batümeetiline kaart (joonised 3.15.2) ja järvepõhja 3D-mudel (joonis 3.15.3).



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



Joonis 3.15.2. Viljandi järve sügavuskaart veetasemega 42,86 m ümp.



Joonis 3.15.3. Viljandi järve 3D-mudel (värvi gradient madalast sügavasse: punane-oranž-kollane-heleroheline-tumeroheline).

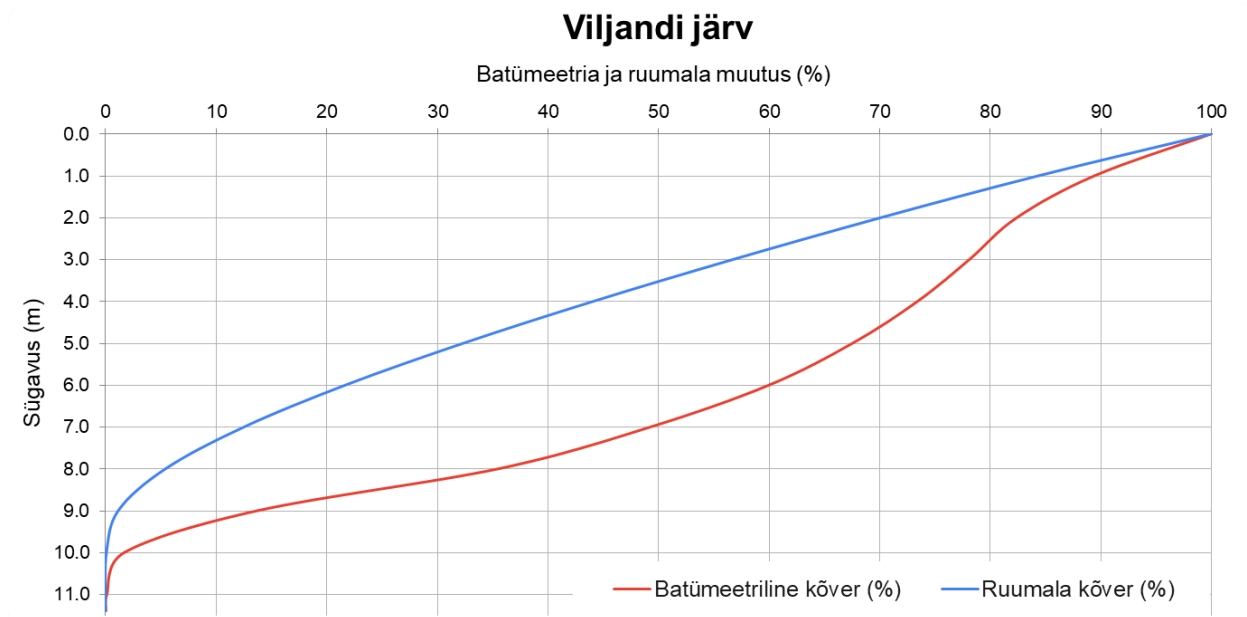
Viljandi järve (183,9 ha) iseloomustab orujärve piklik ja kitsas kuju. Sellest tulenevalt on suurim pikkus mõõdetud mööda veepinna kesktelge ja on saadud nii 4610 m (tabel 3.15.1). Laine ajutee pikkus on aga u 1,3 km lühem. Järve suurim sügavus on veetaseme 42,86 m ümp juures 11,6 m, mis asub järve kitsaimast kohast natukene edela suunas. Oru veerud on järsud: 3,23 kraadi. Järve edelaosas on ulatuslikult madalaid kuni 1 m sügavusi alasid. Sinna on moodustunud ka mõned niisked väga väiksed saared kogupindalaga 0,1 ha (joonis 3.14.2). Samuti on Viljandi linna lähedaste suplusalade juures põhi tasane ja madal. Nii kirde, kui ka edelaosa kaldajoon on väga liigendatud, kuna seal levib niiske mättane kallas (soovik). Viljandi järve veemahu jaotuse muutus on pigem lineaarne kui va 9 m sügavamate alade mahtude muutused. Ülemised 4 m moodustavad valdava osa kogu veemahust (tabel 3.15.2; joonis 3.15.4). Esimesed 4 m moodustavad aga juba üle 50% kogu veemahust.

Tabel 3.15.1. Viljandi järve morfomeetrilised parameetrid

Veepinna kõrgus (m ümp)	42,86
Suurim pikkus (m)	4610
Laine ajutee (m)	3330
Suurim laius (m)	455
Veepeegli pindala (ha/km ²)	158,3/1,58
Saarte pindala (ha/km ²)	0,1/0,001
Kogupindala (ha/km ²)	158,4/1,58
Suurim sügavus (m)	11,6
Keskmine sügavus (m)	6,0
Suhteline sügavus (%)	0,8
Maht (m ³)	9450500
Kaldajoone pikkus saarteta (km)	14,8
Saarte kaldajoone pikkus (km)	0,2
Kogu kaldajoone pikkus (km)	15,0
Kaldajoone liigendatus saarteta	3,31
Kaldajoone liigendatus saartega	3,37
Keskmine veerukalle (kraadi)	3,23

Tabel 3.15.2. Viljandi järve veekihtide pindalad ja mahud

Veekiht (m)	Veekihi pindala		Sügavuse vahemik (m)	Vahemiku ruumala (m ³)
	(ha)	(km ²)		
0	158,3	1,58	0–1	1475111
1	140,7	1,41	1–2	1346811
2	129,7	1,30	2–3	1262077
3	122,9	1,23	3–4	1194036
4	115,5	1,16	4–5	1110541
5	106,3	1,06	5–6	1006828
6	94,4	0,64	6–7	866443
7	77,6	0,78	7–8	672573
8	56,0	0,56	8–9	405223
9	21,7	0,22	9–10	101280
10	2,7	0,03	10–11	9380
11	0,1	0,001	>11	178



Joonis 3.15.4. Viljandi järve batümeetiline ja ruumala kõver.

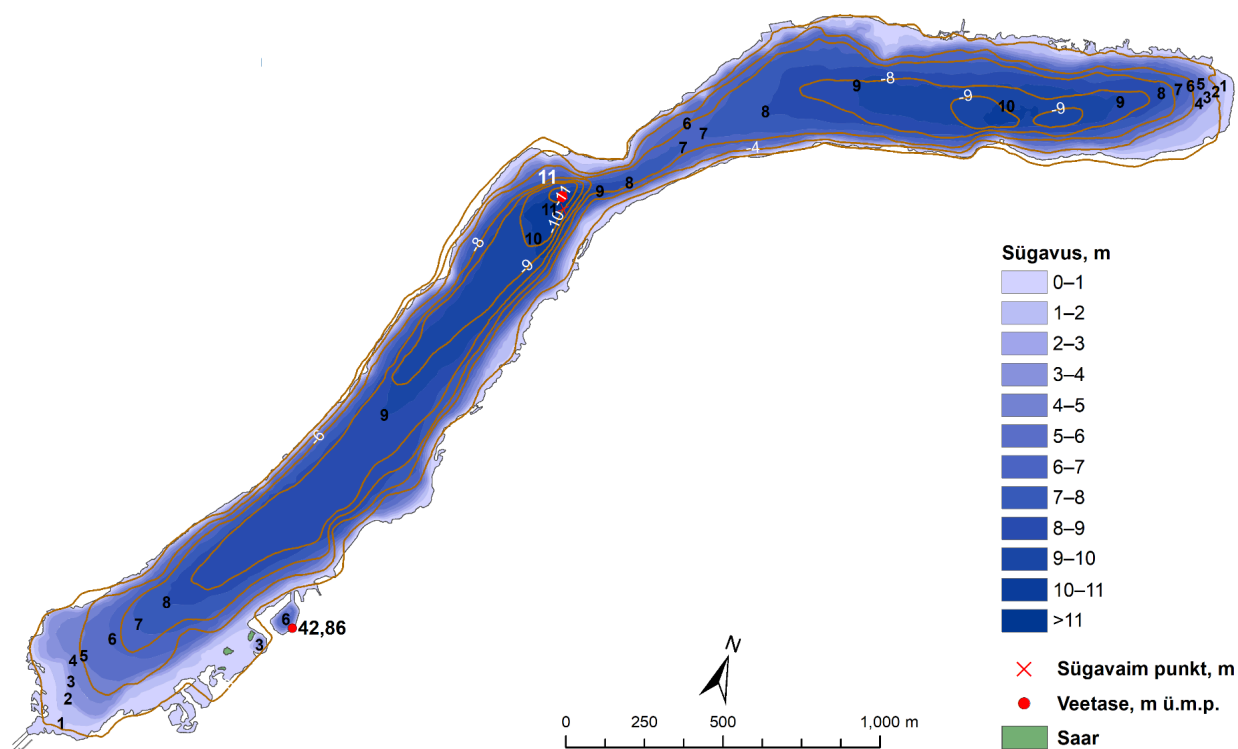
Varasemaid andmeid on Viljandi järve kohta avaldanud Riikoja (1930) ja Kask (1964) (tabel 3.15.3). Suurim erinevus, mis andmete põhjal välja tuua, tuleneb Kase (1964) aegsest veetasemest, mis on u 80 cm madalam kui siinse mõõdistustöö väärtuste baastase. Sellest johtuvalt on ka pindala, veemaht ja suurim sügavus väiksem. Riikoja 1927. a jaanuarikuus saadud andmete põhjal (Riikoja, 1930) on pindala sisuliselt sama kui meie andmete kohaselt. Kaldajoone pikkuse ja liigendatuse erinevusteks loeme aga põhjust, mis tuleneb erinevast mõõtmise detailsusest. Meie andmetes on see palju pikem, kuna mõõtmisega sai mindud väga detailidesse ja väärtus kajastab kirde ja edelaosa väga liigendatud mättalist ala oma väikeste lahtede ja poolsaartega. Kuid rolli võib omada ka aja jooksul maastunud kaldaala.

