



Töö tellija: Väike-Maarja Vallavalitsus

„Ao ja Nõmme Veski järve paisjärvede mõju veekogumile“

projekti lõpparuanne

AO PAISJÄRVE JA NÕMME VESKIJÄRVE MEETMEKAVAD



Nõmme Veski järv, 13.08.19

Koostajad:

Ingmar Ott, Ronald Laarmaa, Kairi Maileht, Margot Sepp, Katrin Saar, Maili Lehtpuu,
Henn Timm, Anu Palm, Teet Krause, Ruta Tamre

Tööd toetab



TARTU 2020

Sisukord

Sisukord.....	2
SISSEJUHATUS	5
1. UURINGUALA ÜLDKIRJELDUS JA LÄHTEÜLESANNE	6
2. METOODIKAD	10
2.1. Hüdrokeemia	10
2.2. Fütoplankton.....	11
2.3. Zooplankton.....	13
2.4. Fütobentos	13
2.5. Suurtaimed	14
2.6. Suurselgrootud	15
2.7. Kalad	15
2.8. Sisekoormus.....	16
2.9. Väliskoormus.....	19
2.9.1. Toiteainete ärakanne järvede valgalalt.....	19
2.9.2. Paisjärvede mõju teistele veekogumitele	20
2.10. Meetme- ja tegevuskava	21
3. TULEMUSED	22
3.1. AO PAISJÄRV	22
3.1.1. Hüdrokeemia.....	23
3.1.2. Fütoplankton	23
3.1.4. Fütobentos	27
3.1.5. Suurtaimed.....	27
3.1.6. Suurselgrootud.....	28
3.1.7. Kalad.....	29
3.1.8. Sisekoormus	30
3.1.9. Väliskoormus.....	37
3.2. NÕMME VESKIJÄRV	41
3.2.1. Hüdrokeemia.....	42
3.2.2. Fütoplankton	42
3.2.3. Zooplankton	44
3.2.4. Fütobentos	45
3.2.5. Suurtaimed.....	45
3.2.6. Suurselgrootud.....	47

3.2.7. Kalad	48
3.2.8. Sisekoormus	49
3.2.9. Väliskoormus.....	53
4. MEETME- JA TEGEVUSKAVAD.....	57
4.1. Kliimamuutuste mõju karedaveeliste järvede funktsioneerimisele	58
4.2. Koormusallikad paisjärvede valgaladel	60
4.3. Meetmed koormuse ohjamiseks ja paisjärvede seisundi parandamiseks.....	65
4.3.1. Täiendavate uuringute vajadus	68
4.3.2. Meetmete ja uuringute maksumus ning ajakava	69
4.3.3. Sobivaim meetmete kombinatsioon.....	70
4.4. Riskid, alternatiivid ja nende analüüs.....	72
KOKKUVÕTE	74
KASUTATUD MATERJALID.....	75
LISAD	79
LISA 1. Hüdrokeemiliste analüüside tulemused 2019. a	80
LISA 2. Fütoplanktoni proovide analüüsitulemused 2019. a.....	81
LISA 3. Metazooplanktoni proovide analüüsitulemused 2019. a	82
LISA 4. Fütobentose liiginimekiri 2019. a	84
LISA 5. Suurtaimede liiginimekiri 2019. a.....	85
LISA 6. Suurselgrootute liiginimekiri 2019. a.....	87
LISA 7. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse analüüsitud veeproovide tulemused	90



SISSEJUHATUS

Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiiv (VRD) reguleerib vee kasutamise ja selle hea seisundi säilitamisega seotud seaduseid ning regulatsioone liikmesriikides. Vesi on hindamatu ressurss, mistõttu nõuab direktiiv liikmesriikidelt pingutusi ja tegevusi, et saavutada pinnavete hea keemiline ja ökoloogiline seisund.

Väike-Maarja Vallavalitsus tellis uuringu Ao ja Nõmme Vesikijärve paisjärvede seisundi ja koormusallikate analüüsi, et välja selgitada paisjärvede tervendamisevõimalused ja nende mõju allavoolu jäävatele veekogumitele.

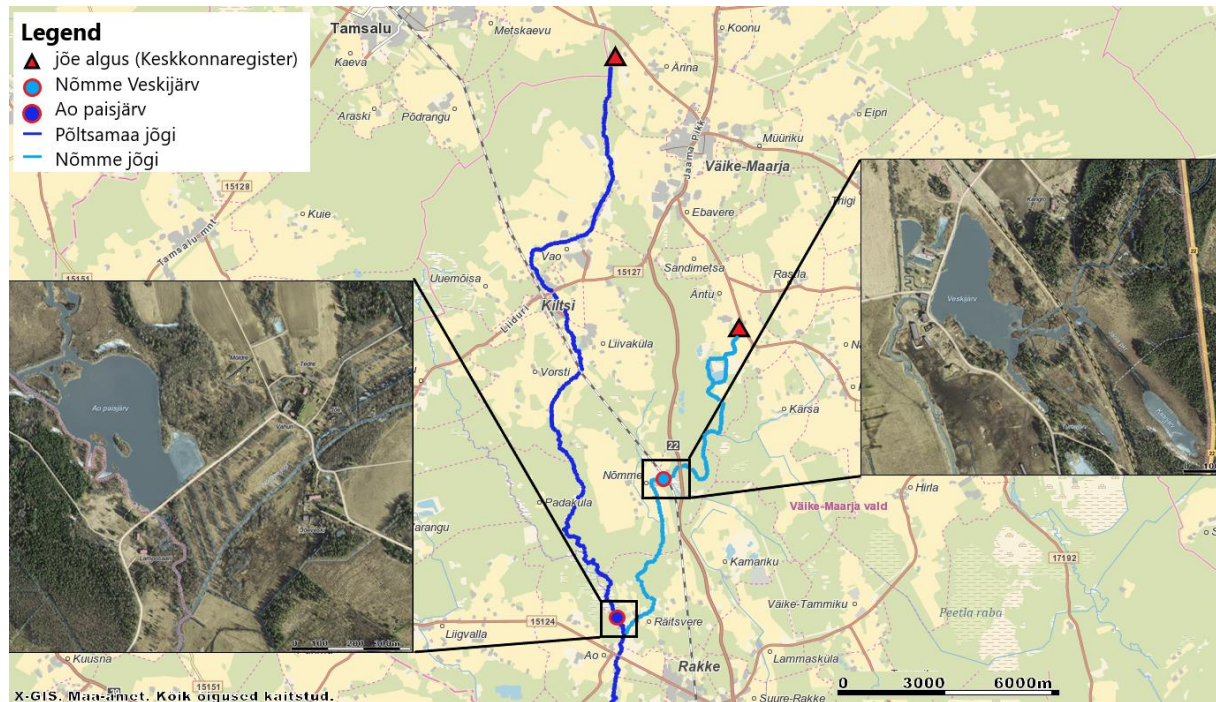
Paisjärved paiknevad Lääne-Virumaal, Väike-Maarja valla territooriumil. Ao paisjärv paikneb Põltsamaa jõel, Nõmme Vesikijärv aga Nõmme jõel, mis on Põltsamaa jõe lisajõgi. Mõlemad jõed on lõhe, jõe- ja meriforelli ning harjuse jaoks olulised elupaigad. Nõmme Vesikijärve sissevoolu vahetu ümbrus paikneb NATURA 2000 alal, ka seal on väärtuslikke looma- ja taimeliike ning elupaiku. Seetõttu on oluline paisjärved tervendada ja leida selleks sobivaimad meetmed. Töö eesmärk on seega hinnata paisjärvede mõju (allavoolu jäävale) veekogumile ning koostada meetmekava nende paisjärvede seisundi parandamiseks.

Lõpparuanne koosneb kahest osast: esimeses osas selgitatakse paisjärvede ökoloogiline seisund, koormusallikad ja funktsioneerimine ning teises osas (meetme- ja tegevuskavas) tuuakse välja võimalikud meetmed olukorra parandamiseks ning erinevate riskide analüüs.

Meetodid, mida paisjärvede uurimisel kasutati on üldtuntud, elustiku ja hüdrokeemiliste analüüside hindamine toimus vastavasisulise keskkonnaministri määrusele nr 44 (Pinnaveekogumite ..., 2009). Lisaks juhinduti Keskkonnaministeeriumi poolt koostatud juhendile „Juhend paisjärve tõttu veekeskkonnale avalduva koormuse uurimiseks“ ja muudest EL standarditest.

1. UURINGUALA ÜLDKIRJELDUS JA LÄHTEÜLESANNE

Liigendatud kaldajoonega paisjärved paiknevad Pandivere kõrgustiku lõunaosas. Ao paisjärv (VEE2066010; 85,5 m ümp) läbib Põltsamaa jõgi (VEE1030000); Nõmme Vesikijärve (VEE2092720; 91 m ümp) läbib Nõmme jõgi (VEE1030200; joonis 1.1). Põltsamaa jõe lähtest Ao paisjärveni on jõe pikkus u 20 km, Nõmme jõe lähtest (Äntu allikast) kuni Nõmme Vesikijärveni on jõe pikkus 8,1 km. 5,6 km Nõmme Vesikijärvest allavoolu liitub Nõmme jõgi Põltsamaa jõega. Mõlemad paisjärved koos jõgede ülemjooksudega asuvad Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlikul alal (NTA; LTA1000001), jõgede liitumiskohast u 700 m kaugusel asub NTA piir.



Joonis 1.1. Uuritavate paisjärvede asendiplaan (Maa-ameti kaardirakendus, autorite täiendustega).

Paisjärved on madalad, väikesed ja täitunud setetega, ent võrdlemisi kiire veevahetusega (tabel 1.1). Toiteainerikka vee ja setete tõttu on ka paisjärvedes elavad taimed ja loomad kehvast seisundis. Lämmastikurikas vesi soosib ka suurte niitrohevetikate vohamist, mistõttu suviti on veekogud kaetud roheline “matiga”. Kuna kehva funktsioneerimise tõttu on veekogumid ise mitteheas seisundis, siis on paisjärved potentsiaalsed mõjuallikad allavoolu jäävatele veekogumitele, peamiselt Põltsamaa jõele (VEE1030000). Seetõttu on oluline selgitada välja, miks on veekogumid mitteheas seisundis ja millised võiksid olla meetmed ning tegevused, et saavutada veekogumite vähemalt hea ökoloogiline seisund ja vähendada reostuskoormust allavoolu jäävale Põltsamaa jõele.

Nõmme Vesikijärve ümbruses on registreeritud mitmeid looduskaitsealuseid taime- ja loomaliike (LK III): tumepunane neuvaip (*Epipactis atrorubens*), vööthuul-sõrmkäpp (*Dactylorhiza fuchsii*), harilik käoraamat (*Gymnadenia conopsea*), pruunikas pesajuur (*Neottia nidus-avis*), suur-rabakiil (*Leucorrhinia pectoralis*) ja hännak-rabakiil (*Leucorrhinia caudalis*). Ao paisjärve sissevoolust 1 km põhja pool on registreeritud kuradi-sõrmkäpa (*Dactylorhiza maculata*; LK III) populatsioon.

Nõmme Vesikijärvest ülesvoolu paikneb NATURA 2000 Äntu loodusala (EE0060212), mille osaliseks piiriks on Nõmme jõgi. Alal kaitstakse järgnevaid elupaigatüüpe: vähekuni kesктоitelised kalgiveelised järved (3140), siirde- ja õõtsiksood (7140), allikad ja allikasood (7160), vanad loodusmetsad (*9010), rohunditerikkad kuusikud (9050) ning soostuvad ja soo-lehtmetsad (*9080). Looma- ja taimeliikidest kaitstakse karvase maarjalepa (*Agrimonia pilosa*), kauni kuldkinga (*Cypripedium calceolus*), suur-rabakiili (*Leucorrhinia pectoralis*) ja läikiva kurdsirbiku (*Drepanocladus vernicosus*) elupaika.

Paisjärved on populaarsed kalastajate seas, Nõmme Vesikijärve ühte väljavoolu kasutatakse kalakasvatuse veega varustamiseks. Ao paisjärve läbiv Põltsamaa jõgi kuulub Vao – Väike-Maarja maantee sillast Alevisaare peakraavini lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse. Nõmme jõgi kuulub kogu ulatuses samasse nimistusse. Kaladele rändevõimaluste tagamiseks on hiljuti rajatud paisudele kalapääsud.

Tabel 1.1. Ao paisjärve ja Nõmme Vesikijärve peamised morfomeetrilised ja limnoloogilised näitajad.

	Ühik	Nõmme Vesikijärv	Ao paisjärv
Valgala pindala	ha	127 100	145 000
Järve pindala	ha	5,7	10,3
Suurim sügavus	m	1	3,1
Keskmine sügavus	m	0,5	1,7
Kaldajoone liigestatus		2,2	1,86
Kaldajoone pikkus	m	1801	2958
Veevahetus	korda/a	> 25	> 25
VRD tüüp		VRD I (järved) VRD IB (jõed)	VRD I (järved) VRD IIB (jõed)
Limnoloogiline tüüp		alkalitroofne	alkalitroofne

1.1. Lähteülesanne

Töö eesmärgiks on hinnata kahe Lääne-Virumaa paisjärve (Ao ja Nõmme Vesikijärv) mõju (allavoolu jäävale) veekogumile ning koostada meetmekava nende paisjärvede seisundi parandamiseks. Uuring koosneb neljast etapist:

Sisekoormuse hindamine

Määratakse setete levikualad ja ligikaudne settekihi paksus. Hinnatakse järve setetest leostuvat fosfori sisekoormust, et selgitada tervendamise vajalikkust ning leida selleks sobivaim meetod.

Väliskoormuse hindamine

Väliskoormuse selgitamiseks kasutatakse fosfori ärakande koefitsiente maakasutus-tüübist lähtuvalt. Hinnatakse saasteainete sattumist paisjärve muudest allikatest (nt punktreostusallikad, hajukoormus jm) paisjärve vahetult valgalalt. Püsiva vooluga koormusallikatest võetakse veeproov iga potentsiaalse koormusallika suubumiskohast 4 korda aastas. Püsiva vooluta koormusallikast võetakse veeproov potentsiaalse koormusallika suubumiskohast vaid voolu olemasolul. Iga heitvee väljalasu puhul hinnatakse, kas selle suublasse juhtimiseks on väljastatud vee erikasutusluba ning kas heitvesi vastab vee erikasutusloa nõuetele. Hinnatakse, kas paisjärv on koormusallikas allavoolu jäävale veekogumile. Veeproove kogutakse paisjärve sissevoolust ja väljavoolust allavoolu vähemalt neli korda aastas.

Hüdrobioloogilise seisundi uuring

Hinnatakse Ao ja Nõmme paisjärvede ökoloogilist seisundit, et selgitada talitluse eripärasid. Selleks, et oleks võimalik hinnata meetmete mõju veekogumitele, on vaja teostada vee füüsikalise-keemiliste näitajate ja elustikurühmade (fütoplankton, fütobentos, makrofüüdid, suurselgrootud, metazooplankton, kalad) uuringud.

Meetmekava

Uuringu tulemuste kokkuvõttes esitatakse veeproovide arv ja kokkuvõtvalt kirjeldatakse saadud tulemusi. Võetud proovide tulemused võrreldakse voolu-veekogumite seisundiklassi näitajatega ning tuuakse välja probleemsed näitajad. Tulemused esitatakse koondtabelitena uuringu lisana. Koostatakse paisjärvede kaart, märkides ära proovivõtukohtad ja setete leviku. Koostatakse meetmete loetelu, mis kajastaks tegevusi paisjärvede sise- ja väliskoormuse ohjamiseks. Meetmed on konkreetseid ja realistlikud ning lähtuvad olemasolevast olukorrast ja uuringu tulemustest. Hinnatakse tervendamise tööde mahtu ning maksumust üldiselt. Koostatakse alternatiivide analüüs, mille tulemustest selguvad olukorra parandamiseks ning paisjärvede negatiivse mõju vähendamiseks kulutõhusaimad meetmed. Esitatakse ka detailne meetmete rakendamise tehniliste riskide ja kuluefektiivsuse alternatiivide analüüs.

Koostatakse riskide analüüs. Alternatiivide analüüsimisel hinnatakse, kas väljapakutud meetmeid on praktikas võimalik rakendada. Selgitatakse välja, kas meetmete rakendamisel on juriidilisi takistusi. Juhul, kui kõiki eksperdi väljapakutud keskkonnameetmeid ei ole juriidilistel või tehnilistel põhjustel võimalik rakendada, hinnatakse, kas meetmete osaline rakendamine on veekogumi seisundi parandamise või säilitamise seisukohast mõistlik ja tulemuslik. Analüüsis määratletakse eeltingimused, mida tuleb meetmete rakendamisele eelnevalt või sellega samaaegselt kindlasti täita, et saavutada paisjärvest allavoolu asuva vooluveekogumi seisundi

paranemine. Meetmete kaalumisel analüüsitakse iga meetme efektiivsust, mida on riskide analüüsi tulemuste kohaselt võimalik rakendada. Selleks hinnatakse meetme maksumust ning selle rakendamisega saavutatavat koormuse vähenemist. Arvestatakse, et koormust tuleb vähendada vaid sellisel määral, et paisjärve väljavool ei ohustaks allavoolu asuva veekogumi seisundit. Analüüsitakse ka erinevate meetmete koos rakendamise võimalust ja sellest saadavat efekti.

Koostatakse sobivaima meetmete kombinatsiooni kirjeldus, mis annab parima tulemuse. Tuuakse ära tegevuste detailne loetelu, tööde hinnangulised mahud ning eeldatav tööde teostamise ajaline järjekord. Kui paisjärvedes leitakse hüdrobioloogilise uuringu käigus kaitsealused liike, siis need andmed esitatakse uuringu aruandes. Rakendatavad meetmed lisatakse paisjärvede skeemile. Skeemile kantakse piirkonnad, kust on kavandatud setete ja/või eemaldamine, eemaldatavate koguste maht, kavandatavad keskkonnakaitserajatised, suletavad heitveelasud jms. Hinnatakse meetmete mõju veekogumi seisundile. Kirjeldatakse, milline on kavandatud meetmete mõju veekogumi seisundi parandamisele või säilitamisele. Kui seisundi halvenemist tingivad ka paisjärvega mitteseotud asjaolud, siis neid asjaolusid analüüsitakse ja kirjeldatakse.



Nõmme Veskijärve sissevool 19.03.2020 (foto R. Laarmaa).

2. METOODIKAD

2.1. Hüdrokeemia

Ao paisjärve ja Nõmme Vesikijärve vee füüsikalis-keemilisi näitajaid uuriti neljal korral: 13.05.2019, 10.07.2019, 13.08.2019 ja 09.09.2019. Veeproovid koguti paisjärvede sügavaimast kohast 0,2-0,3 meetri sügavuselt eelnevalt pestud ja järveveega loputatud plastikpudelitesse ning hoiti kuni analüüsimiseni pimedas ja jahedas. Proovivõtul lähtuti Eesti standardist EVS-ISO 5667-4. Kohapeal määrati järgmised vee füüsikalis-keemilised parameetrid: vee värvus, vee läbipaistvus ehk Secchi ketta nähtavus (SD), vee temperatuur (T), vees lahustunud hapniku sisaldus (O_2) ja küllastusprotsent ($O_2\%$), pH, elektrijuhtivus (E) ja lahustunud ainete üldsisaldus (TDS). Vee läbipaistvust mõõdeti 30 cm läbimõõduga valge Secchi kettaga ning vee värvus määrati silma järgi Secchi ketta taustal. Temperatuur, lahustunud hapniku sisaldus ja küllastusprotsent, pH, elektrijuhtivus ning lahustunud ainete üldsisaldus mõõdeti multisensoriga YSI Pro Plus. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse Tartu osakonna laboris määrati kogutud veeproovidest üldfosfori (üld-P), fosfaatide (PO_4^{3-}), üldlämmastiku (üld-N), nitraatide (NO_3^-), nitritite (NO_2^-) ja ammooniumi (NH_4^+) sisaldus, aluselisus (HCO_3^-) ning orgaanilise aine üldsisaldus keemilise hapnikutarbena (KHT_{Cr}). Kasutatud analüüsimeetodid on vastavuses Eesti ja rahvusvaheliste standarditega (tabel 2.1.1).

Tabel 2.1.1. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse Tartu osakonna laboris kasutatud meetodite vastavus Eesti ja rahvusvahelistele standarditele.

Määratav näitaja	Meetod (standardi number)	Ühik
Üld-P	ISO 15681-2	mg/l
PO_4^{3-}	ISO 15681-2	mgP/l
Üld-N	ISO 29441	mg/l
NO_3^-	EVS-EN ISO 13395	mgN/l
NO_2^-	EVS-EN ISO 13395	mgN/l
NH_4^+	EVS-EN ISO 11732	mgN/l
HCO_3^-	EVS-EN ISO 9963-1	mg/l
KHT_{Cr}	EVS-ISO 15705	mgO/l

Paisjärvede seisundi hinnang koostati füüsikalis-keemiliste näitajate (pH, üld-P, üld-N ja SD) väärtuste aritmeetiliste keskmiste põhjal (tabel 2.1.1), arvestades VRD nõudeid (Veepoliitika..., 2002) ja keskkonnaministri määrust nr 44 (Pinnaveekogumite..., 2009). Ao paisjärv ja Nõmme Vesikijärv on mõlemad kalgiveelised ning kuuluvad VRD järgi I tüüpi.

Tabel 2.1.2. Seisuveekogude pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside piirid füüsikalise-keemiliste seisundinäitajate väärtuste järgi. Tüüp I – kalgiveeline järv (andmete aritmeetiline keskmine).

Seisundinäitaja	Ühik	Väga hea	Hea	Kesine	Halb	Väga halb
pH		7–8,5	7–8,5	<7 või >8,5	<7 või >8,5	<7 või >8,5
Üldfosfor	mg/l	<0,01	0,01–0,02	>0,02–0,03	>0,03–0,05	>0,05
Üldlämmastik	mg/l	<1,5	1,5–2,5	>2,5–3,5	>3,5–4,5	>4,5
Läbipaistvus	m	>6	4–6	3–<4	2–<3	<2

2.2. Fütoplankton

Fütoplanktoni ja klorofüll a (Chla) proovid koguti Ao paisjärvest ja Nõmme Vesikijärvest neljal korral: 13.05.2019, 10.07.2019, 13.08.2019 ja 09.09.2019.

Kvalitatiivsed proovid koguti Apsteini planktonvõrkudega (silma suurus 20 ja 48 µm) vertikaalselt veesambast ja paadi järeleveol. Kvalitatiivsed proovid koguti liigilise koosseisu määramiseks ja liikide arvu kindlakstegemiseks. Kvantitatiivsed proovid võeti järve sügavaimast osast Limnos-tüüpi batomeetriga ning fikseeriti Lugoli lahusega (joodi ja kaaliumjodiidi lahus). Proovide kogumisel kasutati proovivõtustandardi (EVS-EN 16698:2015) meetodit. Kameraaltöötluks kasutati Utermöhli meetodikat (1958), mis on EL standard (EVS-EN 16695:2015). Igast proovist sadestati 3 ml loenduskambris ja rakud loendati invertmikroskoobi Nikon Eclipse Ti abil, sõltuvalt vetikate suurusest suurendustel 10 x 40, 10 x 20 ja/või 10 x 10 (või 16). Biomass arvutati vetikate ruumalade mõõtmise kaudu (Hillebrand *et al.*, 1999). Vetikate erikaaluks võeti 1.

Pigmentide, klorofüll (Chla, Chlb, Chlc) ja karotinoidide (Car) sisaldused määrati spektrofotomeetriliselt 96% etanooli ekstraktis (kaks paralleelproovi) ja arvutati Jeffrey & Humphrey (1975), Lorenzeni (1967) ning Stricklandi & Parsons (1972) võrrandite järgi.

Tabelis 2.2.1 on esitatud fütoplanktoni näitajate klassifikatsioon vastavalt Veepoliitika Raamdirektiivile (Veepoliitika..., 2002). Ao ja Nõmme Vesikijärve seisundit fütoplanktoni alusel hinnatakse I järvetüübi alusel. Seisundi hindamiseks kasutati Chla sisaldust (Chla), fütoplanktoni koondindeksit (FKI), ühtluse indeksit (J). Koosluse kirjeldust (FPK), mida teistes tüüpides kasutatakse, küll analüüsiti, kuid ei kasutatud fütoplanktoni alusel ökoloogilise seisundi hindamisel. Chla ja liikide arvu hindamisel kasutati troofsusklassifikatsiooni Kõvaski ja Miliuse (1982) kriteeriumide järgi, kuid veidi muudetud kujul, arvestades hilisemaid uurimistulemusi (tabel 2.2.2). Järvede seisundi hindamisel fütoplanktoni alusel kasutati ka ekspertarvamusi (näiteks indikaatorliike, dominantliikide vaheldumist kasvuperioodi jooksul jne).

Nygaardi fütoplanktoni koondindeks esitati siin modifitseeritud kujul (Ott & Laugaste, 1996), kohandatuna Eesti oludele. Fütoplanktoni koondindeks (FKI) arvutati järgmise valemi järgi:

$$FKI = \frac{Cy. + Chloroc. + Centr. + Eugl. + Cryp. + 1}{Desm. + Chr + 1},$$

kus liikide arv rühmiti: *Cy.* – sinivetikad, *Chloroc.* – algrohevetikad, *Centr.* – ketasrännivetikad, *Eugl.* – silmviburvetikad, *Cryp.* – neelvetikad, *Desm.* – ikkesvetikad, *Chr.* – koldvetikad.

Ühtluse indeks (J; Pielou, 1975) arvutati Shannoni liigierisusindeksi kaudu järgmiselt:

$$J = \frac{H'}{H'_{max}}$$

H' – Shannoni liigierisus,

H'_{max} – teoreetiline liigierisus (biomass, mis jaguneks ühtlaselt proovis leitud liikide vahel).

J väärtused jäävad vahemikku 0-1. Skaala on jaotatud võrdselt igas järvetüübis viide klassi ja seisundikriteeriumid on kõigis järvetüüpides samasugused (tabel 2.2.1). Ühtluse indeks on bioloogilise seisundiga võrdeline – mida suurem J väärtus, seda parem bioloogiline seisund. Fütoplanktoni koosluse hindamiskriteeriumide kirjeldused on tabelis 2.2.1.

Tabel 2.2.1. Fütoplanktoni näitajate kriteeriumid VRD I järvetüübis.

Kvaliteediklass	Chla, µg/l	FPK	FKI	J
Väga hea	<1	ei kasutata	<2	0,81-1,00
Hea	1-2		2-4	0,61-0,80
Kesine	2-3		>4-7	0,41-0,60
Halb	3-5		>7	0,21-0,40
Väga halb	>5		>7	0,00-0,20

Tabel 2.2.2. Fütoplanktoni näitajate hindamiskriteeriumid. * - liikide arv on hüpertroofsetes järvedes sageli madal. FLA – liikide arv loendusproovis.

Parameeter	Ühik	Madal, oligotroofne	Keskmine, mesotroofne	Kõrge, eutroofne	Ülikõrge, hüpertroofne
Biomass	mg/L	< 3	3-15	15-30	> 30
FLA		< 20	21-40	41-60	> 61*
FKI		< 2	2-5	5-7	>7
Chla	µg/L	<7	7-25	25-50	>50

2.3. Zooplankton

Zooplanktoni seisundi hindamiseks koguti proovid Limnos-tüüpi batomeetriga, integraalselt erinevatelt sügavustelt järve sügavast kohast. Zooplanktoni koosluse analüüsimiseks vajaliku proovi saamiseks kurnati vähemalt 20 liitrit vett läbi 48 µm silmaläbimõõduga Apsteini planktonivõrgu. Proov fikseeriti Lugoli lahusega (jood-kaaliumjodiidi hapestatud lahus) ja analüüsiti Bogorovi kambris invertmikroskoop Nikon Eclipse Ti all. Proovide kogumisel kasutati proovivõtustandardi (EVS-EN 15110:2006) meetodeid, proovide edasisel analüüsimisel laboris ka zooplanktoni kvantanalüüsi (Киселев, 1956) meetodeid. Ka varasemate uuringute jaoks kogutud proovide kogumisel ja analüüsimisel on kasutatud sarnaseid meetodeid, seetõttu on ka varasemate perioodide tulemused tänapäevastega võrreldavad.

Proovis olevad taksonid määrati (40x-100x suurenduse juures), koguproovist loendati kuni 3 alamproovi. Arvukus saadi zooplankterite loendamisel kindlas koguses vees. Biomassi määramiseks mõõdeti võimalusel 20 isendit igast liigist (vormist), pikkuste alusel arvutati zooplankterite individuaalsed kaalud (Dumont *et al.*, 1975; Ruttner-Kolisko, 1977). Loomade arvukuste ja kaalude põhjal arvutati zooplanktoni biomass. Nende meetodite põhjal leiti arvukuses ja biomassis domineerivad taksonid ning rühmade (*Rotatoria*, *Copepoda*, *Cladocera*) protsentuaalne osakaal biomassist (Clad%BM, Cop%BM ja Rot%BM) ja arvukusest (Clad%A, Cop%A ja Rot%A). Biomassi ja arvukuse hindamiseks kasutati järgmist skaalat:

	Biomass (g/m ³)	Arvukus (tuh is/m ³)
madal	< 1	< 50
keskmine	1 - 3	50 - 100
kõrge	> 3	> 100

Vastava metoodika puudumise tõttu hinnatakse zooplanktoni ökoloogilist seisundit liigilise koosseisu ja selle muutuste ning dominantliikide indikaatorväärtuste järgi. Indikaatorväärtused põhinevad peamiselt A. Mäemetsa (1980) loodud klassifikatsioonil, ent ka uuematel andmetel (ekspertarvamusena).

2.4. Fütobentos

Uuritud paisjärvede seisundit hinnati kolme ränivetikaindeksi järgi, mida kasutatakse Eesti vooluvete ökoloogilise seisundi hindamisel:

1. IPS – Indice Polluosensitivité Spécifique (Specific Polluosensitivity Index) (Coste in CEMAGREF, 1982)
2. WAT – Watanabe indeks (Watanabe *et al.*, 1990)
3. TDI – Trophic Diatom Index (Kelly & Whitton, 1995)

Kasutatud metoodika on kooskõlas Euroopa Liidu standarditega fütobentose kasutamise kohta vooluvete seisundi hindamisel (EN 13946: 2003; EN 14407:2004).

Bentiliste ränivetikate proovid koguti Ao paisjärvest ja Nõmme Vesikijärvest 27.08.2019 makrofüütidelt (kollane vesikupp ja/või tarnad). Üks proov koosnes (vähemalt) 5-lt erinevalt veest korjatud taimelt. Proov koguti nii hambaharjaga pestes, kui käte vahel pigistades. Saadud heljum fikseeriti etanooli lahusega (ca 70%).

Laboratooriumis töödeldi proove H₂O₂-ga (30%-line), et eemaldada orgaaniline aine. Seejärel lisati HCl, et vabaneda kaltsiumkarbonaatidest ning seejärel pesti korduvalt destilleeritud veega proove vahepeal tsentrifuugides, kuni vabaneti vesinikperoksiidi jääkidest. Saadud suspensioonist, mis sisaldas puhtaid vetikate ränipantsereid valmistati püsipreparaadid. Selleks kasutati spetsiaalset vaiku "Naphrax". Igast proovist määrati ja loendati vähemalt 400 ränivetika raku süstemaatiline kuuluvus. Dominandiks loeti takson, mille suhteline arvukus on >25%, subdominandiks (arvukaks) on takson, mille suhteline arvukus on >10% (Timm & Vilbaste 2010).

2.5. Suurtaimed

Ao paisjärvel ja Nõmme Vesikijärvel teostati suurtaimestiku seire 27. augustil 2019. a.

Paisjärvedel läbiti paadiga kogu kaldajoon ning tehti iga 150-200 meetri tagant profiile. Igal profiilil (uuritav ala, mis algab veepiirist ning ulatub veesisese taimestiku maksimaalse levikusügavuseni) registreeriti veetaimestiku liigiline koosseis, liikide ohtrused ning nende maksimaalsed levikusügavused. Eraldi hinnati ka suurte niitvetikate ohtrust. Töövahendina kasutati mõõtudega nõõri otsas taimekonksu. Veetaimestiku ja selles aset leidnud muutuste kirjeldamiseks jagati taimed kolme erinevasse ökoloogilisse rühma – kaldaveetaimed, ujulehtedega ja ujutaimed ning veesisesed taimed. Liikide ohtruse hinnangud anti veetaimede ökoloogiliste rühmade jaoks eraldi. Ohtrusi hinnati vastavalt Braun-Blanquet (1964) skaalale (1-5), mis omab järgmisi väärtusi:

- 1 – kohati üksikud taimed või väikesed kogumikud;
- 2 – siin-seal mõõdukal hulgal;
- 3 – sageli kohatav, keskmisel hulgal;
- 4 – palju, dominant või subdominant;
- 5 – massiliselt leviv dominant.

Hindamisparameetrid

Vastavalt Veepoliitika Raamdirektiivi nõuetele (Pinnaveekogumite..., 2009), kasutati järvede bioloogilise seisundi hindamisel konkreetsele järvetüübile iseloomulikke veetaimestiku kriteeriume. Järve seisundi koondhinnang määrati tüübispetsiifiliste taimestiku näitajate alusel. Koondhinnangu andmisel arvestati ka varasema uurimisaasta andmetega ning selle määramisel arvestati kõiki näitajaid.

Bioloogilise seisundi hindamisel kasutati taimestiku indikaatorliikidena vaid ujulehtedega ja veesiseseid taimi ning niitrohevetikaid. Indikaatorliigid järjestati nende ohtruse alusel. Koondhinnang saadi erinevate taimestiku näitajate väärtuste aritmeetilise keskmise arvutamisel.

2.6. Suurselgrootud

Proovid võeti 14. mail 2019. a 0,3-0,4 m sügavusest veest. Põhi oli mõlemas veekogus mudane ja detriidine (proovipunkt Ao paisjärves 59,0067 N ja 26,2081 E; Nõmme Vesikijärves 59,0426 N ja 26,2267 E). Suurselgrootuid püüti nelinurkse standard-kahvaga (raami serva pikkus 25 cm, sõelaava läbimõõt 0,5 mm, varre pikkus 1 m) (EVS-EN ISO 10870:2012). Proov koosnes 5 juhuslikult paigutatud 1 m pikkusest tõmbeproovist tüüpilisel põhjal ning kvalitatiivsest proovist (Johnson, 1999; Medin *et al.*, 2001). Kvalitatiivne proov üritati võtta võimalikult mitmekesine, kõigist erinevatest elupaikadest. Püütud materjal fikseeriti kohapeal 96% piirituses. Loomad loendati ja määrati laboris stereomikroskoobi all (suurendus 7-40 korda), võimalusel enamasti liigini (Timm, 2015 järgi).

Seisundi iseloomustamiseks hinnati taksonite üldarv koos kvalitatiivse prooviga (taksonirikkus), Shannoni erisusindeks H' (Johnson, 1999), ASPT indeks (Armitage *et al.*, 1983), EPT indeks ehk *Ephemeroptera*, *Plecoptera* ja *Trichoptera* (ühapäevikuliste, kevikuliste ja ehmesiivaliste) taksonite arv proovis (Lenat, 1988) ning Taani vooluvete fauna indeks DSFI (Skriver *et al.*, 2000). Indeksite väärtused on seisundiga võrreldes. Taksonierisust hinnati viie jala- või tõmbeproovi alusel, muude indeksite puhul arvestati ka kvalitatiivset proovi.

Seisundi koondhinnang (indeksite põhjal) anti Pinnaveekogumite... (2009) ning Timm & Vilbaste (2010) järgi. Igale indeksile omistati saadud seisundiväärtusele vastav punktide arv: 5 (väga hea), 4 (hea), 2 (kesine) ja 0 (halb või väga halb). Halb ja väga halb seisund üksiku indeksi tasemel võrdsustati, sest nende eristamiseks pole piisavalt andmeid. Seejärel iga proovikoha viie indeksi punktid summeeriti. Seisundi hinnang anti kahel erineval viisil:

- 1) nii nagu uuritav veekogu kuuluks vooluvete hulka (väikesed kiirevoolulised jõed lubjakivi aluspõhjaga aladel), ning
- 2) nii nagu ta kuuluks järvede hulka (kalgiveeline tüüp).

Hüdromorfoloogilise seisundi iseloomustamiseks kasutati Eesti originaalmaterjalil koostatud, voolukiirust ja põhja iseloomu näitavat indeksit MESH (*Macroinvertebrates in Estonia: Score of Hydromorphology*, Timm *et al.* 2011). Mida suurem väärtus loomaliikide järgi, seda kiirem vool ja kõvem põhi. MESH jaoks pole seni seisunditasemeid kehtestatud ja võimalik on ainult tema võrdlemine eri tüüpi veekogude vahel. Küll on tema kasutamine õigustatud eelkõige paisjärvedes, kus nii voolukiirus kui ka põhja iseloom on tugevasti muutunud.

2.7. Kalad

Kalastiku uuring toimus Ao paisjärvel ja Nõmme Vesikijärvel 17.-18.09.2019. a. Seirepüük toimus maaülikooli ihtüoloogi Teet Krause koostatud meetodil (Krause, 2017). Püügiks vette paigutatud võrguliini otspunktid (tabel 2.7.1) olid märgistatud nõuetekohaste lippudega. Mõlema paisjärve püügikoht osutus olema madalama veega kui 1 m. Püük kestis vähemalt 12 tundi ja püügiaja sisse jäid nii päikese loojang kui päikese tõus. Püütud kalad määrati liigini, kaaluti ja mõõdeti labori tingimustes värskelt.

Tabel 2.7.1. Nõmme Vesikijärve ja Ao paisjärve püügipiirkonnad.

	Ao paisjärv	Nõmme Vesikijärv
Püügipiirkonna otsmised koordinaadid	59°00.526'N; 026°12.359'E 59°00.425'N; 026°12.447'E	59°02.528'N; 026°13.751'E 59°02.605'N; 026°13.671'E

Vanusmäärangud tehti puhastatud luustruktuuridelt binokulaari 16x suurenduse all. Enam kui 50 ha pindalaga VRD II ja VRD III tüüpi järvede seisundi hindamiseks väljatöötatud näitajad ja hinnangud on piiritletud „Eesti väikejärvede hüdrobioloogiline seire“ 2016. a lõpparuandes. Käesolevas aruandes tõlgendame kalastiku seisundi indeksit (ÖKS) indeksina EQR3,5. Uuringud viisime läbi vastavalt direktiivi 2000/60/EC lisa 1.2.5. (Oluliselt muudetud või tehisveekogu maksimaalse, hea ja keskmise ökoloogilise potentsiaali määratlused) alusel, millest johtuvalt hindame paisjärvede ökoloogilist potentsiaali kolmes hindeklassis: 'maksimaalne ökoloogiline potentsiaal', hea ökoloogiline potentsiaal ja 'keskmine ökoloogiline potentsiaal'.

2.8. Sisekoormus

Välitööd paisjärvede settelasundi kirjeldamiseks teostati 18-19. august 2019 vastavalt Keskkonnaministeeriumi juhendile („Juhend paisjärve tõttu veekeskkonnale avalduva koormuse uurimiseks“). Setteuuringute proovipunktide asukohad on märgitud allpool toodud kaartidel (joonistel 2.8.1-2.8.2 ja tabelites 3.1.8.1-3.1.8.2).



Joonis 2.8.1. Setteuuringute jaoks valitud proovipunktide (P1, P2) asukohad Ao paisjärvel.



Joonis 2.8.2. Setteuuringute jaoks valitud proovipunkti (P1) asukoht Nõmme Vesikijärvel.

Sette levikualade ja settekihi paksuse määramiseks kasutati raudvarrastega vene turbapuuri (kogumiskannu pikkus 50 cm), mis suruti paadist käsitsi settesse. Mõõtepunkte oli Ao paisjärvel 45 ja Nõmme Vesikijärvel 26, ehk 5tk/ha. Settelasundit kirjeldati hinnates selle veesisaldust, lõimist (muda, savi, liiv, kruus), värvust ning lagunemata karbi- või taimejäänuste esinemist. Settelasundi paksus määrati kuni turbapuuriga läbistamatu mineraalse setteni (liiv, kruus, kivid).

Proovivõtt. Paisjärvedest leostuva fosfori sisekoormuse osakaalu hindamiseks võeti setteproovid 19. augustil 2019. Ao paisjärvel võeti sete 2 ja Nõmme Vesikijärvel 1 proovipunkti, ehk vastavalt juhendile 2tk/10ha. Proovipunktide asukohad määrati pärast settelasundi levikualade ja paksuse uuringuid. Setteuuringute proovipunktide asukohad on märgitud allpool toodud kaartidel (joonis 2.8.3-2.8.4), mille koostamiseks on kasutatud *Google Earth* kaardirakendust. Setteproovide kogumiseks kasutati Uwitec- ja Willner tüüpi settepuure, mille abil saadi 6-7 cm läbimõõduga proovid koos sette pinna kohal oleva veekihiga.

Laboratoorsed analüüsid. Sette keemilise koostise määramiseks lõigustati puursüdamikud 2-5 cm paksusteks kihtideks. Sete säilitati kuni analüüside läbiviimiseni 4 °C juures pimedas (külmikus), et hoida ära muutusi sette keemilises koostises. Setteproovid homogeniseeriti enne analüüside teostamist.

Sette keemilised parameetrid. Laboratoorsete analüüside käigus määrati kõigist settekihtidest kuivaine, orgaanilise aine, karbonaatide ja terrigeense aine sisaldus. Kuivainesisalduse määramiseks kuumutati setet 105 °C juures 24 h jooksul. Kuivaine sisaldus arvutati kuivatamiseelse- ja järgse kaalutise vahena. Orgaanilise aine sisaldus määrati pärast õhkuiva sette põletamist 520 °C juures 5 tunni jooksul. CaCO_3 sisalduse määramiseks kuumutati setet edasi 950 °C juures 2 tunni jooksul. Põletamisel tekkinud kaalukadu omistati karbonaatidest eraldunud süsihappegaasi kaalule, mille kaudu arvutati karbonaatide sisaldus — kokkuleppeliselt väljendades

sesta kaltsiumkarbonaadina (Heiri *et al.*, 2001). Terrigeense aine sisalduse leidmiseks lahutati õhkkuiva sette kaalust orgaanilise aine ja kaltsiumkarbonaatide kaal.

Veekogu setetes esineb fosfor erinevates keemilistes vormides ehk nn. fraktsioonides. Fosforifraktsioonide levinuimaks määramise meetodiks on keemiline ekstraheerimine, mille käigus lisatakse settele erinevaid lahuseid ja eemaldatakse erinevad fosforivormid (tabel 2.8.2). Fraktsioone määrati pindmisest homogeniseeritud settekihtides, kasutades Psenner *et al.* (1984) fraktsioneerimisskeemi modifitseeringut (Hupfer *et al.*, 1995). Fosforikontsentratsioonid igas lahuses määrati spektrofotomeetriliselt Murphy & Riley (1962) molübdeensinise värvusreaktsiooni meetodil.

Tabel 2.8.2. Fosfori fraktsioonid vastavalt Psenner *et al.* (1984) skeemile (modifitseeritud Hupfer *et al.*, 1995 poolt).