Tabel 3.15.3. Viljandi järve morfomeetriliste parameetrite võrdlus käesoleva aruande (2022), Riikoja (1930), Kask (1964) ja EELISe (vaadatud 30.12.2023) andmete vahel

Parameeter	2022	Riikoja, 1930	Kask, 1964	EELIS
Veepinna kõrgus (m ü.m.p.)	42,86		41,9 (42,08 EH2000)	
Suurim pikkus (m)	4610	4330	4600	4330
Laine ajutee (m)	3330			
Suurim laius (m)	455	435	450	450
Veepeegli pindala (ha/km ²)	158,3/1,58	158,0/1,58	155,0/1,55	160,0/1,60
Saarte pindala (ha/km ²)	0,1/0,001			0,2/0,002
Kogupindala (ha/km ²)	158,4/1,58			
Suurim sügavus (m)	11,6	11,0	11,0	11,0
Keskmine sügavus (m)	6,0	5,64	5,6	5,6
Suhteline sügavus (%)	0,8			
Maht (m ³)	9450500	8917000	8680000	
Kaldajoone pikkus (km)	14,8			
Saarte kaldajoone pikkus (m)	240			
Kogu kaldajoone pikkus (km)	15,0	10,4	13,5	11,4
Kaldajoone liigendatus saarteta	3,31	2,34		
Kaldajoone liigendatus saartega	3,37		3,12	2,5
Keskmine veerukalle (kraadi)	3,23	3,20		

Viljandi järve kohta on meil kasutada Riikoja (1930) avaldatud kaart, mis kajastab 1927. a jaanuari mõõtmisi (Lisa 14). Ka nende kaartide võrdluses on näha peamist erinevust kaldajoone liigendatuses (joonis 3.15.5). Silma jäävad samuti muude isojoonte teistsugused kujud. 95 aastaga võib ladestuda mõnel alal juba arvestatavas koguses setteid, mis võib olla batümeetriliste kaartide erinevuste põhjuseks. Kuid ära ei tohi unustada ka meetodikate erinevust nii asukoha määramisel, sügavuste registreerimise vahendites kui ka mõõtmissihtide tiheduses. Väike järvesopp, mis asub kaardil meie veetaseme tähise juures (joonis 3.15.5), on tehiskall ja puudus veel 1927. aastal.

Viljandi järv



Joonis 3.15.5. Riikoja (1930) Viljandi järve digitaliseeritud batümeetriliselt kaardilt saadud isojoonte (oranžid) ning suurima sügavuse (oranž täpp väärtusega -11 m) ja käesoleva töö batümeetrilise kaardi (sinistes toonides alumine kaart) võrdlus. Andmed on omavahelisse võrdlusse pandud mõõtkava alusel.

4. Ettepanekud Eesti Looduse Infosüsteemis järvede ruumikujude muutmiseks

* * *

NB: siinses peatükis toodud ettepanekud võeti arvesse 2024. a veebruaris pärast aruande esitamist (aruanne esitati 12.01.2024). Seetõttu on aruandesse hiljem (06.03.2024) lisatud ka alapeatükid “3.2.1. Jõemõisa ja Papijärve uued andmed” ja “3.5.1. Konsu järve uued andmed”.

* * *

Järgnevalt teeme Eesti Looduse Infosüsteemi vastutavale töötlejale ettepaneku liita Konsu järv ja Peenjärv üheks veekoguks ja muuta Jõemõisa järve ja Jõemõisa Papijärve vahelist piiri loogilisemaks.

4.1. Konsu järv (Konsu järv koos Peenjärvega)

Soovitame liita Konsu järve (VEE2027900) ja sellest lõunasse jääva Peenjärve (VEE2028000) üheks veekoguks, mille nimeks oleks Konsu järv. Need järved on ühesuguse veetasemega ning omavahel ühenduses suhteliselt laia väinaga (nt praeguse Konsu järve põhja- ja lõunapoolne osa on pindalade suhtes kitsama väinaga ühenduses). Seetõttu moodustavad need ka tunnetuslikult ühe tervikliku veekogu.

Hüdroloogiliselt on järve põhjaosa seotud järve praeguse lõunaosaga kvalitatiivselt samal määral, kui Peenjärv, mis on seotud Konsu praeguse lõunaosaga. Põhjaossa toimub peamine vee sissevool Konsu kanalist ning vesi liigub tavatingimustel järve lõunaosas olevasse väljavoolu, Konsu peakraavi. Peenjärve toimub peamine vee sissevool Soompää kraavist ning vesi liigub samuti Konsu peakraavi. Kui aga toimub veevõtt VKG Energia OÜ Konsu veehaardest, siis liigub vesi nii mõlemast praegusest Konsu järve osast kui Peenjärvest Konsu järve loodekaldal olevasse veehaardesse. See tähendab, et ka hüdroloogiliselt moodustab Konsu järv koos Peenjärvega ühtse süsteemi.

Reeglina on neid limnoloogilises kirjanduses käsitletud ühe järvena, nt Valmet (1954), Kask (1964), Mäemets (1968 ja 1977), Kallejärv (1971-1975) ning Laarmaa jt (2019). Laarmaa jt (2019) kirjeldavad Konsu järve koosnevat põhjapoolsest Eesjärvest, vahepealsest Keskjärvest ja lõunapoolsest Peenjärvest. Praegune kahe järvena käsitlemine EELISE veekogude nimestikus tuleneb tõenäoliselt Riikoja järvede nimestikust (Riikoja, 1934), kus Konsu järv on koodiga 279 ja Peenjärv koodiga 280. Samas on ka seal Peenjärve juures märkusena kirjas, et tegemist on Konsu järve lõunapoolse kitsa kaelaga eraldatud osaga. EELISE andmeil kuuluvad mõlemad järved samasse VRD (III), limnoloogilisse (kalgiveeline miksotroofne) ja elupaigatüüpi (3140).

Juhul kui ettepanek võetakse arvesse, saame Konsu järve kohta koostada uue batümeetrilise kaardi ja leida selle põhjal morfomeetrilised näitajad, kuna tehtud välitööde käigus kaardistasime ära ka nimetatud lisanduvad Peenjärve.

4.2. Jõemõisa järve ja Papijärve vahelise piiri muudatus

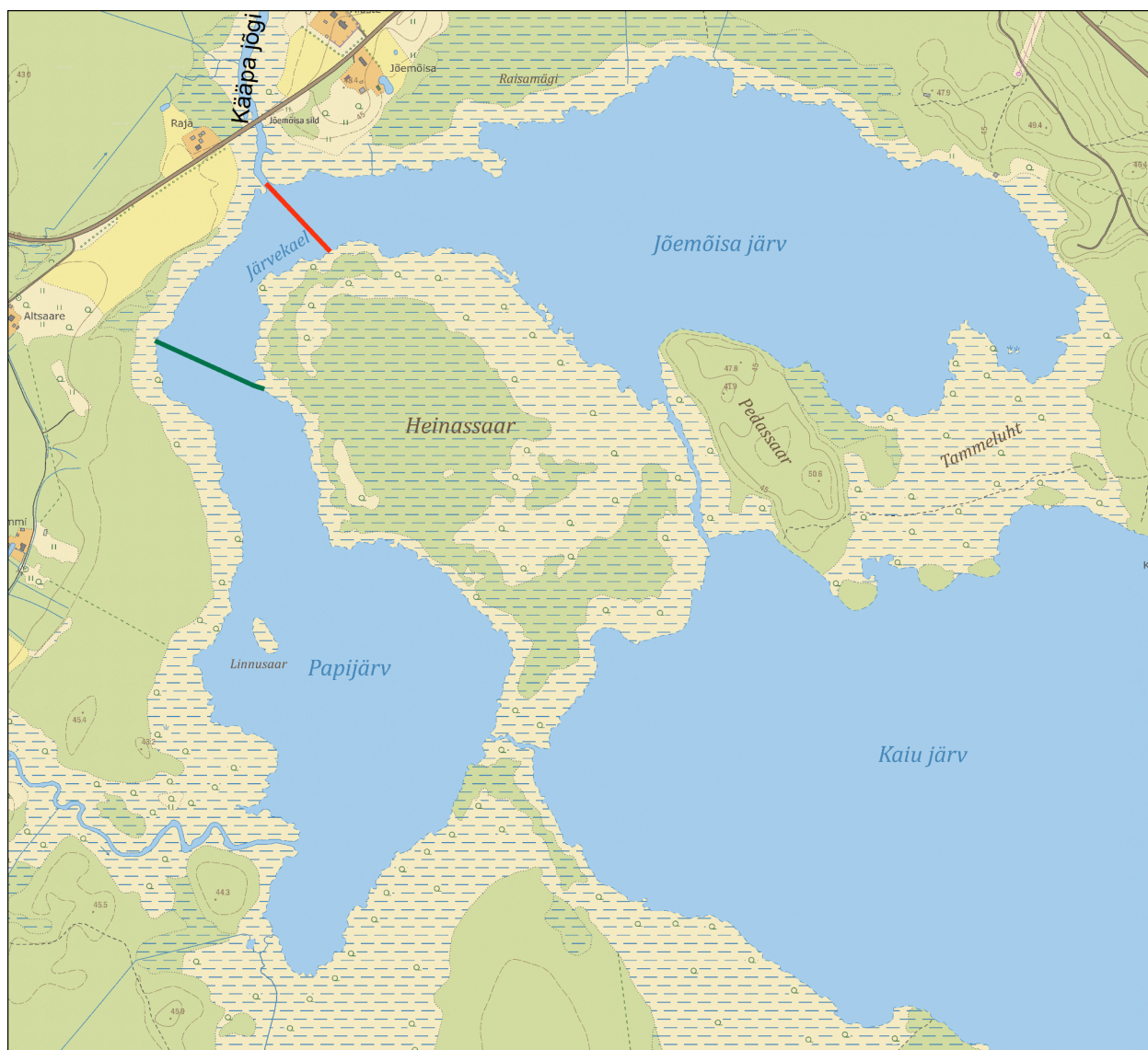
Jõemõisa järv (VEE2057600) ja Papijärv (Jõemõisa Papijärv; VEE2057610) on omavahel ühendatud laia Järvekaelaga ning moodustavad seetõttu tunnetuslikult ühe järve. Seetõttu on näiteks Riikoja (1934) ja Kaljo (1953) käsitlenud neid ühe järvena. Kask (1964) on käsitlenud neid kaksikjärvena. Aare Mäemets on neid käsitlenud koos Kaiu järvega nii ühe järve (Mäemets, 1964) kui järvestikuna (Mäemets, 1977). Laarmaa jt (2019) leiavad, et sama järve osaks tuleks lugeda kõik seal omavahel ühenduses olevad järved (nii Jõemõisa, Kaiu kui ka Papijärv).