Lühend	Fraktsioon	Kirjeldus
Labiilne-P	NH ₄ Cl-SRP	labiilne ja nõrgalt seotud fraktsioon, kergesti vabanev fosfor
Fe-P	BD-SRP	rauaühenditega seotud fosfor
Al-P	NaOH-SRP	alumiiniumühenditega seotud fosfor
Org-P	NaOH-NRP	orgaanilise ainega seotud fosfor
Ca-P	HCl-TP	peamiselt kaltsiumühenditega seotud fosfor
Jääk-P	Residual-P	orgaaniline ja raskestilahustuv fosforifraktsioon

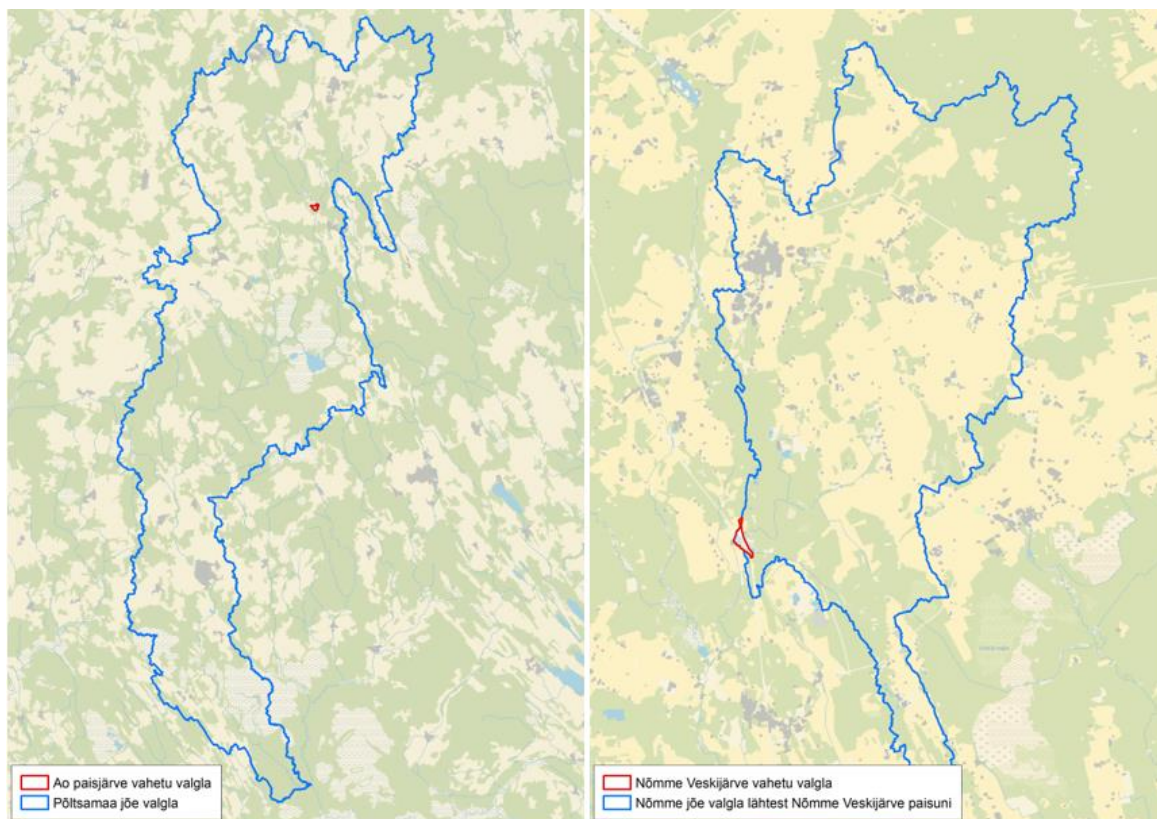
Inkubatsioonikatse. Settefosfori inkubatsioonikatse jaoks kasutati kahest järvest kogutud settepuursüdamikke. Settest vette lekkivate ainekoguste määramiseks inkubeeriti settetorusid 87 päeva 4°C juures (hapniku juurdepääsuta). Inkubatsiooniperioodi jooksul vabanevate fosforihulkade hindamiseks määrati enne ja pärast katset sette kohal olevas vees lahustunud fosfaatioonide sisaldus spektrofotomeetriliselt molübdeensinise meetodil Murphy ja Riley (1962).

2.9. Väliskoormus

2.9.1. Toiteainete ärakanne järvede valgalalt

Paisjärvede valgalad on kujutatud joonisel 2.9.1.1, paisjärved koos vahetu valglaga moodustavad valgalast väga väikese osa.

Koormust valgalalt saab hinnata fosfori ärakannde koefitsientide ja maakasutuse tüüpide järgi (metoodika ja koefitsiendid on toodud aruannetes lital & Loigu, 2007; Hajukoormuse..., 2013). Ärakannde koefitsiendid erinevatelt maakatte tüüpidelt on toodud tabelis 2.9.1.1.



Joonis 2.9.1.1. Paisjärvede valgalad.

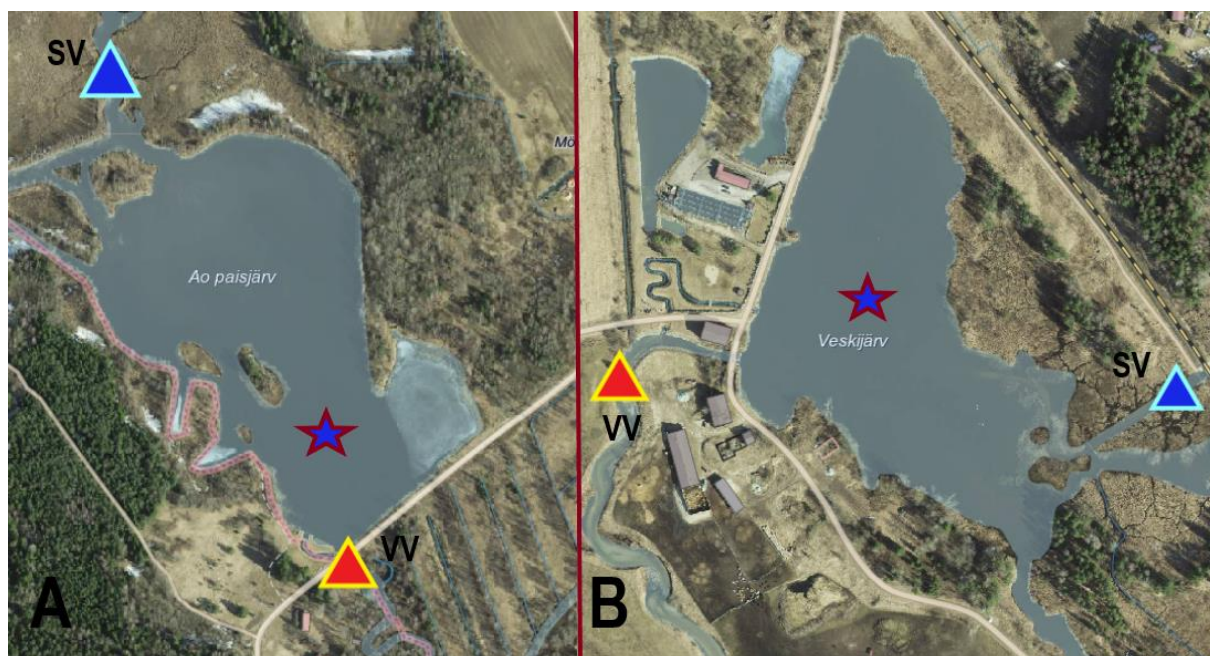
Tabel 2.9.1.1. Lämmastiku (N) ja fosfori (P) ärakannde koefitsiendid erinevate maakatte tüüpide kohta (Hajukoormuse..., 2013 järgi).

Maakatte tüüp	N koefitsient	P koefitsient
Põllumaa	20,00	0,24
Segamets	2,90	0,10
Okasmets	1,50	0,06
Üleminekulised metsaalad soodes	2,00	0,10
Rohumaa	3,00	0,12
Karjamaa	3,00	0,12
Veekogud	4,50	0,00

2.9.2. Paisjärvede mõju teistele veekogumitele

Punktreostus- ja hajureostusallikate tuvastamiseks korraldati paikvaatlused paisjärvede osavalgalatel kord kvartalis. Vee- ja ainebilansi koostamiseks ja koormuse hindamiseks koguti perioodil 26.03.2019-09.09.2019 pisteliselt veeproove ning mõõdeti vee füüsikalise-keemilise parameetreid. Koormuse hindamisel kasutatakse üldtuntud meetodeid (Cooke *et al.*, 2005, Maastik, 2006; Juhend ..., 2005), tulemus esitatakse Vollenweideri (1975) mudelil.

Veeproovide kogumise kohad on toodud joonisel 2.9.2.1., proovivõtukohtade koordinaadid tabelis 2.9.2.1. Veeproovidest määrati järgnevad näitajad: üldfosfor ($P_{\text{üld}}$), fosfaadid, üldlämmastik ($N_{\text{üld}}$), ammoonium (NH_4), orgaanilise aine (BHT_5) ja kollase aine sisaldus, aluselisus (HCO_3), keemiline hapnikutarve (KHT). Sisse- ja väljavoolus määrati kohapeal veest järgnevad näitajad: vee temperatuur, värvus, läbipaistvus, hapnik (küllastus % ja kontsentratsioon), pH, elektrijuhtivus, lahustunud mineraalainete sisaldus (TDS). Veeproovid koguti ning näitajad määrati samamoodi, nagu on kirjeldatud peatükis 2.1. Kollase aine sisalduse määramise meetodika vastab standardile STJ nr. V30 ja BHT_5 määramine standardile EVS-EN 1899-2.



Joonis 2.9.2.1. Proovivõtukohtad paisjärvedel A) Ao paisjärv ja B) Nõmme Veskijärv. Legend: SV - sissevool, VV - väljavool, ☆ füüsikalise-keemiliste parameetrite ja planktoni proovivõtukoht paisjärvedes (Maa-ameti kaardirakendus, 2020).

Tabel 2.9.2.1. Proovivõtukohtade (sisse- ja väljavoolu mõõdistused, planktoni ja hüdrokeemia proovid) asukohtade koordinaadid.

	Ao paisjärv		Nõmme Veskijärv	
	X	Y	X	Y
SV - sissevool	6543385.2	626579.6	6546940.9	628116.1
Paisjärv	6543055.6	626803.3	6547007.8	627878.0
VV - väljavool	6542908.0	626827.1	6546953.0	627687.7

2.10. Meetme- ja tegevuskava

Meetmekava koostamisel lähtuti limnoloogilistest eeluuringutest aruande esimeses osas, mis hõlmas paisjärvede uuringuid 2019. a.

Meetmekavas antakse üldine ülevaade kliimamuutuste mõjust madala ja karedaveelise järve funktsioneerimisele. Hinnatakse järve rekreatiivset kasutamist ja koormustaluvust.

Tausta- ja üldandmetena kasutati ka erinevates andmebaasides olevaid avalikke materjale (nt Eesti eluslooduse infosüsteem EELIS, Keskkonnaregister, Keskkonnaseire infosüsteem KESE, VeeVeeb, Maa-ameti geoportaal, Metsaportaal, Keskkonnaameti avalik inforegister ja PRIA põllumassiivide kaart), lisaks kinnitatud ja kehtivaid dokumente ning arengukavades toodud infot.

3. TULEMUSED

3.1. AO PAISJÄRV



3.1.1. Hüdrokeemia

2019. a oli vesi kollast värvi ning põhjani (1 m) läbipaistev. Orgaanilise aine sisaldus vees oli väike, KHT_{Cr} oli 15-18 mgO/l. Madaluse tõttu oli veesammas segunenud ning hapnikuolud järves head. Vesi oli hapnikuga kergelt alaküllastunud ($\text{O}_2\%$ 86-97), augustis ja septembris kergelt üleküllastunud ($\text{O}_2\%$ 104-128). Vesi oli nõrgalt aluseline, vee pH oli 8,1-8,4.

Fosforisisaldus oli kalgiveelise järve kohta kõrge, üld-P oli 0,018-0,044 mg/l. Sellest moodustasid umbkaudu poole fosfaadid (PO_4^{3-} 0,007-0,021 mgP/l). Lämmastiku-sisaldus oli samuti kõrge, üld-N oli 2,2-4,5 mg/l, millest moodustasid enamuse nitraadid (NO_3^- 2,1-3,6 mgN/l). Nitritite sisaldus oli madal (NO_2^- 0,016-0,033 mgN/l). Ammooniumi sisaldus oli samas kõrge (NH_4^+ 0,048-0,14 mg N/l), välja arvatud maikuus. Toiteainete sisaldused vähenesid kevadest sügise suunas.

Aluselisuse ja elektrijuhtivuse põhjal oli vesi väga kare (HCO_3^- 316-339 mg/l ja elektrijuhtivus 404-437 $\mu\text{S/cm}$).

Ao paisjärv (VRD tüüp I) on kalgiveeline järv. Järve seisund oli pH (8,2) järgi väga hea, üld-N (3,2 mg/l) järgi kesine ning üld-P (0,032 mg/l) järgi halb. Läbipaistvuse põhjal ei saanud seisundit hinnata, sest vesi paistis põhjani läbi. Seisundi koondhinnang füüsikalise-keemiliste näitajate järgi oli kesine.

3.1.2. Fütoplankton

Ao paisjärve fütoplanktoni kujunemist mõjutavad väga oluliselt kiire veevahetus, taimestikurikkus, niitjate makrovetikate rohkus ja väga kare vesi. Üldistatult võib kirjutada, et seisuveekogudele omane fütoplankton puudub. Proovides määratud ja loendatud liigid on valdavas enamuses kas bentilise või epifüütse päritoluga (vt ptk 3.1.4), kuigi proovi kogumise ajal olid veesambas. Mikrovetikate kogused on kõikidel vaatluskordadel olnud väga väikesed nii klorofüllis sisalduse kui ka biomassi järgi (tabel 3.1.2.1; lisa 2). Kuna hinnangut antakse VRD I järvetüübi järgi (väga kareda veega järved), siis on arusaadav, miks ka väikesed väärtused annavad mais ja juulis kesise hinnangu. Peamised primaarprodutsendid on suurtaimed, makroniitvetikad (vt. foto 3.1.2.1 ja 3.1.2.2), bentilised mikrovetikad. Enamasti moodustab suure osa esmasprodutsentidest mikrovetikate hõljum (fütoplankton), kuid antud juhul on nende osakaal marginaalne.

Fütoplanktoni liikide arv oli väike kuni keskmine. Enam oli ränivetikaid. Mõned tavaliselt järvedes esinevad suuremad taksonoomilised rühmad puudusid hoopis - dinofüüdid, konjugaadid. Kindlalt domineerisid nii arvukuses ja biomassis sulgränivetikad kogu vaatlusperioodil. Suvel olid küll proovis arvukad niitjad bentilised sinivetikad (*Oscillatoria limosa* ja *O. curviceps*; foto 3.1.2.3).

VRD nõuetekohase ökoloogilise seisundi hinnang oli mikrovetikate alusel kesine.

Tabel 3.1.2.1. Ao paisjärve fütoplanktoni näitajate väärtused 2019. a.

Näitaja/Kuupäev	13.05.2019	10.07.2019	13.08.2019	09.09.2019
Klorofüll a sisaldus, mg/m ³	2.7	2.26	1.1	1.0
Ühtluse indeks	0.80	0.56	0.63	0.85
Koondindeks	5.0	9.0	10.0	5.0
Liikide arv	43	24	33	29
Biomass, g/m ³	0.417	0.392	0.351	0.121
Sinivetikad, g/m ³	0.093	0.193	0.001	0.000
Ränivetikad, g/m ³	0.190	0.100	0.275	0.103
Rohevetikad, g/m ³	0.040	0.001	0.065	0.000
Koldvetikad, g/m ³	0.028	0.000	0.000	0.000
Neelvetikad, g/m ³	0.047	0.099	0.007	0.018
Silmviburvetikad, g/m ³	0.019	0.000	0.004	0.000
Koondhinnang	kesine	kesine	kesine	hea

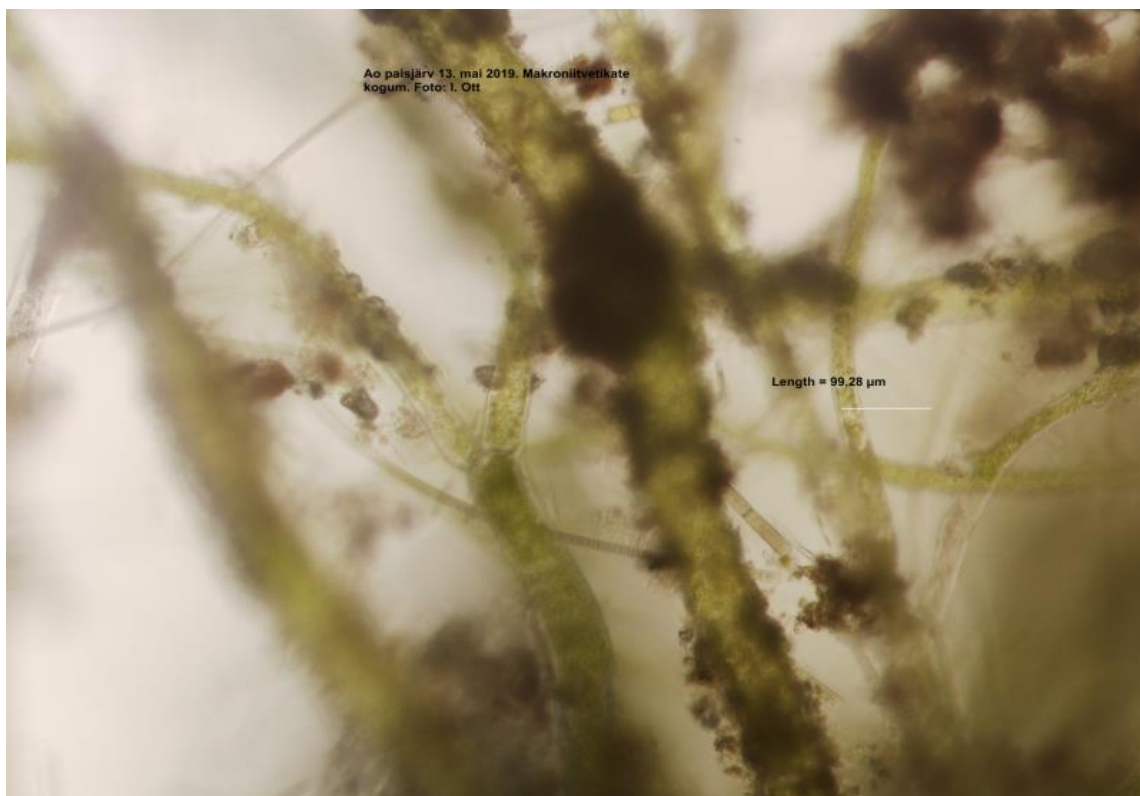


Foto. 3.1.2.1. Ao paisjärve makroniitvetikad (karevetikas – *Cladophora* sp.; 13.05.2019) mikroskoobis 200x suurenduse juures (foto I. Ott).



Foto 3.1.2.2. Ao paisjärves lagunev makroniitvetikate mass väljavoolu lähedal 13.05.2019. (foto I. Ott).



Foto 3.1.2.3. Sinivetikad (*Oscillatoria* sp.) Ao paisjärves 10.07.2019. a (foto I. Ott).

3.1.3. Zooplankton

Ao paisjärv paikneb Põltsamaa jõel. Paisjärv on madal, kihistumata ja kareda veega tehiskult muudetud veekogu (TMV). Integraalsed proovid koguti järve sügavast kohast 10.07.2019. a. ja 09.09.2019. a. Analüüsitud proovide üldtulemused on toodud tabelis 3.1.3.1., liiginimekiri lisas 3. Ao paisjärve zooplanktoni arvukus ja biomass olid mõlemal uurimiskorral väga madalad.

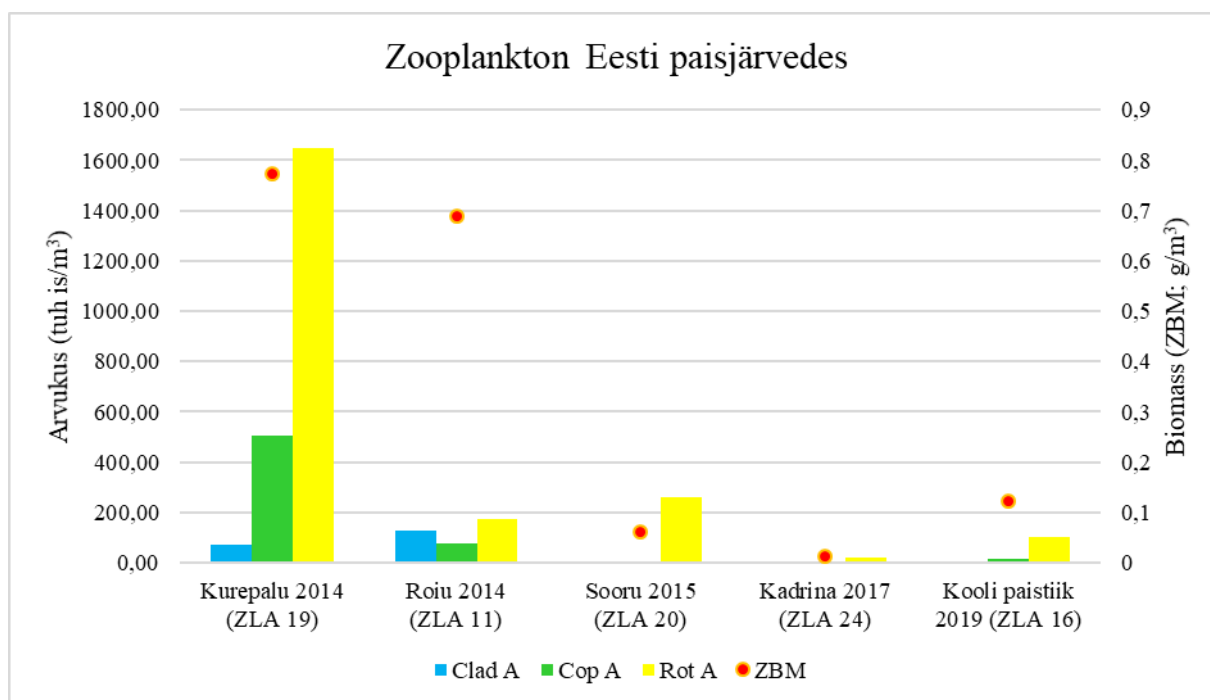
Tabel 3.1.3.1. Ao paisjärve metazooplanktoni üldkarakteristikud 2019. a. Lühendid: ZLA – zooplanktoni liikide arv; ZBM – zooplanktoni biomass; ZA – zooplanktoni arvukus, Clad%BM, Cop%BM ja Rot%BM – vesikirbuliste, aerjalaliste ja keriloomade osakaal biomassis; Clad%A, Cop%A ja Rot%A – vesikirbuliste, aerjalaliste ja keriloomade osakaal üldarvukuses.

Kuupäev	ZLA	ZBM	ZA	Clad	Cop	Rot	Clad	Cop	Rot
		(g/m ³)	(tuh is/m ³)	%BM	%BM	%BM	%A	%A	%A
10.07.2019	11	0,002	12,08	0	30,18	69,82	0	6,67	93,33
09.09.2019	18	0,010	10,83	80,87	8,76	10,27	12,00	6,00	82,00

Ao paisjärves domineerisid mõlemal uurimiskorral keriloomad, kes juulis moodustasid 93,3% ja septembris 82% koguarvukusest (ZA). Arvukaim takson oli juulis väikesemõõtmeline keriloom *Lepadella costata* (41,3% ZA-st), septembris aga keriloom *Cephalodella psammophila* (18% ZA-st). Biomassilt domineerisid juulis samuti keriloomad, kes juulis moodustasid 69,8% kogubiomassist (ZBM), septembris aga vesikirbulised, kes moodustasid ~81%. Enim biomassi moodustasid juulis aga hoopis aerjalaliste vähikvastsed, kes moodustasid 30,18% ZBM-st. Septembris moodustas enim biomassi vesikirp *Bosmina longirostris cornuta*, kes moodustas 74,5% ZBM-st.

Mõlemat järve iseloomustab liigirikas, ent vähearvukas keriloomade kooslus, mis on ka teistes paisjärvedes võrdlemisi tavaline (joonis 3.1.3.1). Enamasti leidub väikesemõõtmelisi liike, kes seisuveekogudes eelistaksid elada üldjuhul taimedel või põhjasubstraadil. Kiire veevool toob aga bentilise eluviisiga keriloomad veesambasse. Kui keskkonnatingimused (veekogu morfomeetria, keemiline koostis ja temperatuur) soosivad, võivad paisjärvedes kujuneda ka võrdlemisi arvukad ja liigirikkad (paisjärvede mõistes) aerjalaliste ja vesikirbuliste kooslused. Sügavamates ja suurtemates paisjärvedes läheb väikestel vähilaadsetel üldjuhul paremini kui väikestes ja madalates (tihti ka kiirevoolulistes) paisjärvedes.

Järvede süvendamine ja osaliselt setetest eemaldamine loob veekogusse erinevaid uusi elupaiku, mis läbi muutuvad ka planktonkooslused produktiivsemaks. Praegu mõjutab zooplanktoni koosluse kujunemist kõige enam kiire läbivool järvedest (eriti Ao paisjärv). Nõmme Vesikijärve zooplanktoni kooslus on pisut produktiivsem ja seda eelkõige seetõttu, et rohke veetaimestik loob elu- ja varjupaiku ning aeglustab vee liikumist paisjärve erinevates piirkondades. Tõenäoliselt on vähesele zooplanktonile jõgedes ka tugev kalade kiskurve. Mõlema paisjärve zooplanktoni seisund on **kesine**.



Joonis 3.1.3.1. Zooplanktoni arvukus, biomass ja liikide arv mõnes Eesti paisjärves: Kurepalu, Roiu, Sooru ja Kadrina paisjärv (Ott, 2014a; Ott, 2014b; Ott & Pall, 2016; Ott, 2018).

3.1.4. Fütobentos

Bentiliste ränivetikate proov koguti Ao paisjärvest 27.08.2019 makrofüütidelt. Proov oli isendirikas, liike leitud keskmisel hulgal: kokku määrati proovist 22 liiki bentilisi ränivetikaid, liiginimekiri on toodud lisas 4. Koosluses domineeris *Achnanethidium minutissimum*, arvukamalt esines ka *Encyonopsis microcephala*.

Arvutatud ränivetikaindeksitest näitasid Ao paisjärves IPS ja TDI „väga head,“ ning WAT „head“ ökoloogilist seisundit (tabel 3.1.4.1.). Ao paisjärve ökoloogilise seisundi koondhinnang bentiliste ränivetikate näitajate järgi oli **väga hea**.

Tabel 3.1.4.1. Ränivetikaindeksite väärtused ja seisundi hinnang

Kuupäev	IPS	WAT	TDI	100-TDI	Koondhinnang
27.08.2019	16,4	14,4	36,6	63,4	väga hea

3.1.5. Suurtaimed

Kokku leiti Ao paisjärvest 53 liiki suurtaimi, neist 36 kaldavee-, 2 uju-, 6 ujulehtedega ja 9 veesisest taimeliiki (lisa 5). Kogu paisjärv on ühtlaselt taimestikuga kaetud. Üksnes paisjärve väljavoolu lähedal on mitmeid madalaid ja taimestumata, lendmudaga kaetud alasid, kus levivad vaid üksikud hariliku vesiherne madalakasvulised isendid. Taimestik on küllaltki liigivaene, kuid samas ohter. Nii domineerib kaldaveetaimestikus

ahtalehine hundinui koos pilliroo ja järvkaislaga, moodustades ümber järve tiheda roostiku. Ujulehtedega taimede hulgas domineeris paisjärves kollane vesikupp, sellele järgnesid ohtruselt valge ja väike vesiroos ning ujuv penikeel. Veesiseses taimestikus esines ohtralt rohketoitelisi tingimusi eelistavaid liike: sõõr-särjesilm, harilik vesiherne, kuuskhein ning räni-kardhein. Veidi vähem leitud ujulehtedeta penikeeli – läik-penikeelt ning rusket penikeelt, veidi ka kaelus-penikeelt.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et suurtaimede koosseisu põhjal on Ao paisjärve näol tegemist tugevalt rohketoitelise veekoguga. Ao paisjärve ökoloogilise seisundi hinnang I järvetüübile iseloomulike taimestiku näitajate alusel oli 2019. a **halb** (tabel 3.1.5.1). Halva ökoloogilise seisundi tingisid rohketoitelisi tingimusi eelistavate hüdrofüütide (räni-kardhein, sõõr-särjesilm) ning niitrohevetikate suur ohtrus ning ujulehtedeta penikeelte madalad ohtruse väärtused.

Tabel 3.1.5.1. Ao paisjärve ökoloogilise seisundi hinnang suurtaimede alusel

Tähtsamad hüdrofüütide taksonid ohtruse järjekorras	Mändvetik-taimede ohtrus	Kardheina või ujutaimede ohtrus	Suurte niitrohevetikate rohkus	Koondhinnang
Elo=Ran, Pot(nat)=Myr=Cer=Char	3	4	4	halb

3.1.6. Suurselgrootud

Proovist leitud taksonite ja nende isendite arvude loetelu on lisan 6. Kõige arvukamad taksonid olid Ao paisjärves surusääsklased (*Chironomidae*, 72%). Kaitsealuseid või Natura liike proovidesse ei sattunud.

Ao paisjärve seisundi hinnangud suurselgrootute järgi on tabelis 3.1.6.1. Kui seisundit hinnati nii, et paisjärved on jõelõigud, siis oli vastavate indeksite arv 5; kui nii, et järved, siis 4 (DSFI järvedes ei kohaldu). Jõgede puhul loeti mõlemad proovialad <100 km² valgalaga, lubjakividel paiknevate ning kiirevooluliste alade hulka; järvede puhul kalgiveelisesse järvetüüpi.

Tabel 3.1.6.1. Ao paisjärve seisund suurselgrootute järgi. T – taksonite koguarv koos kvalitatiivse prooviga, H' – Shannoni erisusindeks, DSFI – Taani indeks, ASPT – taksoni keskmine tundlikkus, DSFI – Taani vooluvete fauna indeks, EPT – tundlike putukataksone arv, MMQ – seisundi koondhinnang, MESH – hüdro-morfoloogilist seisundit iseloomustav indeks. Jõgi: hinnangud lähtuvad sellest, et paisjärv on vooluveekogu; järv: hinnangud lähtuvad sellest, et paisjärv on seisuveekogu. Sinine – väga hea, roheline – hea, kollane – keskine, oranž – halb või väga halb seisund.

	T	H'	ASPT	DSFI	EPT	MMQ	MESH
JÕGI	28	1,86	5,14	4	6	11	0,85
JÄRV	28	1,86	5,14		6	16	0,85

Kui lähtuda sellest, et Ao paisjärv on Põltsamaa hüdro-morfoloogiliselt muudetud osa, siis oli selle koondseisund suurselgrootute järgi kesine (MMQ 11). Eriti vähe oli selles kontekstis reostustundlikke (EPT) ja voolulembesi liike. Viimast iseloomustas MESH indeksi madal tase (0,85), mis pole väikestele tõkestamata vooluga vooluvetele iseloomulik (neis oleks MESH >2).

Kalgiveeliste järvede kontekstis oli formaalne seisundihinnang hea. Siin tuleb arvestada, et paisjärv ei ole otseselt samad, mis looduslikud kalgiveelised järved. Kahtlemata mõjutas tulemusi positiivselt ebaloomulikult tugev läbivool. Samas, jõelise elupaiga mõttes oli see läbivool isegi nõrgem kui looduslikult. Kui tundlike liikide arv (EPT) oli jõgede kontekstis seetõttu ebapiisav, siis järvede mõttes hoopis väga hea.

Ao paisjärve suurselgrootuid pole varem uuritud. Põltsamaa jõge seirati 2016. a Kiltsi asulas (11 km ülalpool Ao paisjärve) ja Jõekülas (25 km allpool). Kiirevoolulises, aga kergelt reostatud Kiltsi lõigus oli seisund kesine, kuid MESH normaalne: 2,64. Aeglase vooluga lõigus Jõekülas oli seisund väga hea, aga MESH paisjärves erinevalt oluliselt kõrgem (2,43). Arvestades kõiki neid hinnanguid, võib üsna julgelt väita, et Ao paisjärve elustik oli paisutamisest oluliselt häiritud ega sarnanenud normaalse jõe-elustikuga.

Kokkuvõttes osutus suurselgrootute seisundihinnang Ao paisjärves: kas **kesiseks** (kui seda hinnata kui vooluveekogu) või **heaks** (kui seda hinnata kui kalgiveelist seisuveekogu).

3.1.7. Kalad

Püügihetkel mõõdeti ka veetemperatuuri ja hapnikusisaldust (tabel 3.1.7.1).

Tabel 3.1.7.1. Vee parameetrid püügihetkel (17.-18.09.2019. a)

Näitaja	Ao paisjärv
Veetemperatuur, °C	11,3 – 11,5
Vee hapnikusisaldus, mg l ⁻¹	11,1 - 11,2
Vee küllastatus hapnikuga, küllastus%	103 - 104
Veesamba kõrgus püügipaigas, m	0,5

Ao paisjärve katsepüügi saagi alusel arvutatud indeksid olid järgnevate väärtustega: kalaliikide arv saagis - 5, keskmine kalade arv võrgu kohta - 51, keskmine kalade mass võrgu kohta - 6,2 kg, mediaankala mass saagis - 0,1 kg. Üle 50 ha pindalaga järvede jaoks väljatöötatud hinnangud kalastiku alusel on toodud tabelis 3.1.7.2.

Tabel 3.1.7.2. Ao paisjärve kalastiku seisund vastavalt VRD-le.

Näitaja	Hinnang
Ahvenlaste ja karpkalalaste massi suhtarv saagis	kesine
Järve seisundi indeks kalastiku alusel (KSn)	väga halb
KALA indeks JK(KIL)	halb
KALA indeks JK(PI-2)	hea
KALA indeks JK(PI-3)	hea
KALA indeks JK(TLM)	hea
KALA indeks JK(TLP)	väga hea
KALA järve hinnang rsLAFIEE järgi	kesine
KALA mitmekesisuse indeks Simpsoni Dn (arvukus)	1 dominant
KALA mitmekesisuse indeks Simpsoni Dw (biomass)	2 dominanti
Kalade arvukuse suhe ujuvates/uppuvates võrkudes	kesine
Kaladebiomassi suhe ujuvates/uppuvates võrkudes	hea
Kalastiku seisundi indeks (ÖKS)	hea
Lepiskalade massi osa saagis (KI)	hea
Karpkalalaste arvukusindeks (KIL)	halb
Röövtoiduliste ahvenate osakaal saagis	hea

2000/60/EC hinnang koosneb mitmest komponendist: kalastiku arvukus, liigiline ja ealine koosseis ning arengu- ja/või paljunemishäired. Hindasime inimeste tekitatud mõju. Suurimaks inimtekkeliseks mõjuks on järveliidide suur osakaal võrrelduna järve sissevoolul ja väljavoolul olevate jõelõikudega (seire.keskkonnainfo.ee). Paisjärve kalastikus esines jõeline komponent, kuid ei esinenud heas seisundis olevale paisjärvele omast liiki, samas on Ao paisjärve kalastik märkimisväärselt sarnane 'väga heas' seisundis oleva Mullutu ja Suurlahe kalastikuga. Kolmel püütud kalaliigil oli märkimisväärne põlvkondade arv, arenguhäireid esines ühel püütud isendil (väljaarenemata gonaadid). Paisjärve ökoloogiline potentsiaal kalastiku alusel on **hea**.

3.1.8. Sisekoormus

Mõlema paisjärve settelasund koosnes peamiselt tumedast (orgaanikarikkast) mudast. Ao paisjärves varieerus settelasundi paksus mõnest cm kuni 1,3 m (tabel 3.1.8.1, joonis 3.1.8.1).

Ao paisjärve pehme mudane sete lasus peamiselt liival, turbal ja üksikutes punktides ka savil. Paljudes punktides oli mudakihi paksus oluliselt suurem kui vee sügavus. Sissevoolu lähedal oli vett kõigest paar cm ning pehme ja väga vedela muda tõttu ei olnud seal võimalik liikuda ei paadiga ega jalgsi.

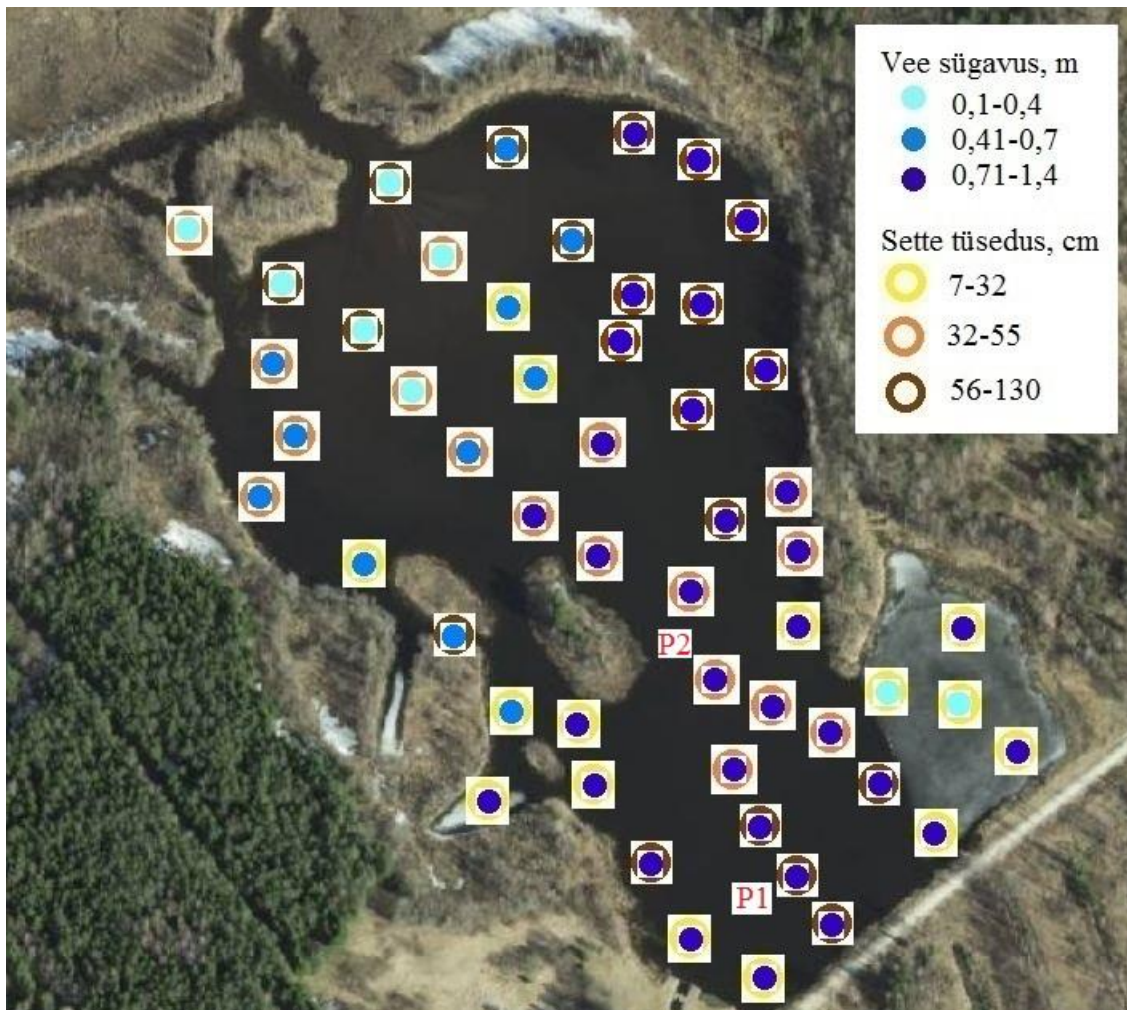
Mõlemad paisjärvad on muda täis settinud ning kinni kasvamas. Suures osas oli järve veesügavus kõigest mõni cm. Võib eeldada, et suurveega uhutakse suur hulk vedelat ja heljuvat muda allavool. Seega ohustavad mõlemad paisjärvad allavool paiknevaid veekogusid. Paisjärvad vajavad kindlasti muda eemaldamist, et kaladel oleks võimalik neid vabalt läbida.

Tabel 3.1.8.1. Ao paisjärve settelasundi proovipunktide asukohad, vee sügavus ning settelasundi paksus.

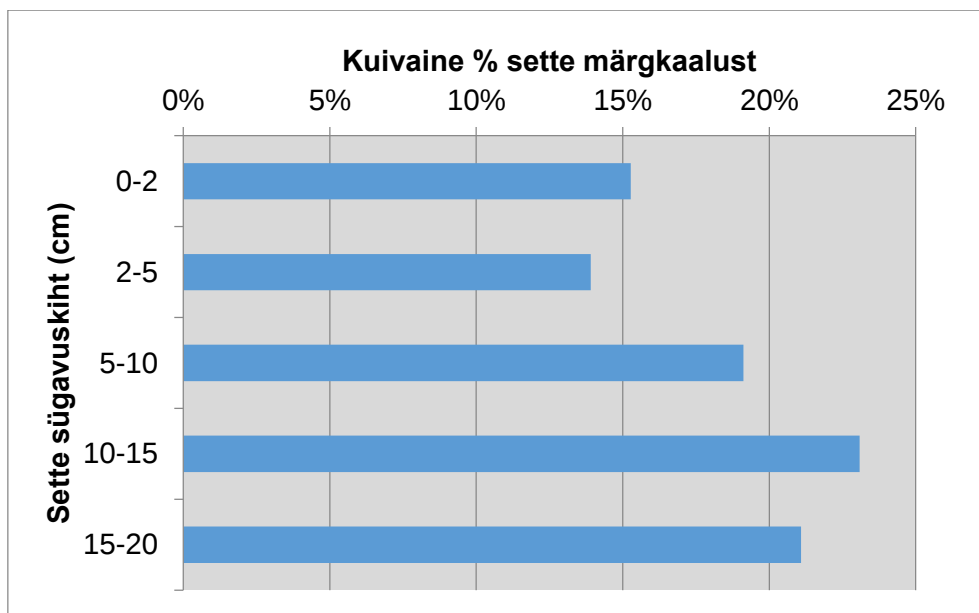
Nr	N		E		Vee sügavus (m)	Sette paksus (cm)	Settelasundi kirjeldus
1	59°	0.394'	26°	12.449'	0,8	20	Tume, vedel muda
2	59°	0.414'	26°	12.501'	1,4	90	Järjest tihenev must muda, alumine lasund liivane
3	59°	0.430'	26°	12.537'	0,9	20	Pruun, vedel muda
4	59°	0.449'	26°	12.575'	0,8	30	Taimedega muda
5	59°	0.458'	26°	12.558'	0,3	10	Savine, taimedega muda
6	59°	0.482'	26°	12.549'	0,8	20	Tume, vedel muda
7	59°	0.468'	26°	12.511'	0,4	18	Tume, vedel muda
8	59°	0.452'	26°	12.488'	1	50	Järjest tihenev tume muda. Leidub taimejäänuseid
9	59°	0.438'	26°	12.520'	1	60	Järjest tiheneb tume muda. Alumine lasund liivane
10	59°	0.424'	26°	12.483	0,9	110	Järjest tihenev tumepruun muda
11	59°	0.437'	26°	12.465'	1,1	110	Järjest tihenev pruun muda. Alumine lasund liivane
12	59°	0.408'	26°	12.419'	0,8	7	Taimedega muda
13	59°	0.422'	26°	12.398'	1,2	90	Järjest tihenev tume muda
14	59°	0.444'	26°	12.371'	0,9	27	Järjest tihenev tume muda. Leidub taime- ja karbijäänuseid. Alumine lasund liivane
15	59°	0.443'	26°	12.307'	0,8	14	Taimede ja karbijäänustega muda
16	59°	0.459'	26°	12.364'	0,8	16	Vedel, must muda
17	59°	0.464'	26°	12.332'	0,7	28	Järjest tihenev must muda. Leidub karbijäänuseid
18	59°	0.449'	26°	12.439'	0,9	50	Must muda. Alumine lasund turbane muda, kergelt liivane
19	59°	0.477'	26°	12.420'	1	50	Mustjas-pruun järjest tihenev muda. Alumine lasund liivane
20	59°	0.463'	26°	12.468'	0,9	50	Väga vedel, mustjas pruun muda
21	59°	0.488'	26°	12.464'	0,9	21	vedel muda, alumine lasund liivane
22	59°	0.507'	26°	12.467'	0,9	50	Vedel must/pruun muda. Alumine lasund mudane liiv
23	59°	0.525'	26°	12.451'	1,2	50	Must/pruun vedel muda. Alumine lasund punakaspruun savi
24	59°	0.517'	26°	12.417'	1,1	130	Järjest tihenev must/pruun muda. Alumine lasund turbane muda
25	59°	0.507'	26°	12.374'	0,8	40	Vedel, must muda. Alumine lasund savine ja liivane
26	59°	0.496'	26°	12.423'	1	50	Järjest tihenev tumepruun muda
27	59°	0.513'	26°	12.332'	0,9	40	Järjest tihenev must/pruun muda
28	59°	0.488'	26°	12.305'	0,7	70	Taimedega muda
29	59°	0.500'	26°	12.259'	0,4	15	Taimedega muda
30	59°	0.510'	26°	12.224'	0,6	34	Järjest tihenev tumepruun muda. Alumine lasund liivane turvas
31	59°	0.525'	26°	12.228'	0,6	40	Järjest tihenev pruun muda. Alumine lasund liivane turvas
32	59°	0.543'	26°	12.215'	0,6	50	Järjest tihenev must/pruun muda. Alumine lasund liivane muda