Kaiu järv on Jõemõisa ja Papijärvest piisavalt eraldatud, et moodustada tunnetuslikult iseseisev veekogu. Lisaks on Kaiu järve limnoloogiline ja elupaigatüüp EELISe andmetel Jõemõisa ja Papijärvest erinev. Kaiu järv on kalgiveeline miksotroofne ja kuulub elupaigatüüpi 3150 ning Jõemõisa ja Papijärv on makrofüüdijärved ning kuuluvad elupaigatüüpi 3140. Seetõttu leiame, et Kaiu järve iseseisva järvena käsitlemine on põhjendatud.

Leiame ka, et Jõemõisa ja Papijärve eraldi järvedena käsitlemine on põhjendatud. Seda eelkõige hüdroloogilistel põhjustel. Nimelt jõudsid Palo ja Ott (2020) põhjalikus uuringus järeldusele, et Papijärv ja Jõemõisa järv toimivad suuresti üksteisest sõltumatult. Kui Papijärve sissevool toimub peamiselt Uhmardu jõe kaudu, siis Jõemõisa järve jõuab vesi Kääpa jõest läbi Kaiu järve. Osa Kääpa jõe veest võib jõuda järvede omavahelise ühenduse kaudu Kaiu järvest ka Papijärve. Seevastu aga Papijärve ja Jõemõisa järve vesi suure tõenäosusega omavahel olulisel määral ei segune, sest Kääpa jõe väljavool järvestikust asub Järvekaela kohal. See tähendab, et Uhmardu jõe vesi liigub läbi Papijärve Kääpa jõe väljavoolu ilma Jõemõisa järve jõudmata ning Kaiu järvest Jõemõisa jõudev vesi liigub väljavoolu ilma Papijärve läbimata. Seetõttu näevad Palo ja Ott (2020) hüdroloogiliselt ühtse süsteemina toimivat pigem Jõemõisa ja Kaiu järve, kui Jõemõisa ja Papijärve.

Jõemõisa ja Papijärve batümeetriline kaart kujutab samuti kahte eraldatud nõgu, mis on ühendatud madalama väinaga (Järvekaelaga). See toetab järvede hüdroloogilisest režiimist johtuvat kahe järve käsitlust.

Küll aga soovitame muuta Jõemõisa ja Papijärve vahelist piiri. Selle praegust asukohta Järvekaelas on nii hüdroloogiliselt kui ka morfoloogiliselt keeruline põhjendada. Tulenevalt vee liikumisest kummaski järves oleks loogiliseks nendevahelise piiriks praegusest Jõemõisa järvest väljuva Kääpa jõe telje sirgjooneline pikendus risti üle järve vastaskaldale Heinasaarele (joonis 4.2.1).



- Jõemõisa järve ja Papijärve vaheline uus piir
- Jõemõisa järve ja Papijärve vaheline praegune piir

Joonis 4.2.1. Jõemõisa järve ja Papijärve vahelise uue ja praeguse piiri asukohad.

5. Kasutatud kirjandus

EELIS (Eesti looduse infosüsteem), Keskkonnaagentuur.

Eesti stratotüüpsed paljandid. <https://stratotuup.ut.ee/o-rummu-paemurd> (vaadatud 20.12.2023).

eMaapõu: Rummu paemurd. <https://geoloogia.info/locality/10177> (vaadatud 20.12.2023).

Grudzinska, I., Saarse, L., Vassiljev, J., Heinsalu, A., Veski, S. (2012). A palaeocoastline reconstruction for the Kõrre and Põhja-Eesti peninsulas (northern Estonia) over the last 4000 years. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 61 (4), 307-316.

Grudzinska, I., Saarse, L., Vassiljev, J., Heinsalu, A. (2013). Mid- and late-Holocene shoreline changes along the southern coast of the Gulf of Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 85, 19-34.

Ilomets, M., Paap, Ü. (1982). Nigula järv - kas relikt või...? *Eesti Loodus*, 728-730.

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.

Laarmaa, R., Ott, I., Timm, H., Maileht, K., Sepp, M., Mäemets, H., Palm, A., Krause, T., Saar, K. (2019). *Eesti järved*. Varrak, 256 lk.

Luha, A., Blumfeldt, E., Tammekann, A. (toim.d) (1934). *Saaremaa: maadeteaduslik, majanduslik ja ajalooline kirjeldus*. Eesti Kirjanduse Selts, Tartu: Postimees.

Maa-ameti ortofotod ja põhikaart.

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

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

Palo, M., Ott, I. (2020). *Kaiavere, Kaiu, Raigastvere, Tamula järvede ning Ähijärve uurimuslik seire mittehea seisundi põhjuste täpsustamiseks, seisundi parandamiseks vajalikud meetmed ja ökoloogilise seisundi hindamissüsteemi korrigeerimise vajadus*. Aruanne Keskkonnaametile.

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.

Riikoja, H. (1934). Eesti järvede nimestik. *Eesti Looduseuurijate Seltsi Aruanded*, XLI (1-2), Tartu, lk. 1-192.

Saarse, L., Vassiljev, J., Rosentau, A. (2009). Ancylus Lake and Litorina Sea transition on the Island of Saaremaa, Estonia: a pilot study. *Baltica*, 22 (1), 51-62.

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 batümeetiline seire 2019*. 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.

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

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

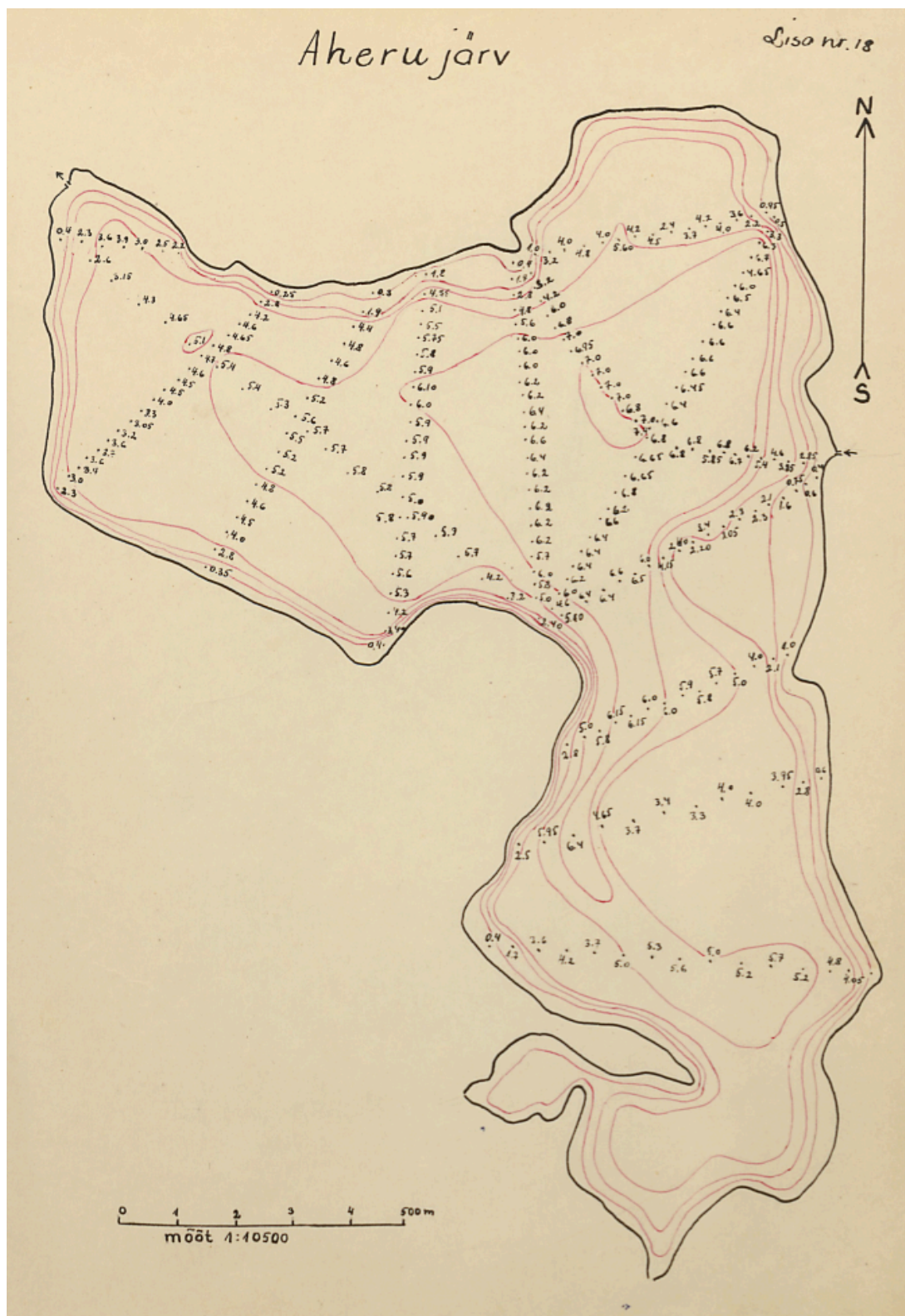
LISAD

Lisa 1. “Eesti väikejärvede batümeetiline seire 2022” raames mõõdistatud järved koos registrikoodide ja erinevate järvi iseloomustavate tüüpidega (EELIS).

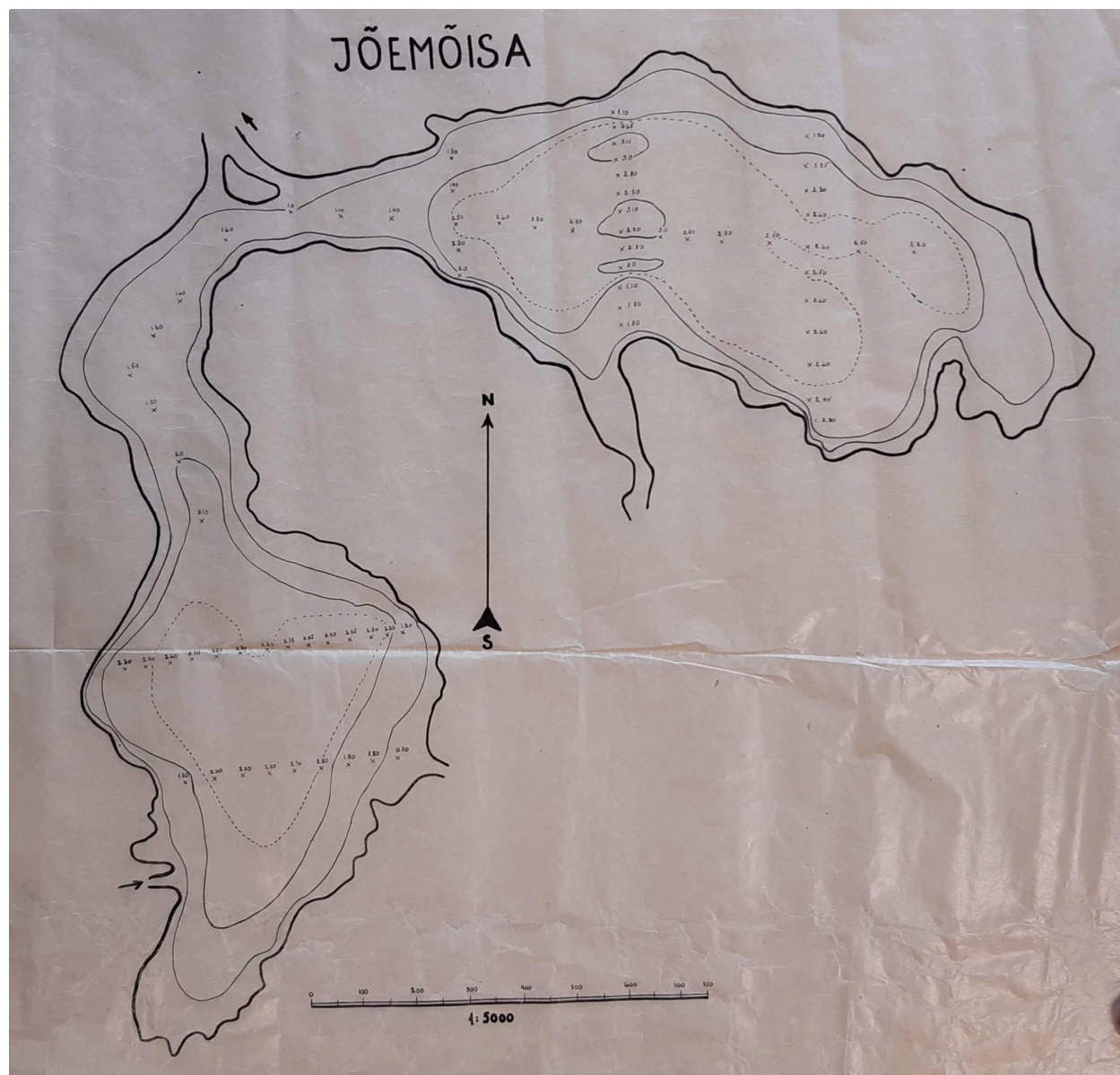
Nimi	Registrikood	VRD tüüp	Limnoloogiline tüüp	Elupaigatüüp
Aheru järv	VEE2136600	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Kalgiveeline eutroofne e. kalgiveeline rohketoiteline	Vähe- kuni kesktoitelised mõõdukalt kareda veega järved (3130)
Jõemõisa järv	VEE2057600	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Makrofüüdijärv e. suurtaimerikas järv	Vähe- kuni kesktoitelised kalgiveelised järved (3140)
Kaiu järv	VEE2057800	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Kalgiveeline miksotroofne e. kalgiveeline segatoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Karujärv	VEE2076800	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Kalgiveeline eutroofne e. kalgiveeline rohketoiteline	Vähe- kuni kesktoitelised mõõdukalt kareda veega järved (3130)
Konsu järv	VEE2027900	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	Kalgiveeline miksotroofne e. kalgiveeline segatoiteline	Vähe- kuni kesktoitelised kalgiveelised järved (3140)
Lohja järv	VEE2001000	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Pehmeveeline miksotroofne e. pehmeveeline segatoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Meelva järv	VEE2113600	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , pehmeveelised, kloriidivaesed, kihistumata veega, tumedaveelised järved (IV)	Atsidotroofne e. mineraalmaa huumustoiteline	Huumustoitelised järved ja järvikud (3160)
Nigula järv	VEE2097400	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , pehmeveelised, kloriidivaesed, kihistumata veega, tumedaveelised järved (IV)	Düstroofne e. rabade huumustoiteline	Huumustoitelised järved ja järvikud (3160)
Pangodi järv	VEE2100600	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , vee keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	Kalgiveeline eutroofne e. kalgiveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Pullijärv	VEE2155200	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , pehmeveelised, kloriidivaesed, kihistumata veega, heledaveelised järved (V)	Oligotroofne e. vähetoiteline	Liiva-alade vähetoitelised järved (3110)

Rummu järv	VEE2005520	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , vee keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	-	-
Tamula järv	VEE2126200	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , vee keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistumata veega järved (II)	Kalgiveeline eutroofne e. kalgiveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)
Tänavjärv	VEE2028300	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , pehmeveelised, kloriidivaesed, kihistumata veega, heledaveelised järved (V)	Semidüstroofne e. poolhuumustoiteline	Liiva-alade vähetoitelised järved (3110)
Veskijärv	VEE2028400	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , pehmeveelised, kloriidivaesed, kihistumata veega, tumedaveelised järved (IV)	Pehmeveeline miksotroofne e. pehmeveeline segatoiteline	Liiva-alade vähetoitelised järved (3110)
Viljandi järv	VEE2082800	Veepeegli pindalaga alla 10 km ² , vee keskmise karedusega, kloriidivaesed, kihistunud veega järved (III)	Kalgiveeline eutroofne e. kalgiveeline rohketoiteline	Looduslikult rohketoitelised järved (3150)