33	59°	0.574'	26°	12.222	0,1	60	Järjest tihenev must/pruun muda. Alumine lasund liivane turvas
34	59°	0.589'	26°	12.181'	0,1	33	Tume savikas muda. Alumine lasund liivane mida
35	59°	0.554'	26°	12.255'	0,1	115	Järjest tihenev savine muda. Alumine lasund liivane muda
36	59°	0.541'	26°	12.282'	0,15	42	Must/pruun vedel muda
37	59°	0.525'	26°	12.308'	0,6	38	Must/pruun vedel muda
38	59°	0.526'	26°	12.378'	0,8	55	Järjest tihenev must muda. Alumine lasund turbane muda
39	59°	0.568'	26°	12.310'	0,7	24	turbane muda
40	59°	0.542'	26°	12.364'	0,6	10	Muda
41	59°	0.558'	26°	12.357'	0,4	50	vedel tume muda
42	59°	0.595'	26°	12.284'	0,4	100	Vedel turbane muda
43	59°	0.584'	26°	12.368'	0,65	100	Must/pruun vedel muda. Alumine lasund turbane muda
44	59°	0.610'	26°	12.398'	0,8	80	Järjest tihenev pruun muda
45	59°	0.609'	26°	12.342'	0,55	100	Järjest tihenev tume muda. Haiseb tugevalt
46	59°	0.600'	26°	12.435'	0,8	80	Järjest tihenev tume muda
47	59°	0.583'	26°	12.453'	1	70	Järjest tihenev tume muda
48	59°	0.572'	26°	12.400'	1	70	Järjest tihenev tume muda
49	59°	0.568'	26°	12.433'	1	94	Järjest tihenev tume muda
50	59°	0.553'	26°	12.449'	1,1	75	Järjest tihenev tume muda
51	59°	0.556'	26°	12.406'	0,9	100	Järjest tihenev tume muda
52	59°	0.541'	26°	12.424'	1	140	Järjest tihenev tume muda. Pealmine kiht vedel

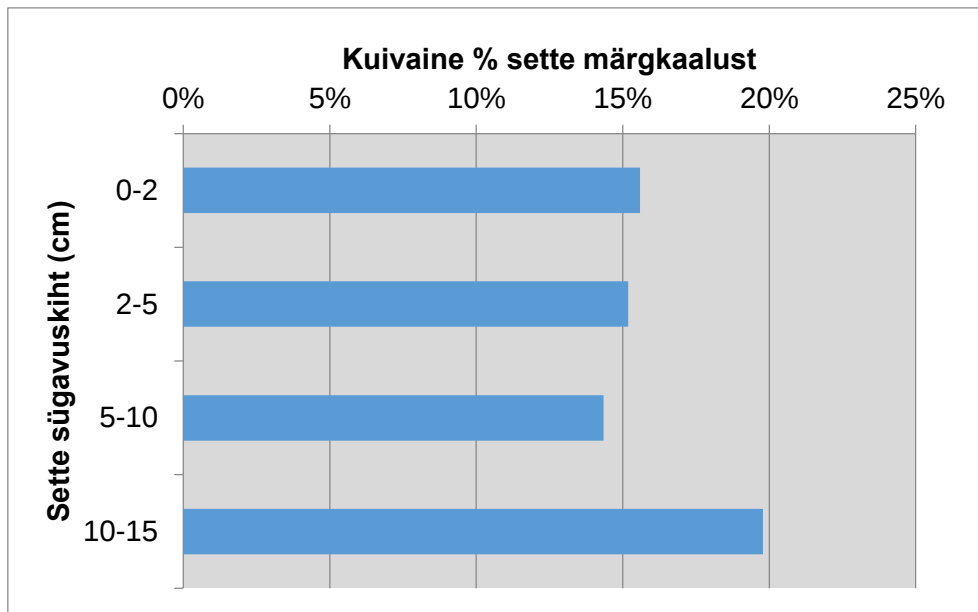
Paisjärvde sette kuivainesisaldus oli keskmine ja varieerus 14-27% sette märgkaalust (joonised 3.1.8.2-3.1.8.3). Kõikides proovipunktides muutus kuivaine sisaldus muutus sette sügavuse suurenedes vähe.



Joonis 3.1.8.1. Ao paisjärve settelasundi paksus ja paiknemine, P1 ja P2 tähistavad laborianalüüsideks kogutud setteproovide asukohta.

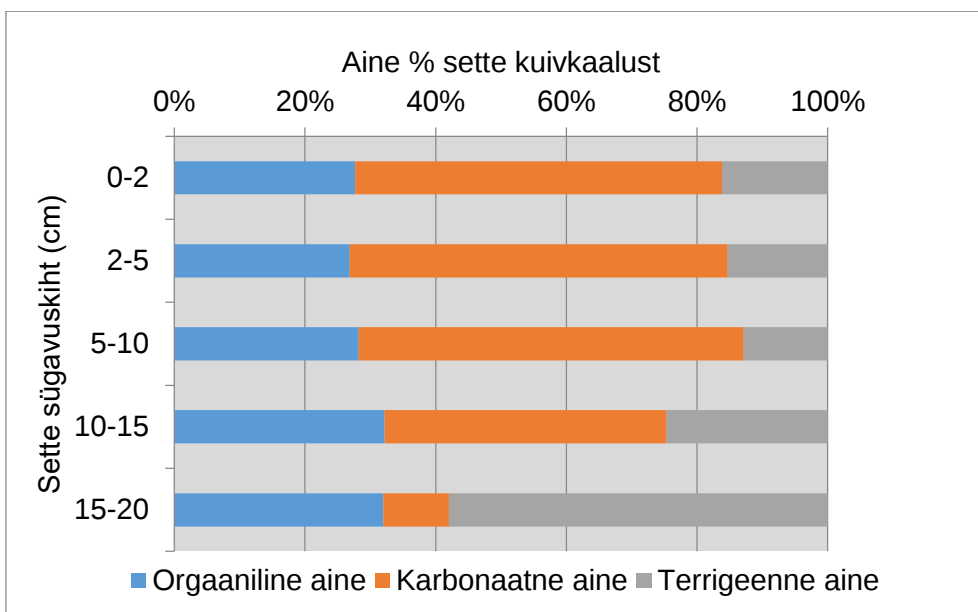


Joonis 3.1.8.2. Ao paisjärve sette kuivaine sisaldused (% märgkaalust) P1.

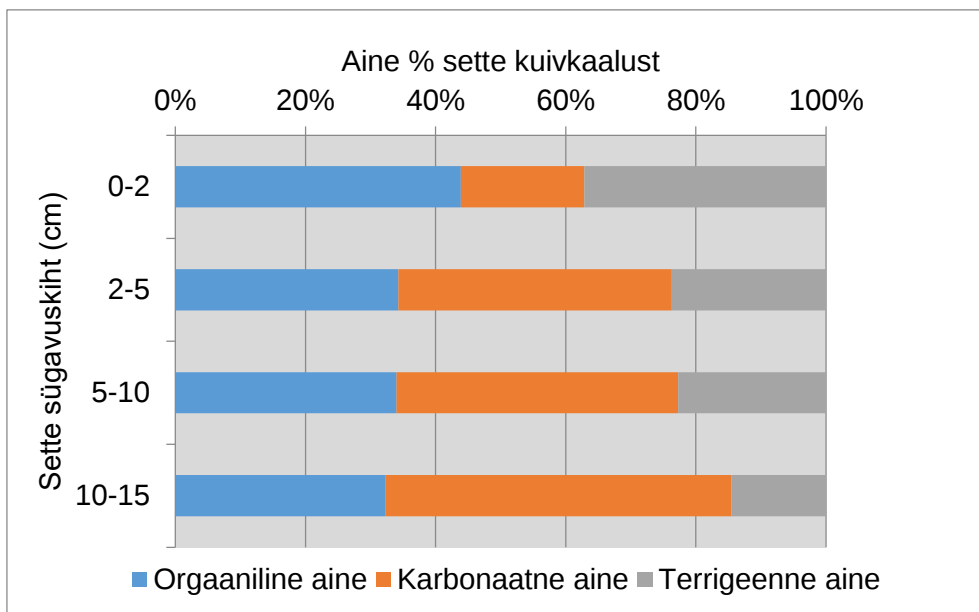


Joonis 3.1.8.3. Ao paisjärve sette kuivaine sisaldused (% märgkaalust) P2.

Sette kuivaine jaguneb veel omakorda orgaaniliseks, karbonaatseks ja terrigeenseks osaks (joonised 3.1.8.4-3.1.8.5). Paisjärvede sette kuivaine koosnes peamiselt orgaanilisest ainest, mis moodustas 15-44 % kuivaine sisaldusest. Terrigeenne aine moodustas 13-58 % kuivaine sisaldusest. Kaltsiumkarbonaatide sisaldus oli madal kuni keskmine – 10-65 %.



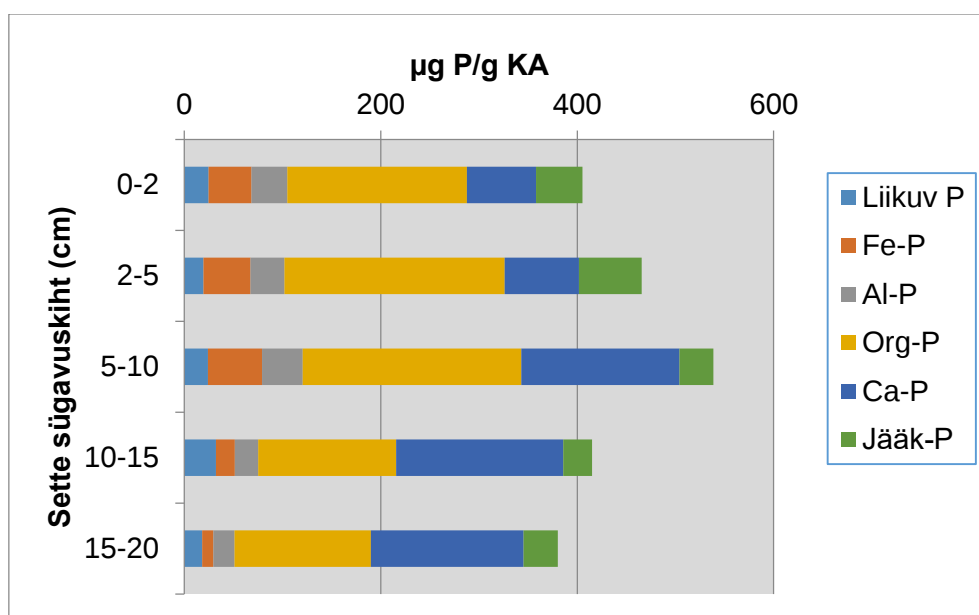
Joonis 3.1.8.4. Ao paisjärve sette kuivaine koostis P1.



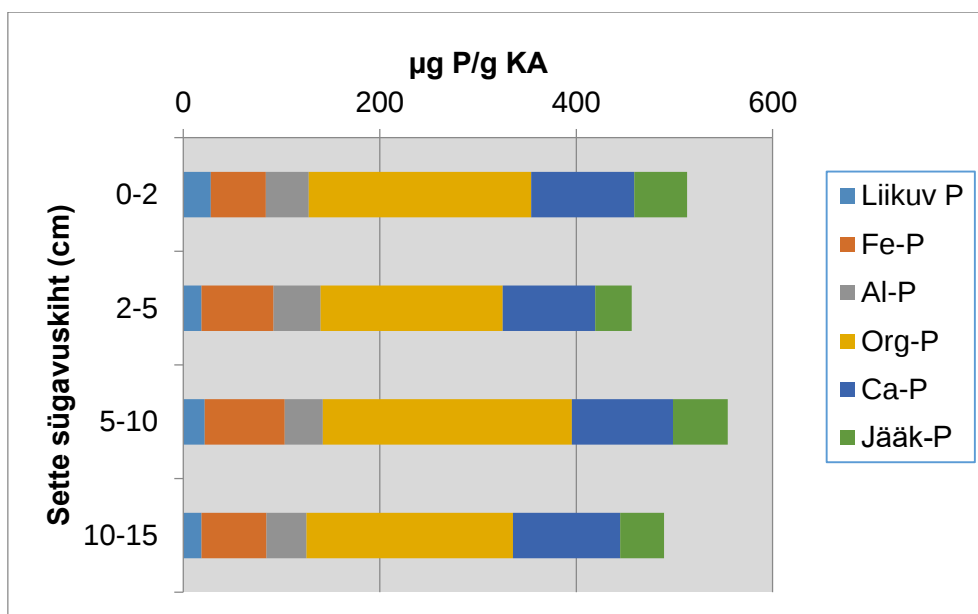
Joonis 3.1.8.5. Ao paisjärve sete kuivaine koostis P2.

Fosforivormid settes. Veekogu setetes esineb fosfor erinevate keemiliste vormide ehk fraktsioonidena. Olenevalt veekogus esinevatest keskkonnatingimustest, on osad nendest fosforivormidest kergesti settest vabanevad ning taimedele ja fütoplanktonile kätte saadavad. Mõned antud vormidest on inertsed ega osale veekogu fosforiringes, vaid talletuvad settesse. Seega, kui on teada fosforivormide jaotust settes, on võimalik ka paremini mõista veekogu fosforiringe eripära.

Ao paisjärve fosforivormide summa pindmises settekihis oli 405 µg P/g KA P1 ja 513 µg P/g KA P2 (joonised 3.1.8.6-3.1.8.7). Võrreldes teiste Eesti järvedega on paisjärvede sete pindmise kihi fosforisisaldus madal kuni keskmine. Näiteks Põlva paisjärves on fosfori fraktsioonide summa oluliselt kõrgem (suurim sisaldus 3626 µg P/g KA), sarnane suure sekundaarreostusega Harku järvele (P sisaldus 2300 µg P/g KA) ja Ruusmäe järvele 5200 µg P/g KA (Kisand, 2008).



Joonis 3.1.8.6. Fosforifraktsioonide jaotus Ao paisjärve P1 sete kuivaines (KA).



Joonis 3.1.8.7. Fosforifraktsioonide jaotus Ao paisjärve P2 sette kuivaines (KA).

Suurim osa fosforist oli seotud orgaanilise ainega ja moodustas pindmises settekihis 32-45% fosforivormide summast. Sügavuse suurenedes vähenes antud fraktsioon kõikides proovipunktides. Orgaanilise ainega seotud fosfor vabaneb selle bakteriaalse lagundamise tagajärjel fosfaatses vormis sette poorivette ning võib sealt kanduda veesambasse. Lisaks võib bakterite enda elutegevuse tõttu muutuda keskkonnatingimused settes (nt. hapniku olemasolu, pH, rauaühendite vm. sisaldus), mis soodustavad fosfori vabanemist veelgi.

Labiilne fosfor moodustas 3-6% fosforifraktsioonide summast. Tavaliselt jääb selle fraktsiooni sisaldus alla 1%. Seetõttu võib eeldada ka fosfori kerget vabanemist settest veesambasse. Labiilne fosforifraktsioon sisaldab poorivees lahustunud või nõrgalt setteosakestega seotud fosforit. Antud fraktsiooni sisaldus järvesettes on väga oluline, sest tegemist on kergesti settest vette vabaneva fraktsiooniga, mis on suurtaimedele ja fütoplanktonile kättesaadav.

Rauaühenditega seotud fosfori hulk ei olnud väga kõrge ja oli ligikaudu 10% mõlemas järves. Raud-P fraktsioon sõltub järves olevatest hapniku tingimustest ning on potentsiaalselt vabanev. Madalad järved on tavaliselt hapnikurikkad ning seega on fosfor seotud raud(III)oksiidi osakestega. Samas, kuigi sette pindmine kiht on aeroobne, võib fosfor difundeeruda sügavamatest anaeroobsetest settekihtidest järvevette. Samuti võib vabaneda rauaga seotud fosfor talvel, kui järv on ummuksil või suvel, kui tihe suurtaimestik kasutab ära öö jooksul järvevees oleva hapniku.

Alumiiniumühenditega seotud fosfori oli sarnaselt Fe-P võrdlemisi madal ja selle sisaldus varieerus erinevate proovipunktide pindmises settekihis 8-9%. Alumiiniumühenditega seotud fosfor võib olla potentsiaalselt vabanev sobivate keskkonnatingimuste juures, kuid seda peetakse vastupidavamaks fraktsiooniks, kui rauaühenditega seotud fosforivormi.

Kaltsiumühenditega seotud P oli peamisest P fraktsioonist settes ning moodustas 17-33% pindmise settekihi P sisaldusest. Jääk-P hulk oli võrdlemisi tagasihoidlik, moodustades 10-12% pindmise settekihi P sisaldusest.

Jääk-P ja kaltsiumühenditega seotud fosforivorme peetakse võrdlemisi inertseks ja arvatakse, et need ei osale veekogu fosforiringes. Inertsed fosforifraktsioonid moodustasid 29-44% sette fosforisisaldusest. Seega on suurem osa paisjärvede settefosforist on labiilses vormis, moodustades 56-71% ning järvede sete on sekundaarreostuse allikas ja oht allavoolu paiknevatele veekogudele. Sekundaarreostuse ohu vähendamiseks tuleks mõlemad paisjärved settest puhastada.

Inkubatsioonikatse. Sette roll veekogu fosforiringes oleneb sellest, kas fosfor seotakse settesse või vabaneb vette. Setteosakeste vahele jääb poorivesi, milles lahustunud fosforihulk on võrreldes sette üldfosforisisaldusega väike (tavaliselt alla 1%). Sellegipoolest ületab poorivees lahustunud fosfori hulk kordades (sageli 5-20 kordselt) sette kohal oleva vee fosforisisaldust. Seega tekib sette ja vee piirpinnal fosforisisalduste erinevuse tõttu kontsentratsioonigradient, mis põhjustab lahustunud fosfori kandumist pooriveest veesambasse (Boström *et al.*, 1982). Juba osalinegi lahustunud fosfori kandumine järve vette võib oluliselt tõsta selle fosfori-kontsentratsiooni (Søndergaard *et al.*, 2003).

Katse käigus uuriti järve sissevoolu ja väljavoolu lähedalt kogutud setteproovidest vabanevaid ainevoogusid. Katse käigus selgus, et 87 päevase inkubatsiooniperioodi jooksul vabanes Ao paisjärve P1 kogutud proovides 135,3 mgP m⁻² ja 1,21 mgP m⁻² p⁻¹; P2 vabanes 15 mgP m⁻² ja 0,13 mgP m⁻² p⁻¹.

Katse tulemustest selgub, et paisjärve settest vabaneb suur hulk fosforit, mis on järvele sekundaarreostuse allikaks ning oht allavoolu paiknevatele veekogudele.

3.1.9. Väliskoormus

Ajavahemikul 26.03.2019-13.08.2019 teostati pistelise sagedusega vee vooluhulkade ja vee keemilise koostise analüüse (tabel 3.1.9.1) sisse- ja väljavoolus, et selgitada veekogu reostusohu allajäävale veekogumile ning koostada veekogu vee- ja ainebilanss. Vooluhulkade mõõtmisel kasutati ujukmeetodit, veeproovid kogus atesteeritud veeproovide võtja. Koha peal mõõdeti multisensor YSI Pro Pluss-iga vee parameetreid: temperatuur, hapniku- ja lahustunud ainete üldsisaldus, pH, elektri-juhtivus. Kuna vooluhulkade mõõtmine paisjärvedel oli pisteline, siis võeti tulemuste üldistamisel arvesse ka 2019. a Põltsamaa jõe keskjooksu (Pajusi mõõtepunkt) hüdroloogiline dünaamika, mille andmed pärinevad Riigi Ilmateenistuse kodulehelt.

Tabel 3.1.9.1. Vee parameetrid Ao paisjärve sisse- ja väljavoolus ning nende väärtuste hinnang VRD-le klassifikatsioonist lähtuvalt. Värvid tähistavad **väga head**, **head**, **kesist** ja **väga halba** seisundiklassi.

Kuupäev	Kiht	Tüüp	O ₂ (%)	pH	BHT ₅ (mgO ₂ /l)	tot-N (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	tot-P (mg/l)	X	Y
26.03.2019	SV	IIB	75	7.81	1.8	4.1	0.02	0.03	6543385.2	626579.6
26.03.2019	VV	IIB	109	7.76	1.4	8.2	0.03	0.02	6542908.0	626827.1
13.05.2019	SV	IIB	99.4	8.12	1.7	3.9	<0,01	0.04	6543385.2	626579.6
13.05.2019	VV	IIB	109.8	7.63	1.1	4.2	<0,01	0.04	6542908.0	626827.1
13.08.2019	SV	IIB	111.4	8.18	1.1	2.5	0.01	0.02	6543385.2	626579.6
13.08.2019	VV	IIB	104	8.14	1.1	2.2	0.09	0.02	6542908.0	626827.1

Kahe peamise toiteaine, fosfori ja lämmastiku, bilansid on esitatud tabelis 3.1.9.2. Veevahetus on väga intensiivne ning seepärast ülekaalukalt valdav osa viiakse paisjärvest läbi ning sinna pidama ei jää. Fosfori puhul on bilanss praktiliselt nullis. Fosfori kontsentratsioonid on väikesed, kuid kogused suure veevahetuse tõttu suured. Sellel lubjarikkal alal on fosfor seotud lubiainetega ja on primaarproduksioonile limiteerivaks faktoriks. Seepärast saavad seda paremini tarbida kinnituvad taimed, bentilised või suuremõõtmelised vetikad. Lämmastiku kontsentratsioonide ja koguste dünaamika on suure amplituudiga ning hea usaldusväärsusega tulemust on raske saada. Kasvuperioodil seotakse järves lämmastikku ja muul ajal vabastatakse.

Tabel 3.1.9.2. Ao paisjärve toiteainete bilanss.

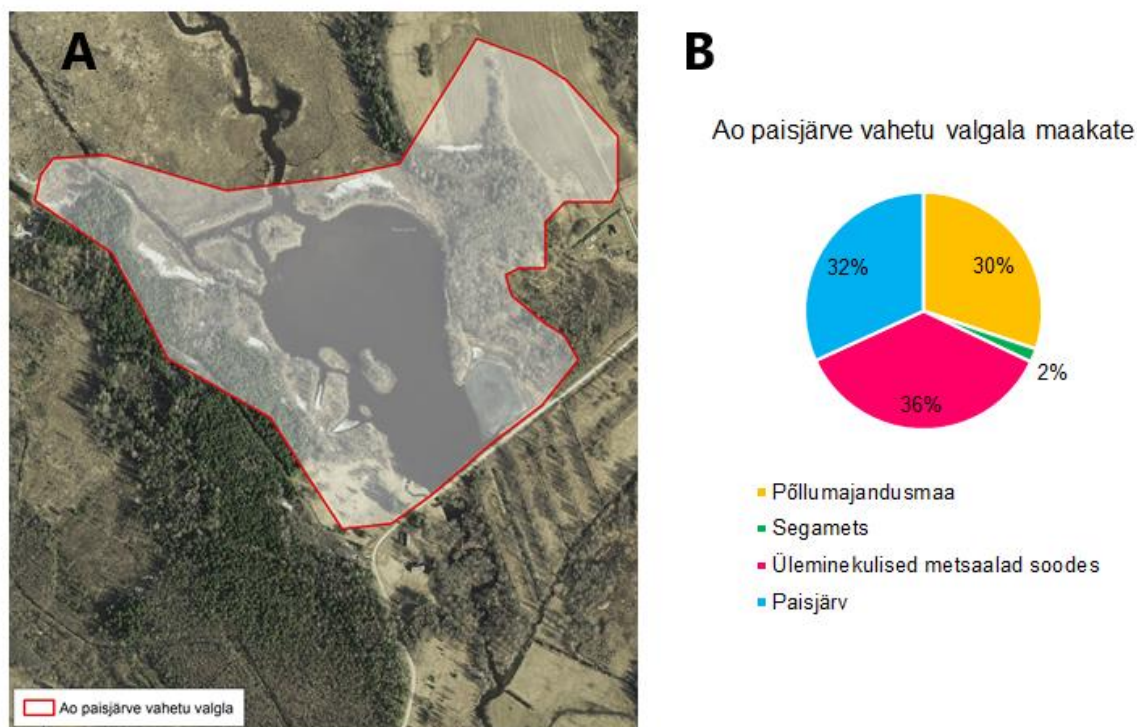
Näitaja	Sissevool	Väljavool	Vahe
Üldfosfor, tonni	5,570	5,572	-0,002
Üldlämmastik, tonni	587	773	-186



Joonis 3.1.9.1. Ao paisjärve lähiümbrus Maa-ameti ortofotodel: 1996., 2005., 2013. ja 2018. aastal.

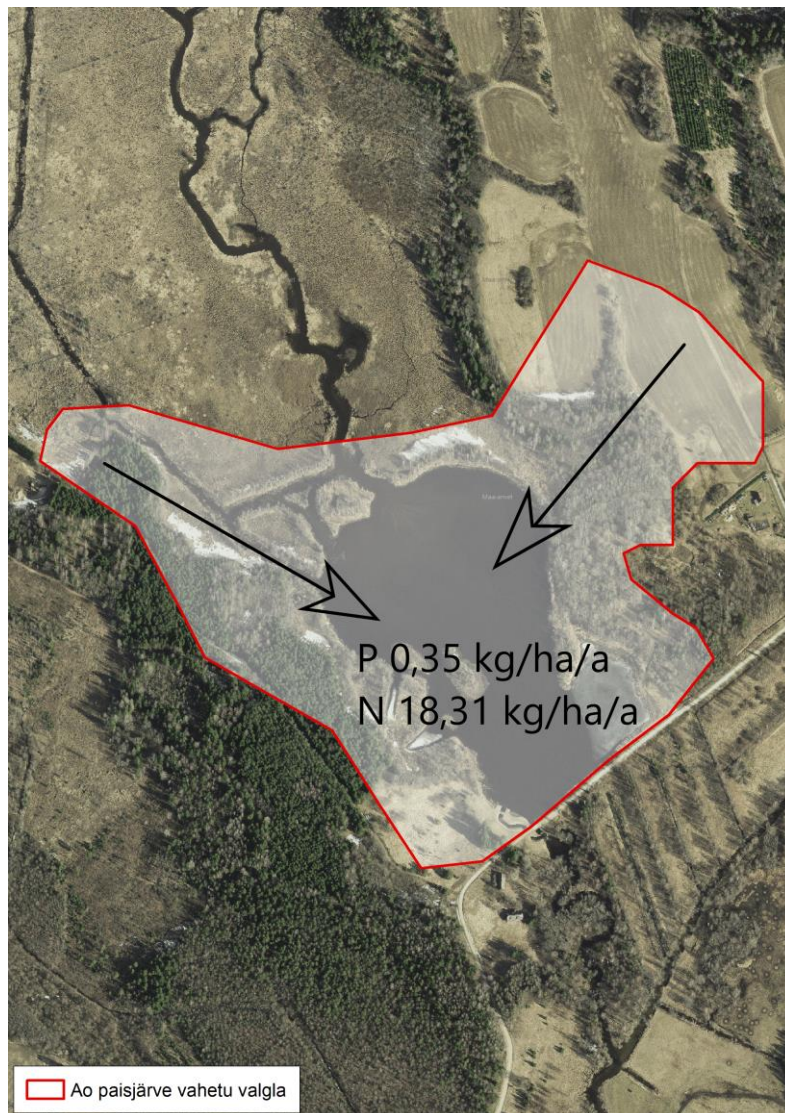
Ao paisjärve vahetu valgla on peaaegu täielikult looduslik ja püsinud võrdlemisi muutumatuna (joonis 3.1.9.1), siin-seal on eemaldatud metsa või võsa, põllumassiivid on olnud praktiliselt muutumatud. Paisjärve kallastel on võrdlemisi lai puhvervöönd puudest, põõsastest ja rohttaimedest. Üksikutes kohtades on märgata paate, paadisillad puuduvad. Puudub ka ranna-ala, mudase põhja ja suviti rohke taimestiku ning rohevetikakihi tõttu järve ujumiseks ei kasutata. Koormus vahetult valglalt on seetõttu madal.

Paisjärve vahetu valgala määramisel kasutati Keskkonnaagentuuri poolt 2015. a. modelleeritud ja 2019. a. korrigeeritud veekogumite valglate ruumikujusid ning 2000. a. baaskaardi alusel Kaardikeskus AS poolt loodud valglate ruumikujusid. Lisaks kasutati alusena Maa-ameti kõrgusmudelit (2012-2015, 10 m eraldusega). Vahetu valgla on hinnanguline. Maakatte analüüsil kasutati Corine LandCover 2012. ja 2018. a. andmestikku. Vahetu valgla suurus on 31,4 ha ja maakattes domineerisid enam-vähem võrdselt üleminekulised metsaalad soodes ja põllumajandusmaa (joonis 3.1.9.2)



Joonis 3.1.9.3. Ao paisjärve vahetu valgla (A) ja selle maakatte osakaal (B).

Valgala kõlvikute osakaalu järgi arvutati vahetult valglalt ka toiteainete koormus kalenderaasta jooksul vastavalt TTÜ poolt väljatöötatud hajukoormuse uuringu metoodikale. Selgus, et vahetult valglalt jõuab väga kareda veega Ao paisjärve vähe toiteaineid ja koormus on väike: P 0,35 kg/ha/a ja N 18,31 kg/ha/a (joonis 3.1.9.4). Kuna kogu väliskoormuse bilanss on negatiivne, siis Vollenweideri mudelit kasutada ei saa.



Joonis 3.1.9.4. Ao paisjärve vahetult valglalt pärinev toiteainete äraanne aasta jooksul.

3.2. NÖMME VESKIJÄRV



3.2.1. Hüdrokeemia

2019. aastal oli vesi kollast värvi ning põhjani (1 m) läbipaistev. Orgaanilise aine sisaldus vees oli kevadel ja sügisel väike ($\text{KHT}_{\text{Cr}} < 15\text{--}16 \text{ mgO/l}$) ning suvel keskmine ($\text{KHT}_{\text{Cr}} 27\text{--}34 \text{ mgO/l}$). Madaluse tõttu oli veesammas segunenud ning hapnikuolud järves head. Vesi oli hapnikuga kergelt alaküllastunud ($\text{O}_2\%$ 76-86), augustis tugevalt üleküllastunud ($\text{O}_2\%$ 166). Vesi oli nõrgalt aluseline, vee pH oli 8,0-8,6.

Fosforisisaldus oli kalgiveelise järve kohta väga kõrge, üld-P oli 0,041-0,067 mg/l. Üldfosfori sisaldus suurenes kevadest sügise suunas ning samas suurenes ka fosfaatide sisaldus ja osakaal. Mais ja juulis moodustasid fosfaadid üldfosfori sisaldusest umbes kolmandiku (PO_4^{3-} 0,014-0,017 mgP/l), kuid augustis ja septembris oli enamus vees leiduvast fosforist fosfaatsel kujul (PO_4^{3-} 0,047-0,061 mgP/l). Lämmastikuisaldus oli samuti erakordselt kõrge, üld-N oli 5,2-9,0 mg/l, millest moodustasid enamuse nitraadid (NO_3^- 5,1-6,7 mgN/l). Erinevalt fosforist vähenes üldlämmastiku sisaldus kevadest sügise suunas. Nitritite ja ammooniumi osakaal üldlämmastiku sisaldusest oli väike (NO_2^- 0,021-0,087 mgN/l ja NH_4^+ 0,026-0,084 mgN/l). Aluselisuse ja elektrijuhtivuse põhjal oli vesi väga kare (HCO_3^- 314-327 mg/l ja elektrijuhtivus 396-412 $\mu\text{S/cm}$).

Nõmme Veskijärv (VRD tüüp I) on kalgiveeline järv. Järve seisund oli pH (8,25) järgi väga hea ning üld-P (0,053 mg/l) ja üld-N (7,3 mg/l) järgi väga halb. Läbipaistvuse põhjal ei saanud seisundit hinnata, sest vesi paistis põhjani läbi. Seisundi koondhinnang füüsikalise-keemiliste näitajate järgi oli **halb**.

3.2.2. Fütoplankton

Nõmme Veskijärve (nagu ka Ao paisjärve) fütoplanktoni kujunemist mõjutavad väga oluliselt kiire veevahetus, taimestikurikkus, niitjate makrovetikate rohkus ja väga kare vesi. Üldistatult võib kirjutada, et seisuveekogudele omane fütoplankton puudub. Proovides määratud ja loendatud liigid on valdavalt enamuses kas bentilise või epifüütse päritoluga (vt ptk 3.2.4), kuigi proovi kogumise ajal olid veesambas. Mikrovetikate kogused on kõikidel vaatluskordadel olnud väga väikesed nii klorofüll a sisalduse kui ka biomassi järgi (tabel 3.2.2.1, lisa 2). Kuna hinnangut antakse VRD I järvetüübi järgi (väga kareda veega järved), siis on arusaadav, miks ka väikesed väärtused annavad mais ja juulis kesise hinnangu. Peamised primaarprodutsendid on suurtaimed, makroniitvetikad (vt. foto 3.2.2.1), bentilised mikrovetikad. Enamasti moodustab suure osa esmasprodutsentidest mikrovetikate hõljum (fütoplankton), kuid antud juhul on nende osakaal marginaalne.

Mikrovetikate liikide arv oli väike kuni keskmine. Enam oli ränivetikaid. Märkimist väärivad ka juulis neelvetikad, mis ongi iseloomulikud suurtaimedest rikaste veekogudele. Mõned tavaliselt järvedes esinevad suuremad taksonoomilised rühmad puudusid hoopis - dinofüüdid, konjugaadid. Seevastu leiti proovist punavetikaid, mida järvedes praktiliselt pole - nad on iseloomulikud vooluveekogudele. Kindlalt domineerisid nii arvukuses kui ka biomassis sulgränivetikad kogu vaatlusperioodil. Suvel (10.07) olid küll proovis arvukad niitjad bentilised sinivetikad (*Oscillatoria limosa* ja *O. curviceps*), kuid proovi sattusid nii augustis kui ka septembris niitjad rohevetikad perekonnast *Spirogyra* (foto 3.2.2.2). VRD nõuetekohase ökoloogilise seisundi hinnang oli mikrovetikate alusel **kesine**.

Tabel 3.2.2.1. Nõmme Vesikijärve fütoplanktoni näitajate väärtused 2019. a.

Näitaja/Kuupäev	13.05.2019	10.07.2019	13.08.2019	09.09.2019
Klorofüll a sisaldus, mg/m ³	3.4	8.2	2.3	1.0
Ühtluse indeks	0.84	0.62	0.40	0.87
Koondindeks	11.0	8.0	7.0	6.0
Liikide arv	37	29	30	27
Biomass, g/m ³	0.313	0.195	1.164	0.078
Sinivetikad, g/m ³	0.000	0.031	0.074	0.001
Ränivetikad, g/m ³	0.233	0.049	0.279	0.065
Rohevetikad, g/m ³	0.000	0.000	0.808	0.000
Koldvetikad, g/m ³	0.018	0.007	0.000	0.000
Neelvetikad, g/m ³	0.033	0.107	0.003	0.005
Silmviburvetikad, g/m ³	0.028	0.000	0.000	0.000
Punavetikad, g/m ³	0.000	0.000	0.000	0.006
Koondhinnang	kesine	kesine	kesine	hea



Foto 3.2.2.1. Makroniitvetikad Nõmme Vesikijärves 13.05.2019. a (foto I. Ott).

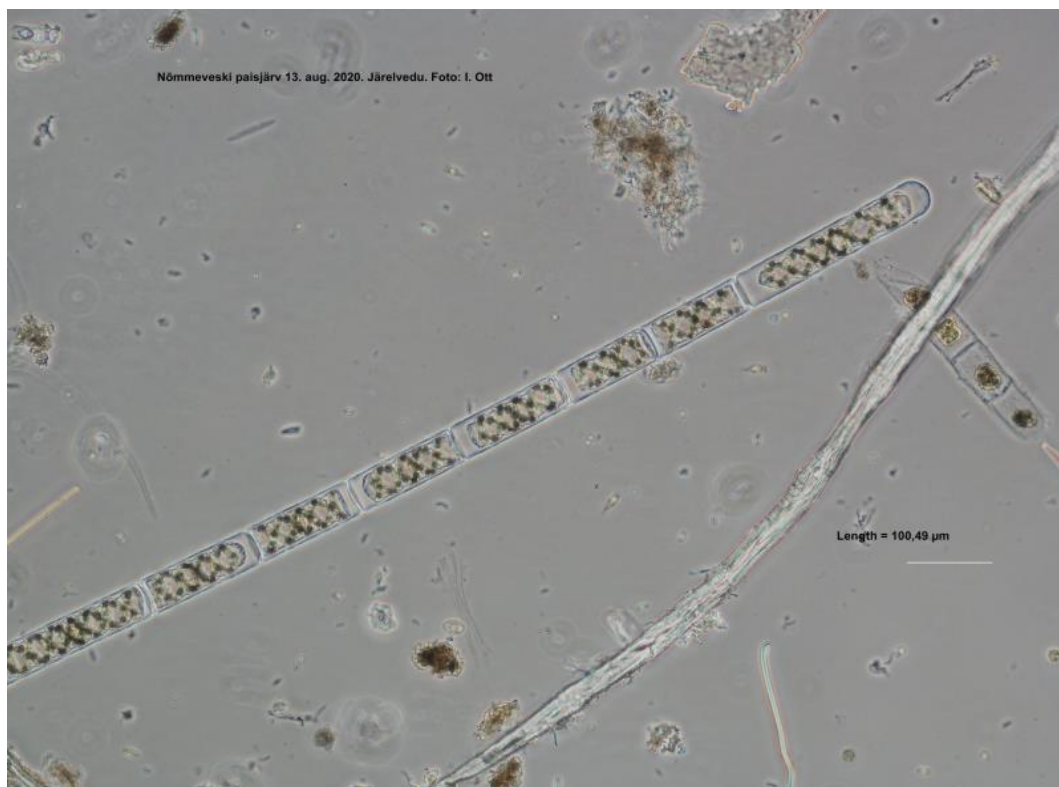


Foto 3.2.2.2. Nõmme Vesikijärve niitja rohevetika *Spirogyra* foto mikroskoobis 13.08.2019. a (foto I. Ott).

3.2.3. Zooplankton

Nõmme Vesikijärv on madal, kihistumata ja kareda veega tehislikult muudetud veekogu (TMV). Integraalsed proovid koguti järvede sügavast kohast 10.07.2019. a ja 09.09.2019. a. Analüüsitud proovide üldtulemused on toodud tabelis 3.2.3.1. ja liiginimekiri lisas 3. Paisjärve zooplanktoni arvukus ja biomass olid mõlemal uurimiskorral väga madalad.

Tabel 3.2.3.1. Nõmme Vesikijärve metazooplanktoni üldkarakteristikud 2019. a. Lühendid: ZLA – zooplanktoni liikide arv; ZBM – zooplanktoni biomass; ZA – zooplanktoni arvukus, Clad%BM, Cop%BM ja Rot%BM – vesikirbuliste, aerjalaliste ja keriloomade osakaal biomassis; Clad%A, Cop%A ja Rot%A – vesikirbuliste, aerjalaliste ja keriloomade osakaal üldarvukuses.

Kuupäev	ZLA	ZBM	ZA	Clad	Cop	Rot	Clad	Cop	Rot
		(g/m ³)	(tuh is/m ³)	%BM	%BM	%BM	%A	%A	%A
10.07.2019	19	0,008	18,81	0	42,91	57,09	0	12,82	87,18
09.09.2019	23	0,226	49,49	95,99	0,75	3,26	19,85	3,05	77,10

Nõmme Vesikijärves domineerisid mõlemal uurimiskorral samuti keriloomad, kes juulis moodustasid 87,2% ja septembris 77,1% ZA-st. Mõlemal uurimiskorral oli arvukaimaks taksoniks *Keratella cochlearis*, kes moodustas juulis 29,5% ja septembris 17,5% ZA-st. Enim biomassi moodustasid juulis samuti keriloomad (57,1% ZBM-st), septembris aga vesikirbulised (~96% ZBM-st). Juulis moodustasid enim biomassi hormikuliste

(*Calanoida*) kopepodiitsed staadiumid (22,8% ZBM-st), septembris aga vesikirbuline *Ceriodaphnia pulchella* (47,1% ZBM-st).

Mõlemat paisjärve iseloomustab liigirikas, ent vähearvukas keriloomade kooslus, mis on ka teistes kiire läbivooluga paisjärvedes võrdlemisi tavaline (vt joonis 3.1.3.1). Enamasti leidub väikesemõõtmelisi liike, kes seisuveekogudes eelistaksid elada üldjuhul taimedel või põhjasubstraadil. Kiire veevool toob aga bentilise eluviisiga keriloomad veesambasse. Kui keskkonnatingimused (veekogu morfomeetria, keemiline koostis ja temperatuur) soosivad, võivad paisjärvedes kujuneda ka võrdlemisi arvukad ja liigirikkad (paisjärvede mõistes) aerjalaliste ja vesikirbuliste kooslused. Sügavamates ja suurtemates paisjärvedes läheb väikestel vähilaadsetel üldjuhul paremini kui väikestes ja madalates (tihti ka kiirevoolulistes) paisjärvedes.

Järvede süvendamine ja osaline setete eemaldamine loob veekogusse erinevaid uusi elupaiku, mis läbi muutuvad ka planktonkooslused produktiivsemaks. Praegu mõjutab zooplanktoni koosluse kujunemist kõige enam kiire läbivool järvedest (eriti Ao paisjärv). Nõmme Vesikijärve zooplanktoni kooslus on pisut produktiivsem ja seda eelkõige seetõttu, et rohke veetaimestik loob elu- ja varjupaiku ning aeglustab vee liikumist paisjärve erinevates piirkondades. Tõenäoliselt on vähesele zooplanktonile jõgedes ka tugev kalade kiskurve. Mõlema paisjärve zooplanktoni seisund on **kesine**.

3.2.4. Fütobentos

Kokku määrati proovist 26 bentilise ränivetikaliiki, mis viitab keskmise liigirikkusega kooslusele. Ühtset dominantit ei eristunud, arvukam oli *Achnanthes minutissimum*, moodustades 40% kõigist loendatud pantseritest (lisa 4).

Arvutatud ränivetikaindeksitest näitasid IPS ja 100-TDI Nõmme Vesikijärve väga head ja WAT head seisundit. Nõmme Vesikijärve ökoloogilise seisundi koondhinnang oli bentiliste ränivetikate põhjal **väga hea** (tabel 3.2.4.1).

Tabel 3.2.4.1. Ränivetikaindeksite väärtused ja seisundi hinnang.

Kuupäev	IPS	WAT	TDI	100-TDI	Koondhinnang
27.08.2019	16,4	15,1	31,2	68,8	väga hea

3.2.5. Suurtaimed

Kogu paisjärv on ühtlaselt taimestikuga kaetud (**lisa 5**) ning järve ümbritseb ühtlane roostik. Roostikus vahelduvad ahtalehine hundinui, pilliroog ning järvkaisel teiste kaldaveetaimedega. Ujulehtedega taimestiku moodustavad valdavalt kollane vesikupp ja ujuv penikeel. Ujutaimedest leidis väikest lemmelt ja ristlemmelt, mis esinesid veesiseste taimede ja kaldaveetaimede võondi vahel, kus vee voolukiirus oli kõige madalam ning lainetuse mõju minimaalne.

Veesiseses taimestikus esines sarnaselt Ao paisjärvele ohtralt rohketoitelisi tingimusi eelistavaid liike: sõõr-särjesilm, harilik vesiherne, kuuskhein ning räni-kardhein. Veidi

vähem leidus ujulehtedeta penikeeli – läik-penikeelt ning rusket penikeelt, veidi ka kaelus-penikeelt. Üle kogu järve leidus kogumikena niitrohevetikaid (joonis 3.2.5.1). Kokkuvõtvalt saab öelda, et suurtaimede koosseisu põhjal on Nõmme Vesikijärve näol tegemist tugevalt rohketoitelise veekoguga.



Joonis 3.2.5.1. Nõmme Vesikijärv – pildil vesikuused niitrohevetikatega 13.08.2019. a (foto R. Laarmaa).

Nõmme Vesikijärve ökoloogilise seisundi hinnang I järvetüübile iseloomulike taimestiku näitajate alusel oli 2019. aastal halb (tabel 3.2.5.1.). Halva ökoloogilise seisundi tingisid rohketoitelisi tingimusi eelistavate hüdrofüütide (räni-kardhein, sõõr-särjesilm) ning niitrohevetikate suur ohtrus ning ujulehtedeta penikeelte madalad ohtruse väärtused.

Tabel 3.2.5.1. Nõmme Vesikijärve ökoloogilise seisundi hinnang suurtaimede alusel.

Tähtsamad hüdrofüütide taksonid ohtruse järjekorras	Mändvetik-taimede ohtrus	Kardheina või ujutaimede ohtrus	Suurte niitrohevetikate rohkus	Koondhinnang
Elo=Ran, Pot(nat)=Myr=Cer=Char	3	4	4	halb

3.2.6. Suurselgrootud

Proovist leitud taksonite ja nende isendite arvude loetelu on toodud lisas 6. Kõige arvukam takson oli Nõmme Vesikijärves vesikakand (*Asellus aquaticus*, 46%). Kaitsealuseid või Natura liike proovidesse ei sattunud.