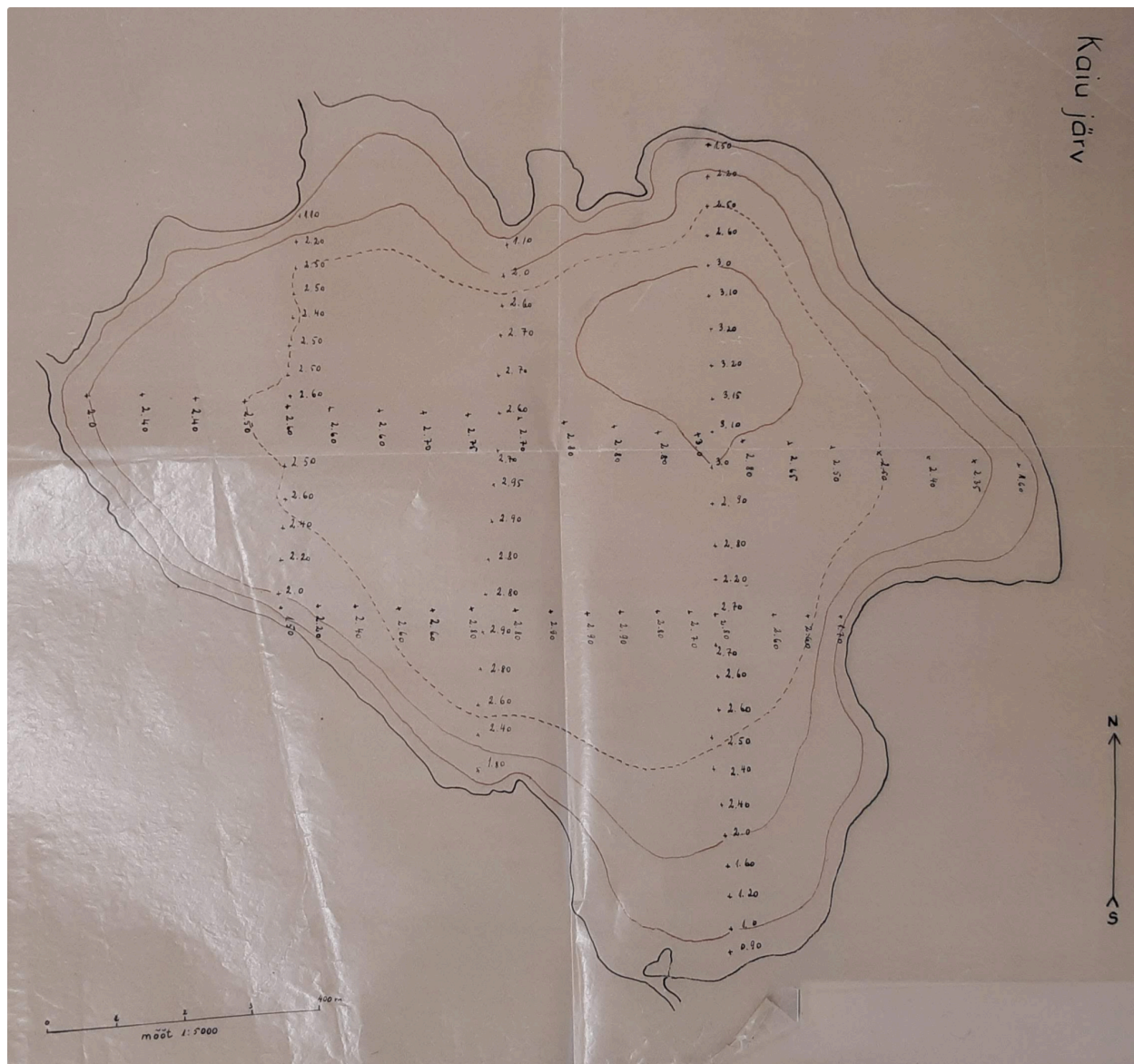
Lisa 2. Aheru järv (Uljas, 1953)



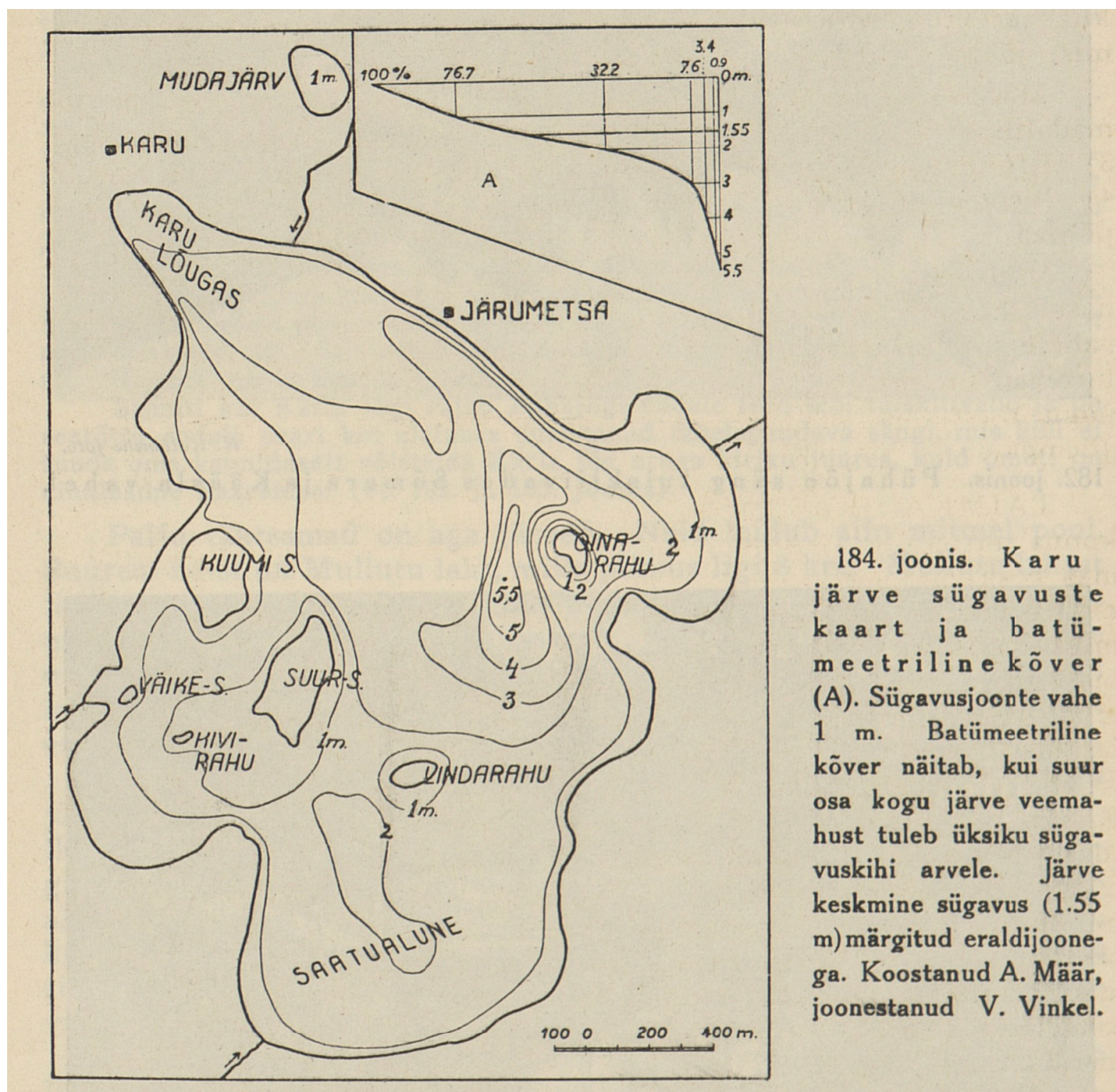
Lisa 3. Jõemõisa ja Papijärv (Kaljo, 1953)



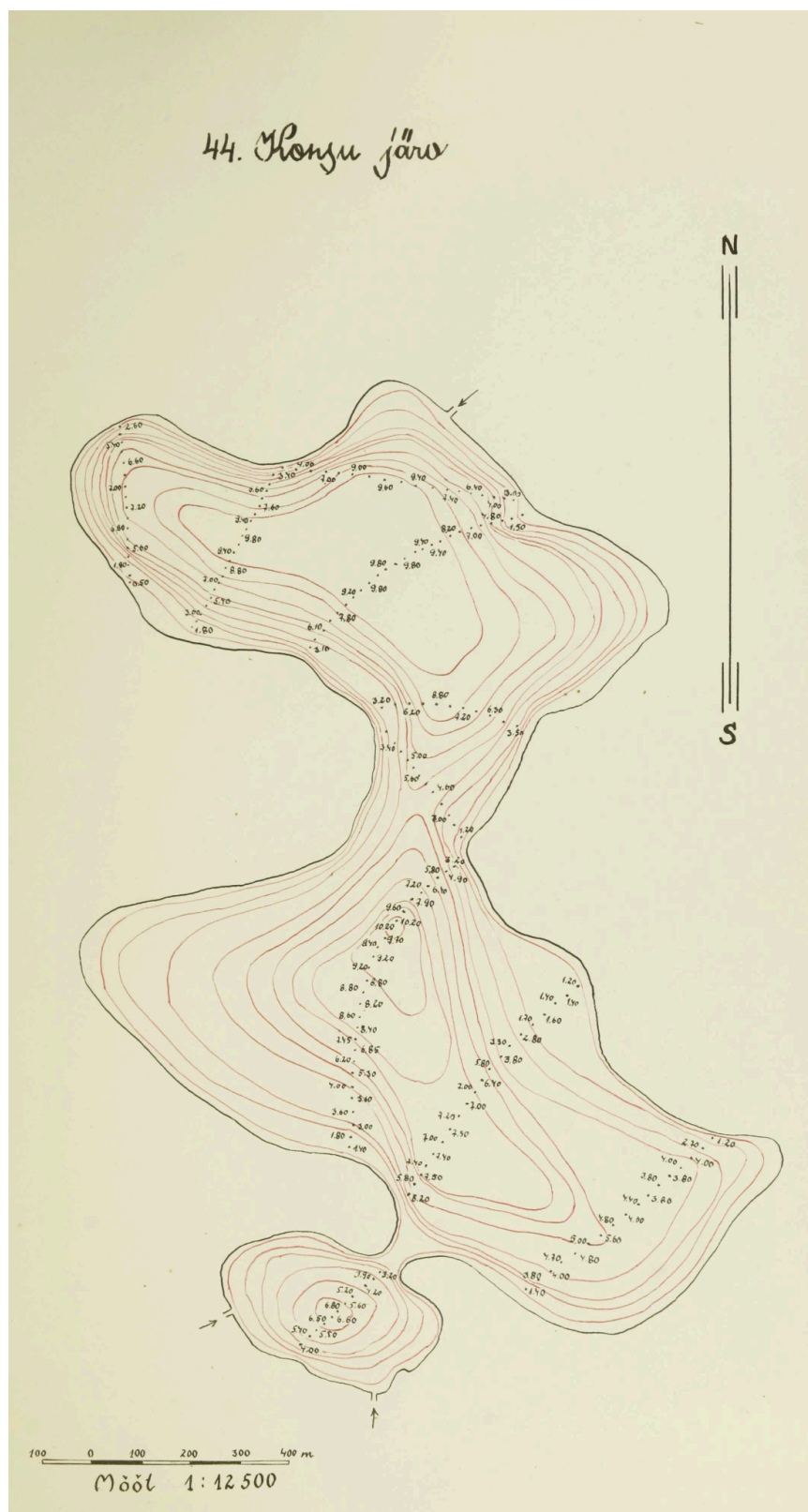
Lisa 4. Kaiu järv (Kaljo, 1953)



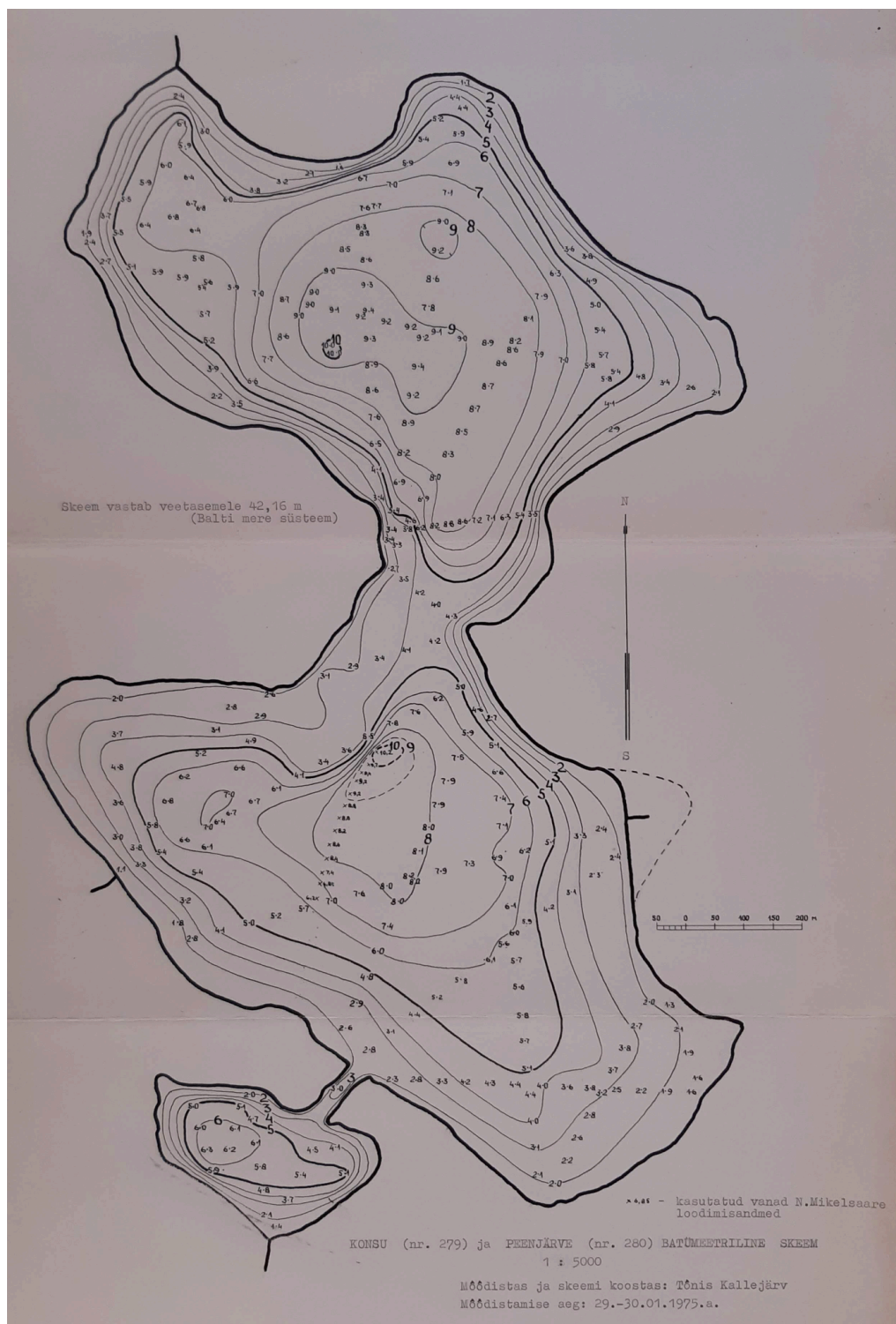
Lisa 5. Karujärv (Luha jt, 1934)



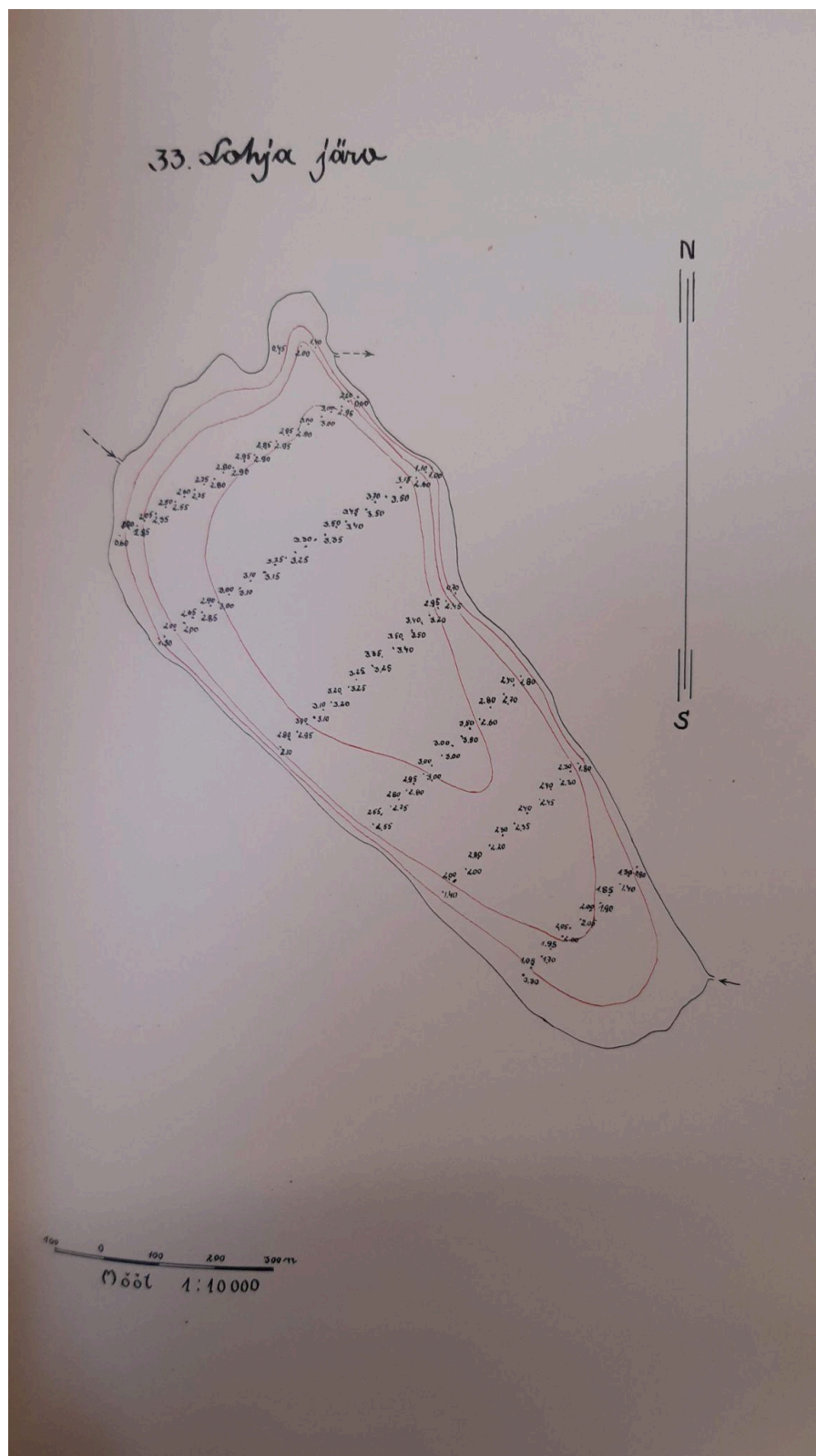
Lisa 6a. Konsu järv (Valmet, 1954)



Lisa 6b. Konsu järv (Kallejärv, 1971-1975)