Nõmme Vesikijärve seisundi hinnangud suurselgrootute järgi on tabelis 3.2.6.2. Kui seisundit hinnati nii, et paisjärved on jõelõigud, siis oli vastavate indeksite arv 5; kui nii, et järved, siis 4 (DSFI järvedes ei kohaldu). Jõgede puhul loeti mõlemad proovialad <100 km² valgalaga, lubjakividel paiknevate ning kiirevooluliste alade hulka; järvede puhul kalgiveelisesse järvetüüpi.

Tabel 3.2.6.2. Nõmme Vesikijärve seisund suurselgrootute järgi. T – taksonite koguarv koos kvalitatiivse prooviga, H' – Shannoni erisusindeks, DSFI – Taani indeks, ASPT – taksoni keskmine tundlikkus, DSFI – Taani vooluvete fauna indeks, EPT – tundlike putukataksoneite arv, MMQ – seisundi koondhinnang, MESH – hüdro-morfoloogilist seisundit iseloomustav indeks. Jõgi: hinnangud lähtuvad sellest, et paisjärv on vooluveekogu; järv: hinnangud lähtuvad sellest, et paisjärv on seisuveekogu. Sinine – väga hea, roheline – hea, kollane – kesine, oranž – halb või väga halb seisund.

	T	H'	ASPT	DSFI	EPT	MMQ	MESH
JÕGI	24	2,17	5	4	6	13	1,14
JÄRV	24	2,17	5		6	15	1,14

Kui lähtuda sellest, et Nõmme Vesikijärv on Nõmme jõe hüdro-morfoloogiliselt muudetud osa, siis oli selle koondseisund suurselgrootute järgi kesine (MMQ 13). Eriti vähe oli selles kontekstis reostustundlike (EPT) ja voolulembesi liike. Viimast iseloomustas MESH indeksi madal tase (1,14), mis pole väikestele tõkestamata vooluga vooluvetele iseloomulik (neis oleks MESH >2).

Kalgiveeliste järvede kontekstis oli formaalne seisundihinnang Nõmme Vesikijärves hea. Siin tuleb arvestada, et paisjärved ei ole otseselt samad, mis looduslikud kalgiveelised järved. Kahtlemata mõjutas tulemusi positiivselt ebalooslikult tugev läbivool. Samas, jõelise elupaiga mõttes oli see läbivool isegi nõrgem kui looduslikult. Kui tundlike liikide arv (EPT) oli jõe kontekstis seetõttu ebapiisav, siis järve mõttes hoopis väga hea.

Nõmme Vesikijärve suurselgrootuid pole varem uuritud. Nõmme jõe suurselgrootute seisundit hinnati 2016. a proovialast 1 km ülalpool Tartu mnt silla ümbruses ning saadi väga hea seisund. MESH oli seal iseloomulikult väga kõrge (2,78). Arvestades kõiki neid hinnanguid, võib üsna julgelt väita, et Nõmme Vesikijärve elustik oli paisutamise oluliselt häiritud ega sarnanenud normaalse jõe-elustikuga.

Kokkuvõttes osutus suurselgrootute seisundihinnang Nõmme Vesikijärves: kas **kesiseks** (kui seda hinnata kui vooluveekogu) või **heaks** (kui seda hinnata kui kalgiveelist seisuveekogu).

3.2.7. Kalad

Püügihetkel mõõdeti ka veetemperatuuri ja hapnikusisaldust (tabel 3.2.7.1).

Tabel 3.2.7.1. Vee parameetrid püügihetkel (17.-18.09.2019. a).

Näitaja	Nõmme Vesikijärv
Veetemperatuur, °C	11,0 - 11,2
Vee hapnikusisaldus, mg l ⁻¹	16,7 - 17,3
Vee küllastatus hapnikuga, küllastus%	152 - 158
Veesamba kõrgus püügipaigas, m	0,5

Katsepüügi saagis alusel leitud arvulised näitajad olid järgnevad: liikide arv saagis - 4, keskmine kalade arv võrgu kohta - 28, keskmine kalade mass võrgu kohta - 2,9 kg, mediaankala mass saagis 0,1 kg. Üle 50 ha pindalaga järvede jaoks väljatöötatud hinnangud kalastiku alusel on toodud tabelis 3.2.7.2.

Tabel 3.2.7.2. Ao paisjärve kalastiku seisund vastavalt VRD-le.

Näitaja	Hinnang
Ahvenlaste ja karpkalaste massi suhtarv saagis	halb
Järve seisundi indeks kalastiku alusel (KSn)	väga halb
KALA indeks JK(KIL)	halb
KALA indeks JK(PI-2)	hea
KALA indeks JK(PI-3)	hea
KALA indeks JK(TLM)	hea
KALA indeks JK(TLP)	väga hea
KALA järve hinnang rsLAFIEE järgi	kesine
KALA mitmekesisuse indeks Simpsoni Dn (arvukus)	1 dominant
KALA mitmekesisuse indeks Simpsoni Dw (biomass)	1 dominant
Kalade arvukuse suhe ujuvates/uppuvates võrkudes	hea
Kaladebiomassi suhe ujuvates/uppuvates võrkudes	hea
Kalastiku seisundi indeks (ÖKS)	väga hea
Lepiskalade massi osa saagis (KI)	halb
Karpkalaste arvukusindeks (KIL)	halb
Röövtooliduliste ahvenate osakaal saagis	halb

2000/60/EC alusel koostatud hinnang arvestab mitmet komponenti: kalastiku arvukust, ealist ja liigilist koosseisu ning paljunemis ja/või arenguhäireid. Hinnang väljendab inimeste mõju kalastikule. Suurim inimtekkeline mõju väljendus järveliikide suuremas osakaalus võrreldes sisse- ja väljavoolu jõelõikudes kindlaks tehtutega (Ida-Eesti vesikonna veemajanduskava, 2016; Pall jt., 2017). Kalastik oli väga arvukas, paisjärve kalastikus esines jõeline komponent, kuid puudus 'heas' seisundis olevale paisjärvele iseloomulik kalaliik. Vaid üks kalaliik oli saagis esindatud märkimisväärse arvu põlvkondadega, peale kesise ealise struktuuri teisi märgatavaid häireid arengu ja/või paljunemisega seoses ei täheldatud. Katsepüügi kalasaagi alusel on paisjärve ökoloogiline potentsiaal **kesine**.

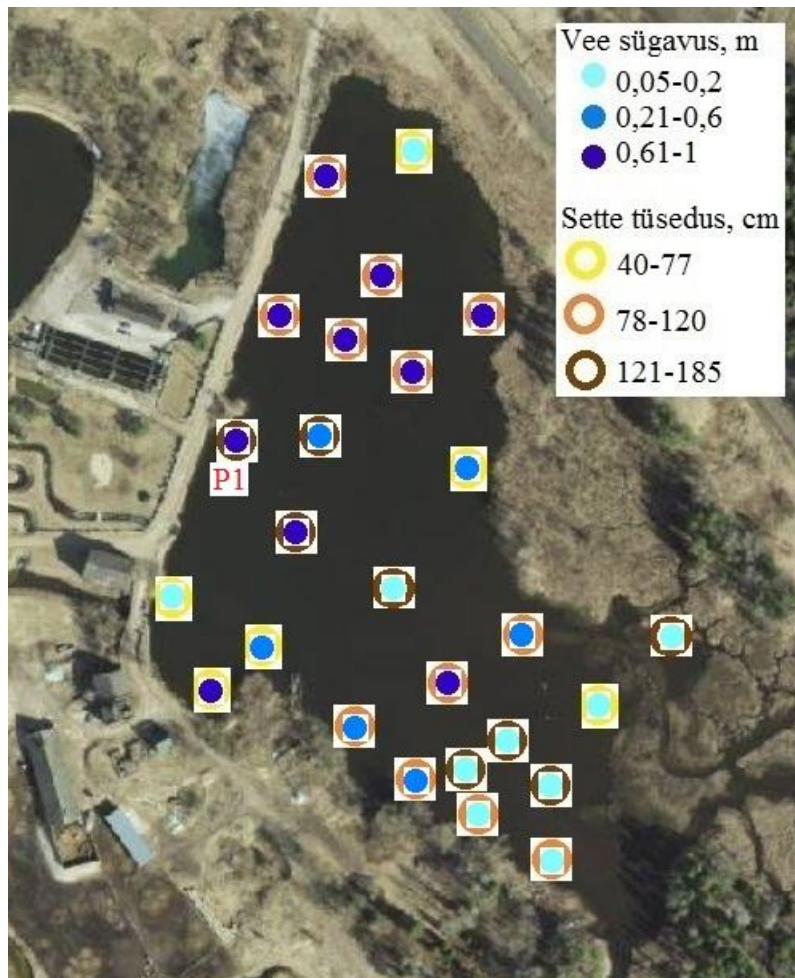
3.2.8. Sisekoormus

Mõlema paisjärve settelasund koosnes peamiselt tumedast (orgaanikarikkast) mudast. Nõmme Veskijärves oli settelasundi paksus veelgi suurem, ulatudes kohati ligi 2 m (tabel 3.2.8.1; joonis 3.2.8.1). Nõmme Veskijärve muda on peamiselt savine. Kohati muda ka haises. Selles paisjärves oli erinevates proovipunktides sarnane, eriti võrreldes Ao paisjärvega, kus varieeruvus oli suurem.

Mõlemad paisjärved on muda täis settinud ning kinni kasvamas. Suures osas oli järve veesügavus kõigest mõni cm. Võib eeldada, et suurveega uhutakse suur hulk vedelat ja heljuvat muda allavool. Seega ohustavad mõlemad paisjärved allavool paiknevaid veekogusid.

Tabel 3.2.8.1. Nõmme Veskijärve settelasundi proovipunktide asukohad, vee sügavus ning settelasundi paksus.

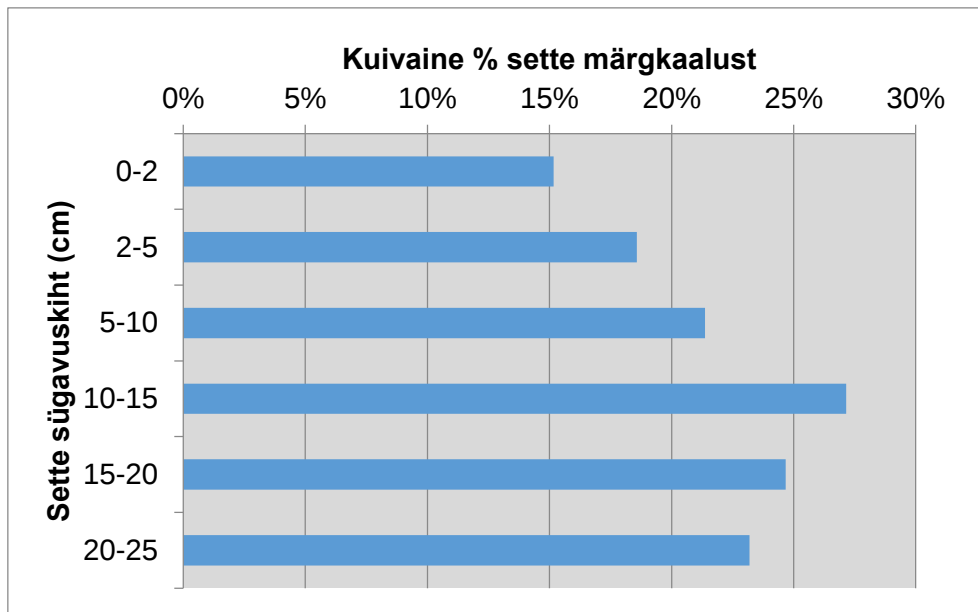
Nr	N		E		Vee sügavus (m)	Sette paksus (cm)	Settelasundi kirjeldus
1	59°	2.590'	26°	13.630'	0,9	160	Järjest tihenev must/pruun muda. Alumine lasund savine
2	59°	2.548'	26°	13.602'	0,15	50	Mudane savi
3	59°	2.523'	26°	13.621'	0,8	40	Must muda. Alumine lasund liivane
4	59°	2.535'	26°	13.647'	0,4	50	mudane savi
5	59°	2.515'	26°	13.690'	0,6	100	Savine muda
6	59°	2.502'	26°	13.720'	0,3	95	Must vedel muda, haiseb
7	59°	2.493'	26°	13.756'	0,2	94	Must vedel muda
8	59°	2.482'	26°	13.777'	0,2	97	Must muda, savine
9	59°	2.498'	26°	13.779'	0,05	145	Must vedel muda. Savine, haiseb tugevalt
10	59°	2.514'	26°	13.771'	0,05	130	Must vedel muda. Savine, haiseb tugevalt
11	59°	2.508'	26°	13.750'	0,2	136	Must muda
12	59°	2.521'	26°	13.734'	0,9	90	Must muda, savine
13	59°	2.535'	26°	13.782'	0,5	115	Must muda, haiseb
14	59°	2.515'	26°	13.803'	0,1	77	Must muda, savine
15	59°	2.528'	26°	13.842'	0,05	185	Must muda, savine
16	59°	2.544'	26°	13.738'	0,1	164	Must muda, savine
17	59°	2.576'	26°	13.750'	0,6	44	Must muda
18	59°	2.618'	26°	13.762'	0,9	93	Must muda
19	59°	2.660'	26°	13.726'	0,2	66	Must muda
20	59°	2.593'	26°	13.723'	0,7	113	Must muda
21	59°	2.651'	26°	13.675'	0,7	90	Must muda
22	59°	2.618'	26°	13.649'	0,8	95	Must muda
23	59°	2.627'	26°	13.714'	0,7	119	Must muda
24	59°	2.605'	26°	13.691'	0,9	100	Must muda
25	59°	2.586'	26°	13.669'	0,6	150	Must muda
26	59°	2.559'	26°	13.661'	1	160	Must muda



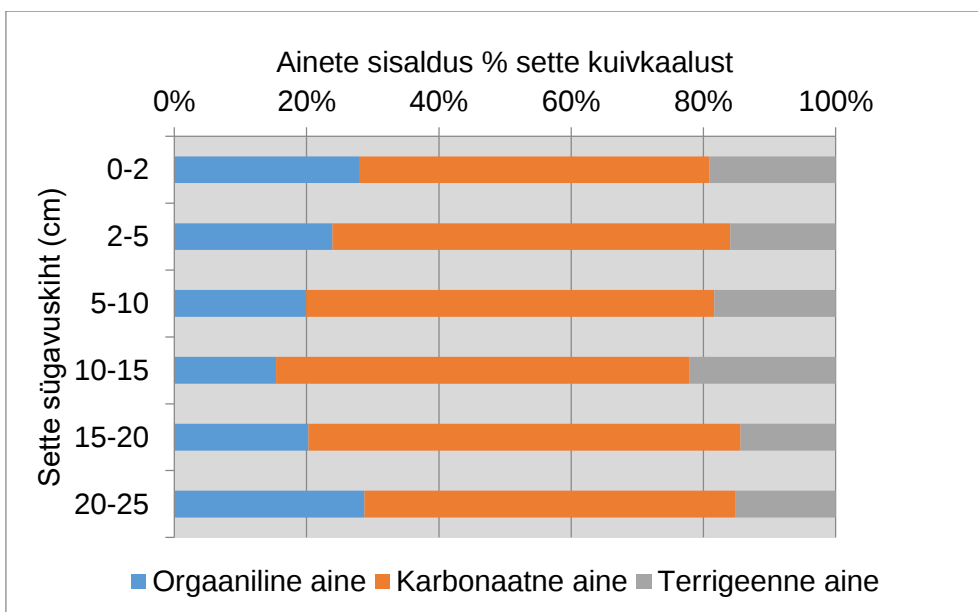
Joonis 3.2.8.1. Nõmme Vesikijärve settelasundi paksus ja paiknemine.

Paisjärve kuivainesisaldus oli keskmine ja varieerus 14-27% sette märgkaalust (joonis 3.2.8.2). Kõikides proovipunktides muutus kuivaine sisaldus muutus sette sügavuse suurenedes vähe.

Sette kuivaine jaguneb veel omakorda orgaaniliseks, karbonaatseks ja terrigeenseks osaks (joonis 3.2.8.3). Paisjärve sette kuivaine koosnes peamiselt orgaanilisest ainest, mis moodustas 15-44% kuivaine sisaldusest. Terrigeenne aine moodustas 13-58% kuivaine sisaldusest. Kaltsiumkarbonaatide sisaldus oli madal kuni keskmine, 10-65%.



Joonis 3.2.8.2. Nõmme Vesikijärve sette kuivaine sisaldused (% märgkaalust) P1.



Joonis 3.2.8.3. Nõmme Vesikijärve sette kuivaine koostis P1.

Fosforivormid settes. Veekogu setetes esineb fosfor erinevate keemiliste vormide ehk fraktsioonidena. Olenevalt veekogus esinevatest keskkonnatingimustest, on osad nendest fosforivormidest kergesti settest vabanevad ning taimedele ja fütoplanktonile kätte saadavad. Mõned antud vormidest on inertsed ega osale veekogu fosforiringes, vaid talletuvad settesse. Seega, kui on teada fosforivormide jaotust settest, on võimalik ka paremini mõista veekogu fosforiringe eripära.

Nõmme Vesikijärve fosforivormide summa pindmises settekihis oli 740 µg P/g KA P1 (joonis 3.2.8.4). Võrreldes teiste Eesti järvedega on paisjärve sette pindmise kihi fosforisisaldus madal kuni keskmine. Näiteks Põlva paisjärves on fosfori fraktsioonide summa oluliselt kõrgem (suurim sisaldus 3626 µg P/g KA), sarnane suure

sekundaarreostusega Harku järvele (P sisaldus 2300 µg P/g KA) ja Ruusmäe järvele 5200 µg P/g KA (Kisand, 2008).

Fraktsioonide jaotumine oli mõlemas järves sarnane. Suurim osa fosforist oli seotud orgaanilise ainega ja moodustas pindmises settekihis 32-45% fosforivormide summast. Sügavuse suurenedes vähenes antud fraktsioon kõikides proovipunktides. Orgaanilise ainega seotud fosfor vabaneb selle bakteriaalse lagundamise tagajärjel fosfaatses vormis sette poorivette ning võib sealt kanduda veesambasse. Lisaks võib bakterite enda elutegevuse tõttu muutuda keskkonnatingimused settes (nt hapniku olemasolu, pH, rauaühendite vm sisaldus), mis soodustavad fosfori vabanemist veelgi.

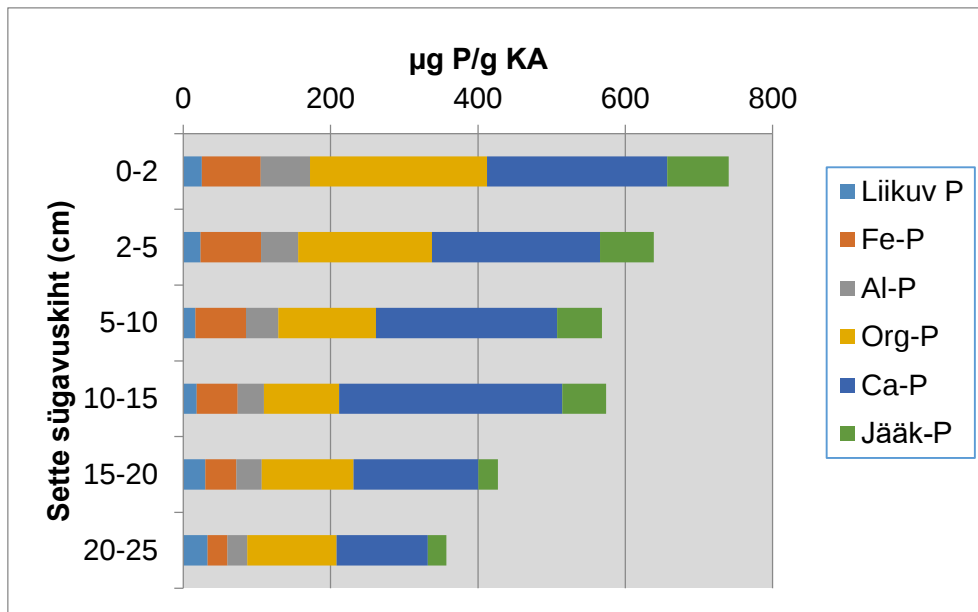
Labiilne fosfor moodustas 3-6% fosforifraktsioonide summast. Tavaliselt jääb selle fraktsiooni sisaldus alla 1%. Mistõttu võib eeldada ka fosfori kerget vabanemist settest veesambasse. Labiilne fosforifraktsioon sisaldab poorivees lahustunud või nõrgalt setteosakestega seotud fosforit. Antud fraktsiooni sisaldus järvesettes on väga oluline, sest tegemist on kergesti settest vette vabaneva fraktsiooniga, mis on suurtaimede ja fütoplanktonile kättesaadav.

Rauaühenditega seotud fosfori hulk ei olnud väga kõrge ja oli ligikaudu 10% mõlemas järves. Raud-P fraktsioon sõltub järves olevatest hapniku tingimustest ning on potentsiaalselt vabanev. Madalad järved on tavaliselt hapnikurikkad ning seega on fosfor seotud raud(III)oksiidi osakestega. Samas, kuigi sette pindmine kiht on aeroobne, võib fosfor difundeeruda sügavamatest anaeroobsetest settekihtidest järvevette. Samuti võib vabaneda rauaga seotud fosfor talvel, kui järv on ummuksil või suvel, kui tihe suurtaimestik kasutab ära öö jooksul järvevees oleva hapniku.

Alumiiniumühenditega seotud fosfori oli sarnaselt Fe-P võrdlemisi madal ja selle sisaldus varieerus erinevate proovipunktide pindmises settekihis 8-9%. Alumiiniumühenditega seotud fosfor võib olla potentsiaalselt vabanev sobivate keskkonnatingimuste juures, kuid seda peetakse vastupidavamaks fraktsiooniks, kui rauaühenditega seotud fosforivormi.

Kaltsiumühenditega seotud P oli peamisest P fraktsioonist settes ning moodustas 17-33% pindmise settekihi P sisaldusest. Jääk-P hulk oli võrdlemisi tagasihoidlik, moodustades 10-12% pindmise settekihi P sisaldusest.