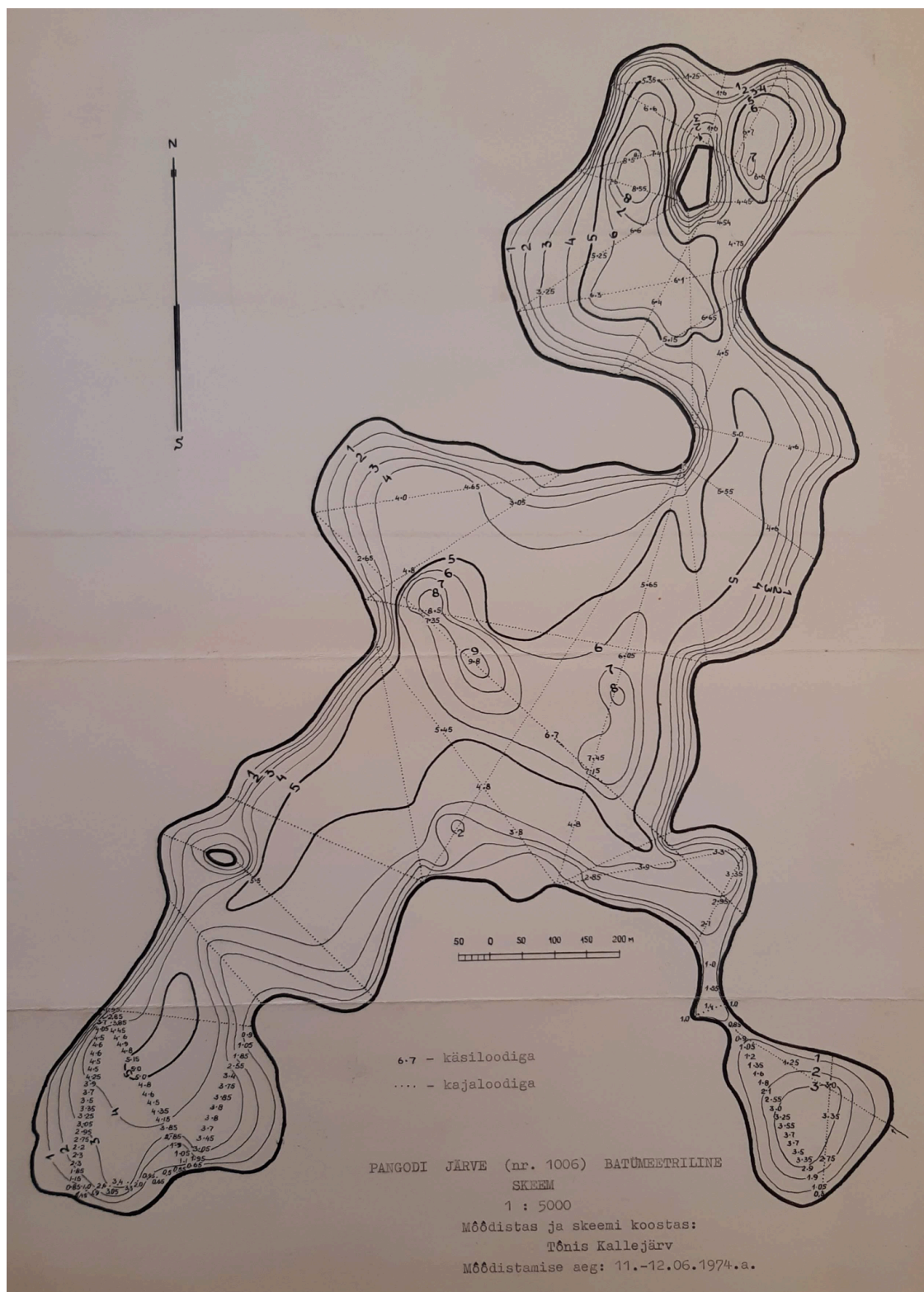
Lisa 7. Lohja järv (Valmet, 1954)



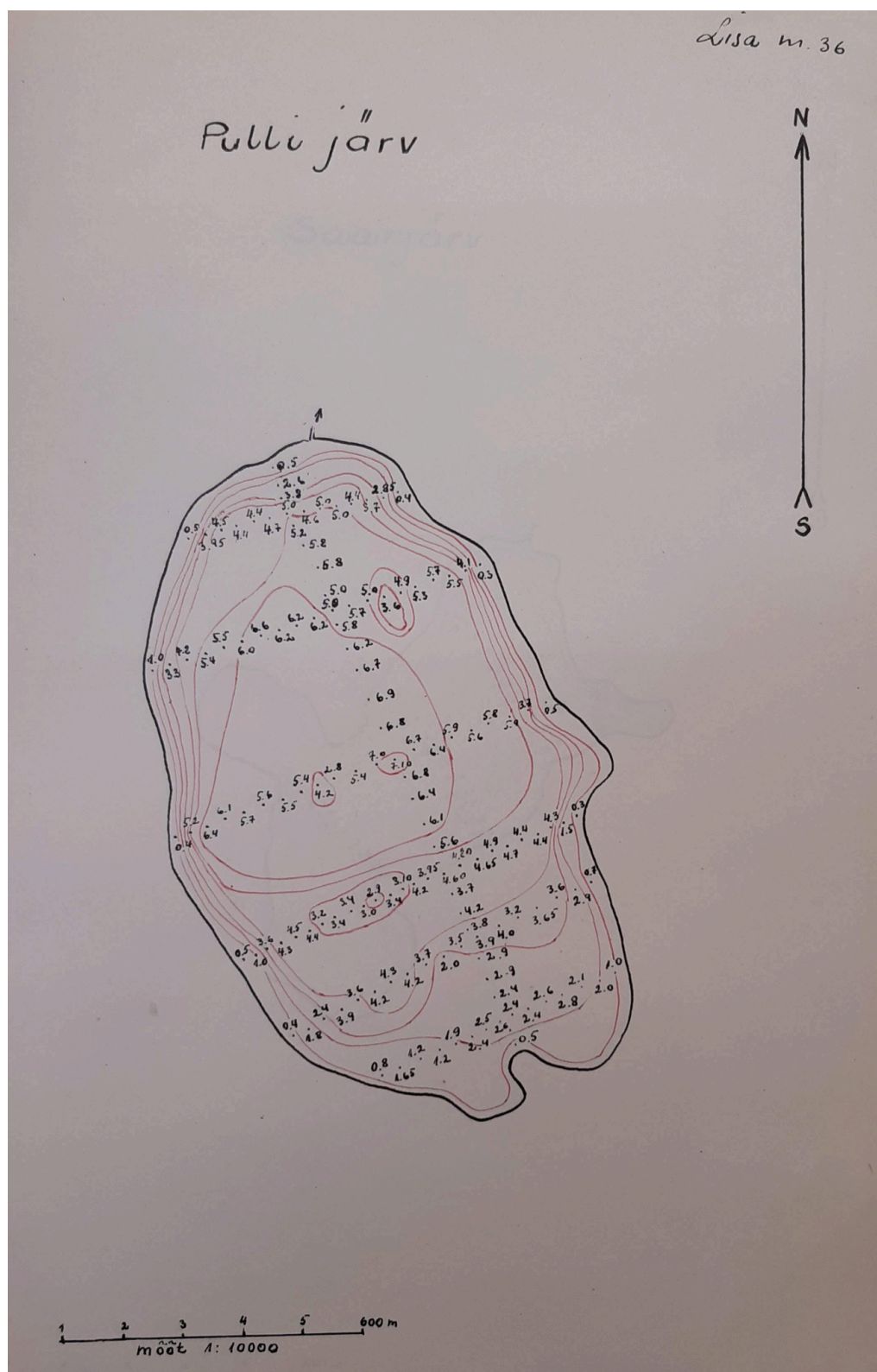
Lisa 8. Nigula järv (Võrtsjärve Limnoloogiajaam, 1950-1960ndad)



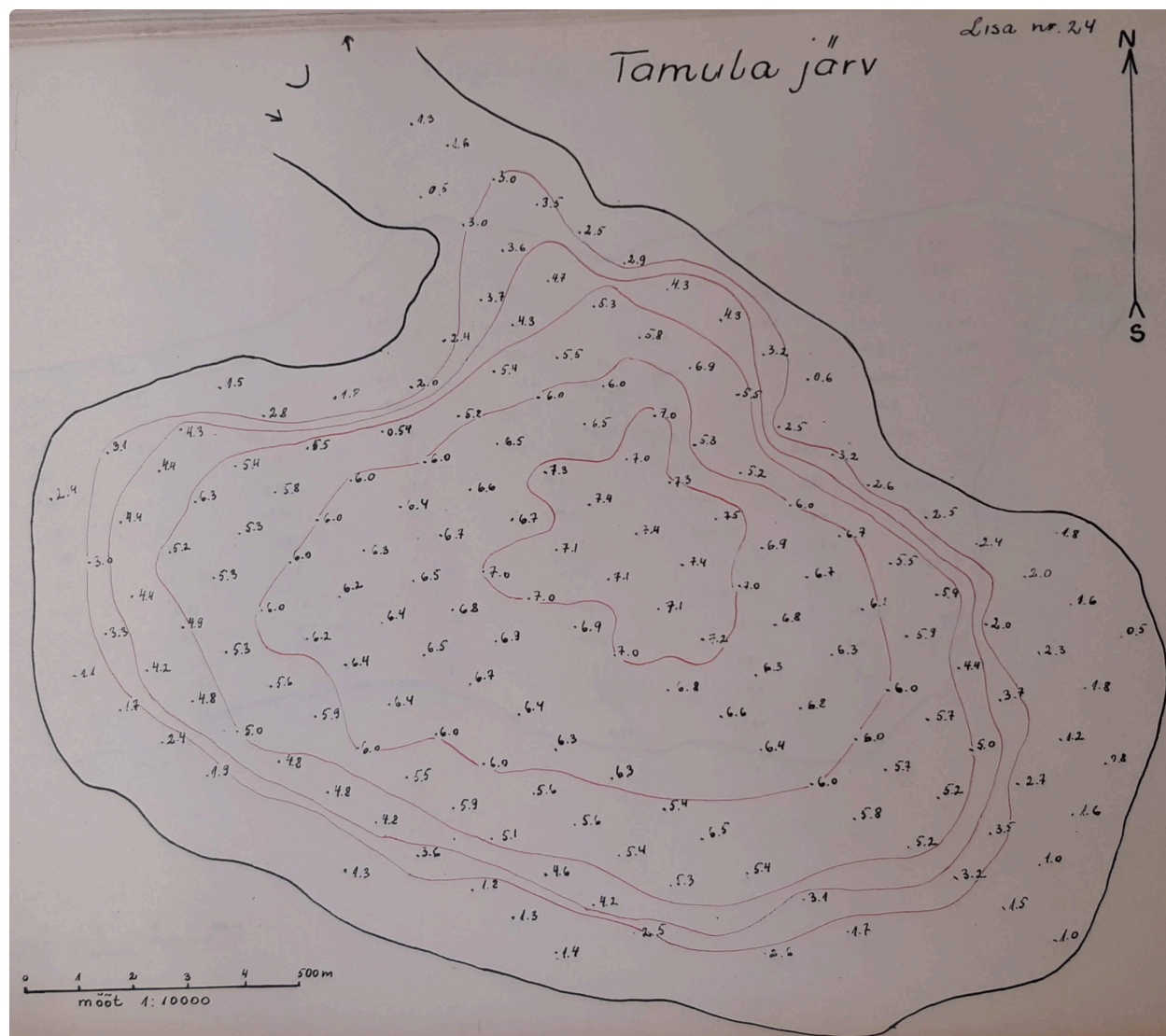
Lisa 9: Pangodi (Kallejärv, 1971-1975)



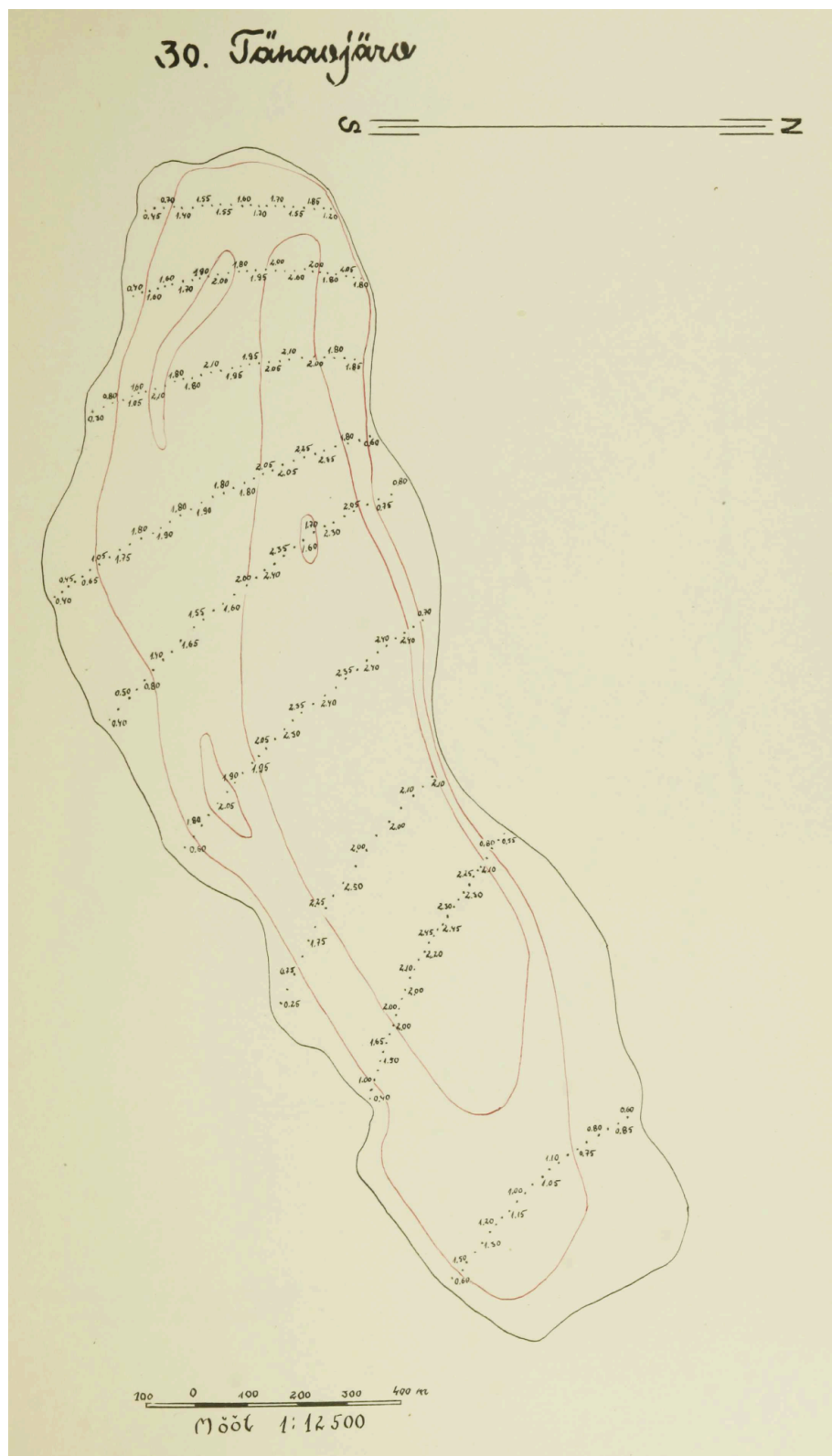
Lisa 10. Pulli järv (Uljas, 1953)



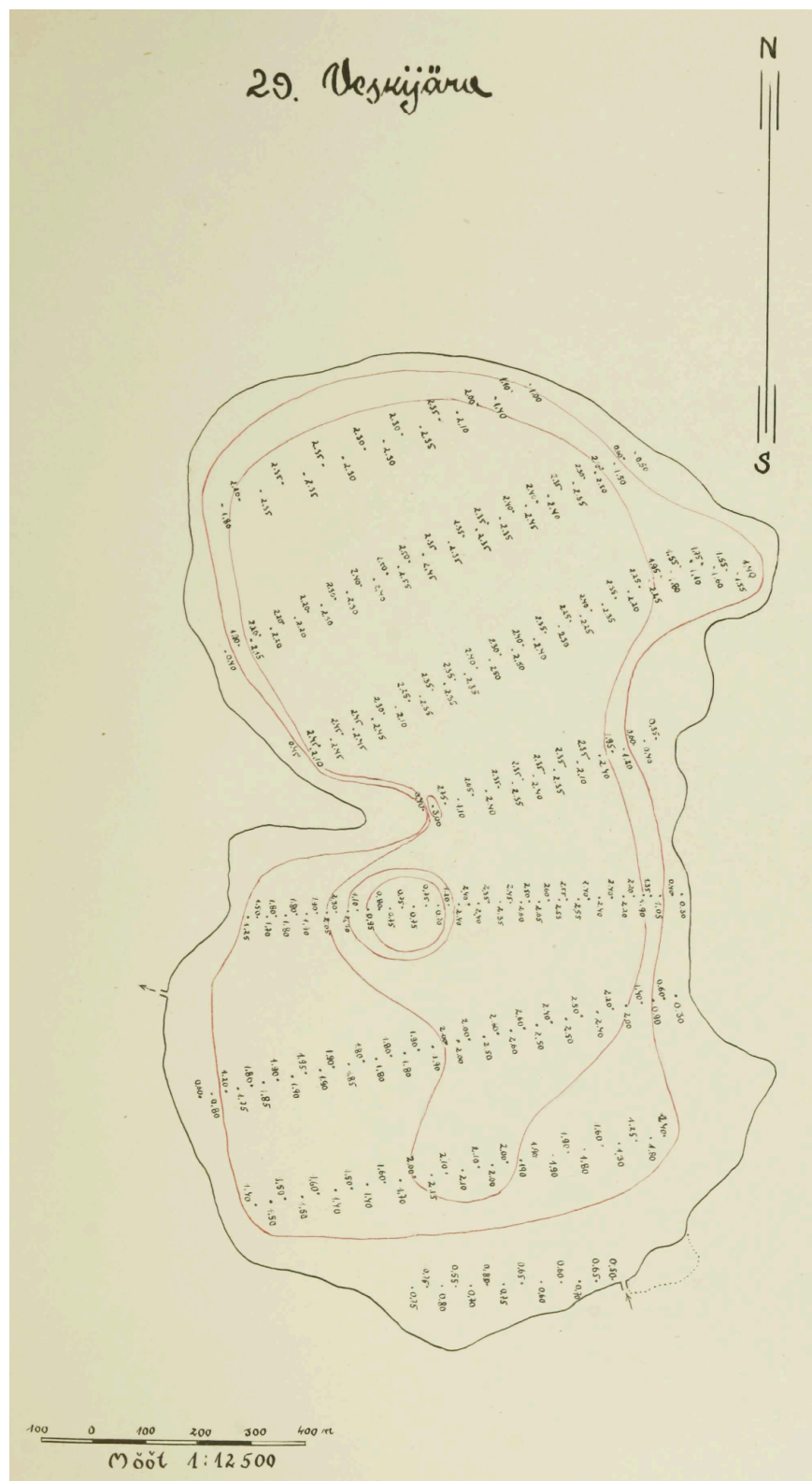
Lisa 11. Tamula järv (Uljas, 1953)



Lisa 12. Tānavjārv (Valmet, 1954)



Lisa 13. Veski järv (Valmet, 1954)



Lisa 14. Viljandi järv (Riikoja, 1930)