Jääk-P ja kaltsiumühenditega seotud fosforivorme peetakse võrdlemisi inertseks ja arvatakse, et need ei osale veekogu fosforiringes. Inertsed fosforifraktsioonid moodustasid 29-44% sette fosforisisaldusest. Seega suurem osa paisjärvede settefosforist on labiilses vormis, moodustades 56-71% ning järvede sete on sekundaarreostuse allikas ja oht allavoolu paiknevatele veekogudele. Sekundaarreostuse ohu vähendamiseks tuleks mõlemad paisjärved settest puhastada.



Joonis 3.2.8.4. Fosforifraktsioonide jaotus Nõmme Vesikijärve P1 sette kuivaines (KA).

Inkubatsioonikatse. Sette roll veekogu fosforiringes oleneb sellest, kas fosfor seotakse settesse või vabaneb vette. Setteosakeste vahele jääb poorivesi, milles lahustunud fosforihulk on võrreldes sette üldfosforisisaldusega väike (tavaliselt alla 1%). Sellegipoolest ületab poorivees lahustunud fosfori hulk kordades (sageli 5-20 kordselt) sette kohal oleva vee fosforisisaldust. Seega tekib sette ja vee piirpinnal fosforisisalduste erinevuse tõttu kontsentratsioonigradient, mis põhjustab lahustunud fosfori kandumist pooriveest veesambasse (Boström *et al.*, 1982). Juba osaline lahustunud fosfori kandumine järve vette võib oluliselt tõsta selle fosfori kontsentratsiooni (Søndergaard *et al.*, 2003).

Katse käigus uuriti järve sissevoolu ja väljavoolu lähedalt kogutud setteproovidest vabanevaid ainevoogusid. Katse käigus selgus, et 87 päevase inkubatsiooniperioodi jooksul vabanes Nõmme Vesikijärve settest 1303 mgP m^{-2} ja $11,6 \text{ mgP m}^{-2} \text{ p}^{-1}$, mis on märkimisväärselt suurem, kui Ao paisjärves. Kõrge vabanenud P hulk tuleneb ilmselt sellest, et Nõmme Vesikijärve sete haises katse lõpuks ning eraldusid gaasimullid. Eraldunud gaasimullidega toodi sette poorivette kogunenud P veesambasse.

Katse tulemustest selgub, et paisjärvede settest vabaneb suur hulk fosforit, mis on järvedele sekundaarreostuse allikaks ning oht allavoolu paiknevatele veekogudele.

3.2.9. Väliskoormus

Ajavahemikul 26.03.2019-13.08.2019 teostati pistelise sagedusega vee vooluhulkade ja vee keemilise koostise analüüse (tabel 3.2.9.1) sisse- ja väljavoolus, et selgitada veekogu reostusohu allajäävale veekogumile ning koostada veekogu vee- ja ainebilanss. Vooluhulkade mõõtmisel kasutati ujukmeetodit, veeproovid kogus atesteeritud veeproovide võtja. Koha peal mõõdeti multisensor YSI Pro Pluss-iga vee parameetreid: temperatuur, hapniku- ja lahustunud ainete üldsisaldus, pH, elektri-juhtivus. Kuna vooluhulkade mõõtmine paisjärvedel oli pisteline, siis võeti tulemuste üldistamisel arvesse ka 2019. a Põltsamaa jõe keskjooksu (Pajusi mõõtepunkt) hüdroloogiline dünaamika, mille andmed pärinevad Riigi Ilmateenistuse kodulehelt.

Tabel 3.2.9.1. Vee parameetrid Nõmme Veskijärve sisse- ja väljavoolus ning nende väärtuste hinnang VRD-le klassifikatsioonist lähtuvalt. Värvid tähistavad väga head, head, halba ja väga halba seisundiklassi.

Kuupäev	Kiht	Tüüp	O ₂ (%)	pH	BHT ₅ (mgO ₂ /l)	tot-N (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	tot-P (mg/l)	X	Y
26.03.2019	SV	IB	104.4	8.05	1.2	6.7	0.02	0.03	6546940.9	628116.1
26.03.2019	VV	IB	124	6.97	0.9	6.9	0.01	0.03	6546933.0	627687.7
13.05.2019	SV	IB	99.4		1.6	9	0.03	0.05	6546940.9	628116.1
13.05.2019	VV	IB	110.4		1.3	9.1	0.03	0.04	6546933.0	627687.7
13.08.2019	SV	IB	106	8.44	1.3	6.4	0.02	0.05	6546940.9	628116.1
13.08.2019	VV	IB	92.5	8.19	1.8	7.4	0.09	0.04	6546933.0	627687.7

Kahe peamise toiteaine, fosfori ja lämmastiku, bilansid on esitatud tabelis 3.2.9.2. Veevahetus on väga intensiivne ning seepärast ülekaalukalt valdav osa viiakse paisjärvest läbi ning sinna pidama ei jää. Fosfori puhul on bilanss praktiliselt nullis. Sisekoormusest lähtuv resuspendeeruv fosfor on nii väike kogus, et järve aastases bilansis olulist rolli ei mängi. Läbivoolava vee fosfori kontsentratsioonid on väikesed, kuid kogused suure veevahetuse tõttu suured. Sellel lubjarikkal alal on fosfor seotud lubiainetega ja on primaarproduktioonile limiteerivaks faktoriks. Seepärast saavad seda paremini tarbida taimed, bentilised või suuremõõtmelised vetikad. Lämmastiku kogused on kogu sellel alal väga suured. Väike negatiivne bilanss ei muuda oluliselt paisjärve allavoolu.

Tabel 3.2.9.2. Nõmme Veskijärve toiteainete bilanss.

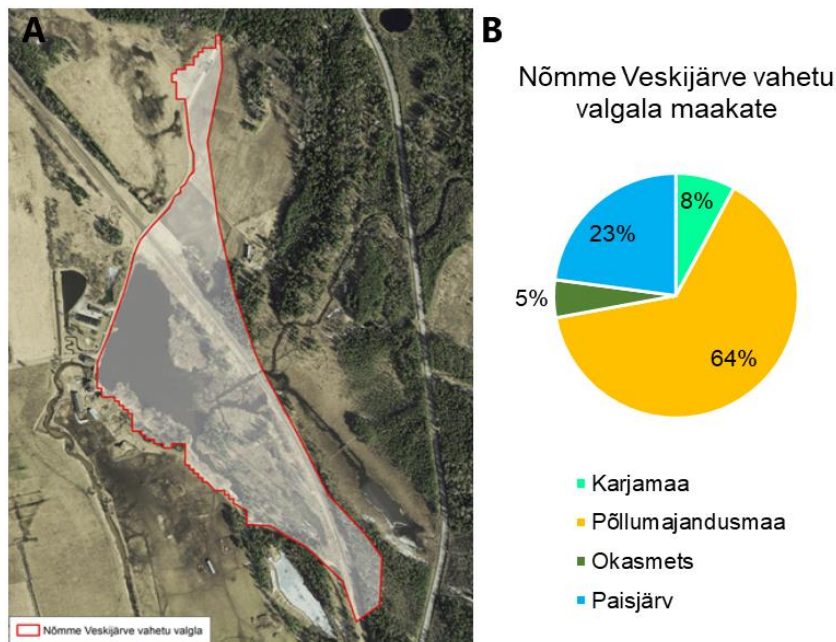
Näitaja	Sissevool	Väljavool	Vahe
Üldfosfor, tonni	3,1	3	+0,1
Üldlämmastik, tonni	474	500	-26

Nõmme Veskijärve vahetu valgala on peaaegu täielikult looduslik ja püsinud võrdlemisi muutumatuna (joonis 3.2.9.1.), siin-seal on eemaldatud metsa või võsa, põllumassivid on olnud praktiliselt muutumatud. Paisjärve kallastel on võrdlemisi lai puhvervöönd puudest, põõsastest ja rohttaimedest. Üksikutes kohtades on märgata paate, paadisillad puuduvad. Puudub ka ranna-ala, mudase põhja ja suviti rohke taimestiku ning rohevetikakihi tõttu järve ujumiseks ei kasutata. Koormus vahetult valgalt on seetõttu madal.



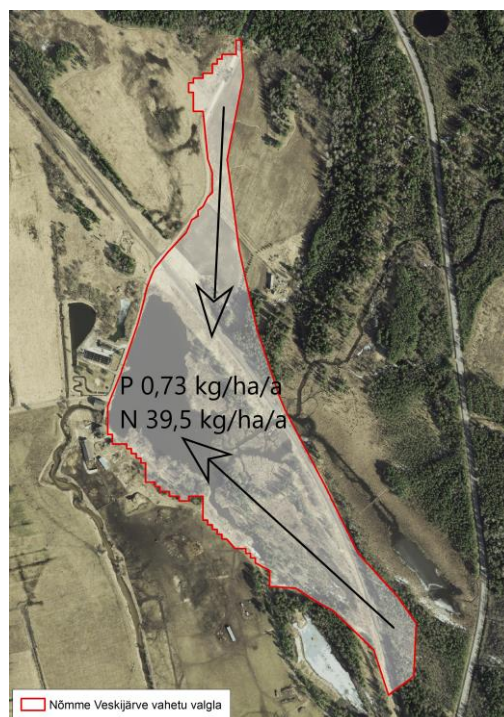
Joonis 3.2.9.1. Nõmme Vesikijärve lähiümbrus Maa-ameti ortofotodel: 1996., 2005., 2013. ja 2018. aastal.

Paisjärve vahetu valgala määramisel kasutati Keskkonnaagentuuri poolt 2015. a. modelleeritud ja 2019. a. korrigeeritud veekogumite valglate ruumikujusid ning 2000. a. baarkaardi alusel Kaardikeskus AS poolt loodud valglate ruumikujusid. Lisaks kasutati alusena Maa-ameti kõrgusmudelit (2012-2015, 10 m eraldusega). Vahetu valgla on hinnanguline. Maakatte analüüsil kasutati Corine LandCover 2012. ja 2018. a. andmestikku. Vahetu valgla suurus on 26,2 ha ja maakattes domineeris põllumajandusmaa (joonis 3.2.9.2)



Joonis 3.2.9.3. Nõmme Vesikijärve vahetu valgla (A) ja selle maakatte osakaal (B).

Valgala kõlvikute osakaalu järgi arvutati vahetult valgalt ka toiteainete koormus kalenderaasta jooksul vastavalt TTÜ poolt väljatöötatud hajukoormuse uuringu metoodikale. Selgus, et vahetult valgalt jõuab väga kareda veega Nõmme Vesikijärve vähe toiteaineid ja koormus on väike: P 0,73 kg/ha/a ja N 39,5 kg/ha/a (joonis 3.1.9.4). Väliskoormuse bilanss on küll positiivne, kuid intensiivse veevahetuse ja väga kareda vee tõttu on koormus Vollenweideri mudeli hinnangul talutaval tasemel.



Joonis 3.2.9.4. Nõmme Vesikijärve vahetult valgalt pärinev toiteainete äraanne aasta jooksul.

4. MEETME- JA TEGEVUSKAVAD



PAISJÄRVEDE MEETME- JA TEGEVUSKAVAD

4.1. Kliimamuutuste mõju karedaveeliste järvede funktsioneerimisele

Kliima mõju hindamisel veekogudele peab arvestama oluliste keskkonnateguritega, mis võivad vähemal või rohkemal määral kujundada reaktsiooni. Paisjärvede puhul on nendeks enamasti väike pindala ja – sügavus, kiire veevahetus, lauge litoraali ja sublitoraali. Vee keemilised omadused ja vooluveekogu tõkestatusse määr võivad olla väga erinevad ja neid ei saa üldistada sarnaste väärtustega enamike paisjärvede kohta. Ao ja Nõmme Vesikijärve puhul tuleb väga oluliseks pidada vee karedust, mis on siinsele alale iseloomulikult väga suurte väärtustega (HCO_3^- 312-338 mg/l). Väga kareda vee piiriks on HCO_3^- 240 mg/l. Kalk vesi on omakorda tähtis ökoloogiline faktor, sest selles sisalduvad lubiained seovad siseveekogude kõige olulisema toiteaine, mineraalse fosfori, lahustumatuks ja esmasprodutsentidele kättesaamatuks. Seevastu teise olulisema toiteaine, üldlämmastiku, sisaldused on ülejäänud Eesti järvede omast (N 900-1000 mg/m³) isegi üle viie korra suuremate väärtustega (meie mõõtmiste keskmine 5300 mg/m³). Nii taimedele kui vetikatele on tarvis mõlemat toiteainet ja kui fosforit on väga vähe, siis lämmastiku suur kogus ikkagi ei võimalda primaarprodutsentide intensiivset arengut. Seega võiks üldistada, et paisjärved on ühelt poolt väga vastupidavad mõjudele tänu väga karedale veele ja intensiivsele veevahetusele. Sellele vastupidiselt on nad nõrgad morfomeetriliste omaduste tõttu. Stabiilsemaks talitlemiseks peaksid paisjärved olema suuremad ja sügavamad. Nii Ao paisjärv kui ka Nõmme Vesikijärv on väiksed ja täituvad kiiresti setetega. Seetõttu ei saa ökosüsteem kujuneda stabiilseks juba põhimõtteliselt.

Eesti kohta on koostatud kliimastsenaariumid aastani 2100 (Luhamaa jt., 2014). On arvestatud kahte stsenaariumit, üks tagasihoidlikumate RCP4.5 ja teine suuremate kliimamuutustega RCP8.5. Mõlema järgi on oodata õhutemperatuuri tõusu. Neist esimese alusel on temperatuuri tõus 2,7 ja teise järgi 4,3 kraadi. Samamoodi muutub arvatavasti ka sademete hulk. Kuu keskmiseid sademeid on sajandi lõpuks aasta kohta vastavalt 16% või 19% rohkem. Erinevate mudelitega rõhutatakse ka ekstreemsete sademetehulgaga valingute sagenemist.

Eestis on täheldatud lõunakaarte tuulte tugevnemist (Nõges jt., 2012). Järvede funktsioneerimist võib mõjutada tormide võimsus ja tugevatuuleliste päevade arv.

Mõlemad on madalad suure valgalaga paisjärved. Ilmaolude muutused võiksid mõjuda erineva morfomeetria ja vee omadustega järvedele erinevalt. Paisjärvede puhul pole arvatavasti oluline tuule mõju suurenemine, sest nad on väikesed. Sademete hulga suurenemine suurendab veehulka, veevahetust ja võib tõsta veetaset. Kuna mõlema paisjärve väljavool on reguleeritud, siis järvede veetaseme tõusu äärmuslikku mõju

saab leevendada. Samas on väga oluline mõju osakeste settimiskiirusele paisjärvedes. See võib oluliselt suurened. Õhutemperatuuri ja selle kaudu veetemperatuuri tõus muudab järve funktsioneerimist. Oluline on ka temperatuuri aastane dünaamika. Viimastel aastatel on meie järvedes täheldatud ühe peamise mõjurina kasvuperioodi pikenemist. On ka olnud aastaid, kus olulise ökoloogilise faktorina saab käsitleda lühiajalisi kuumaperioode. Eriti suur mõju on siis, kui need kuumaperioodid toimuvad kevadel, kasvuperioodi alguses. Suurim toime on seejuures sügavamatele järvedele, kuid sellele võivad reageerida väga tugeva surve korral ka madalad. Ao ja Nõmme Veskijärv on nii madalad, et neis veesamba kihistust ei teki.

Veetemperatuuri tõus intensiivistab bioloogilisi protsesse, muudab liigilist koosseisu, liikide arvu ja koosluste proportsioone. Nimetama peab ka, et liikide arvukuse ja biomassi dünaamika võib muutuda. Paisjärvede puhul võib oletada, et veetemperatuuri ühtlasem jaotus on järve funktsioneerimisele väga üldises tähenduses kasulik, sest toiteainete ressursid jaotuvad kasvuperioodile ühtlasemalt. Seda nähtust on Eesti väikejärvedes juba praegu mitmel viimasel aastal täheldatud. Kevad on varajasem, sügis hilisem, jääkatte periood lühem, kevadine suurvesi lühemal ajal või puudub ja on nõrgem, sademete ja temperatuuri dünaamika ühtlane. Sellistes tingimustes ei ole väga olulisi ökoloogilise kvaliteedi langusi. Kõige olulisem kliimamuutuste mõju võib olla settimiskiiruse suurenemine juhul, kui sademeid on varasemast rohkem.



Nõmme Veskijärve kärestikuline kalapääs (üks väljavooludest) 19.03.2020 (foto R. Laarmaa)

4.2. Koormusallikad paisjärvede valgaladel

Külastuskoormus ja rekreatiivne väärtus

Järvede ääres puudub avalik ranna-ala, paadisillad jm taristu, mistõttu rekreatiivne väärtus on madal. Paisjärvede ääres võib kohata aeg-ajalt kalastajaid. Tervendamisjärgselt võib rekreatiivne väärtus ja külastuskoormus tõusta.

Koormusallikad valgalal

Ühisveevärk ja –kanalisatsioon

Valdade liitmise järel reguleerib ÜVK-ga seotud küsimusi Väike-Maarja Vallavalitsus ja üldpõhimõtted on sätestatud dokumendis „Väike-Maarja valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2019-2030“ (Väike-Maarja..., 2019).

Valla veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemide operaatoriks on valla omanduses olev OÜ Pandivere Vesi. Ühisveevärgi võrgu kogupikkus on 37 km ja ühiskanalisatsiooni võrgu kogupikkus on 38,1 km. Endise Rakke valla omanduses olnud 6 puurkaevu ning 2 biopuhastit anti 2018. a üle OÜ Pandivere Vesi. Rakke reoveekogumisaslasse kuuluvad lisaks alevikule ka Ao, Kellamäe ja Suur-Rakke külad. Tsentraliseeritud veevarustus ja kanalisatsioon puudub Nõmme külas (kokku 16 elanikku).

Mitmetele suurematele tööstustele ja suurfarmidele tagavad veevarustuse ettevõtete poolt ise rajatud pumbamajad. Hajaasustuses olevatel taludel ja eramajadel on oma puur- või salvkaevud. Talud, suurfarmid ja eramud kasutavad lokaalseid kogumiskaeve (Väike-Maarja..., 2019).

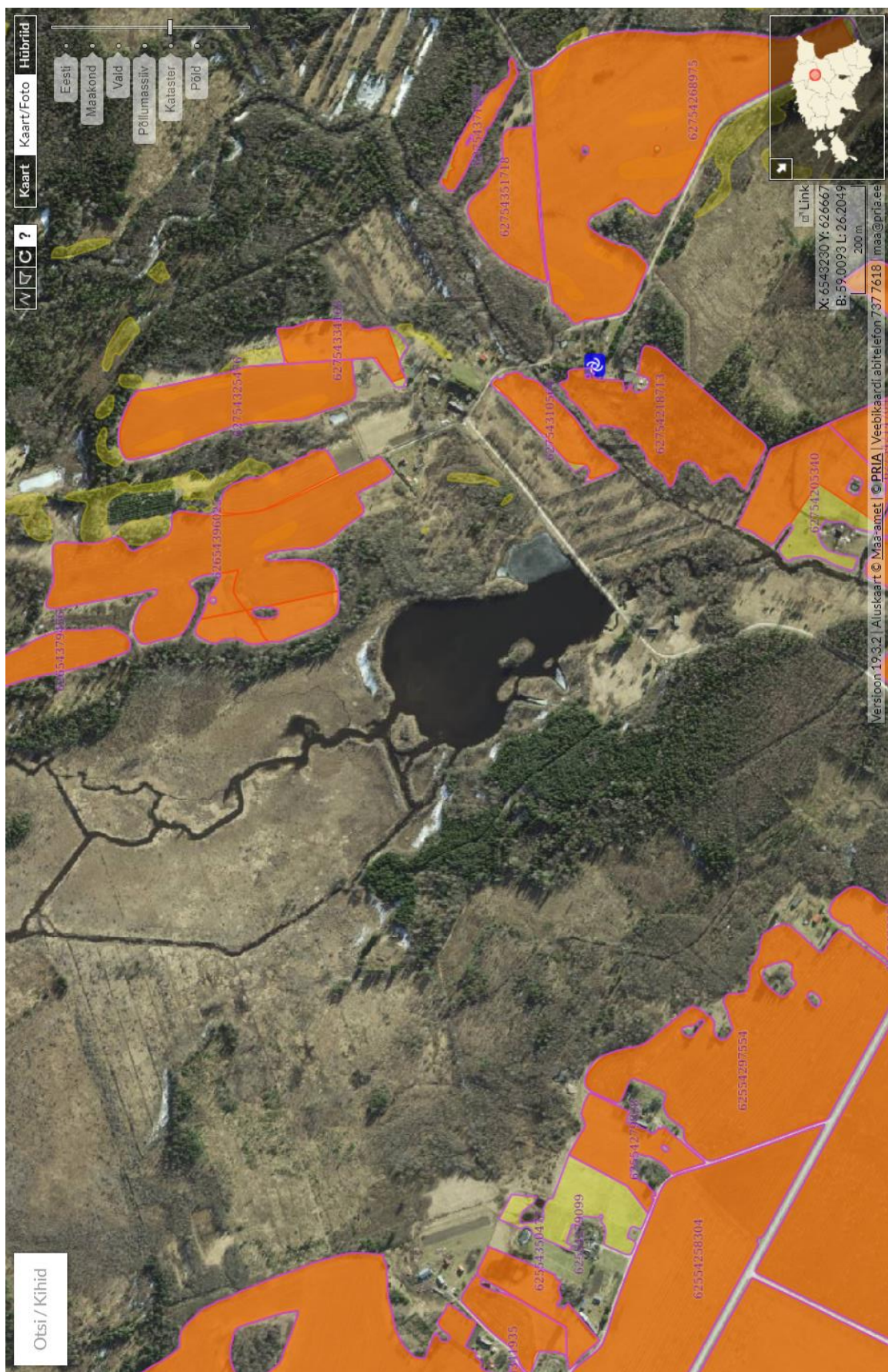
Põllumassiivid ja loomakasvatushooned

Paisjärvede valglatel on mitmeid põllumassiive, Nõmme Vesikijärve ümbruses olevad põllumassiivid jäävad pigem väljavoolu lähistele, ka Ao paisjärve vahetus läheduses põlde pole (joonis 4.1.1 ja 4.1.2). Põllud paiknevad võrdlemisi laugel maal, maastikul paiknevad liustikujõelise geneesiga seljandikud on enamasti kaetud metsa või põõsastega.

Loomakasvatushooneid on samuti üksikuid. Nõmme Vesikijärve üks väljavooludest läbib kalakasvatust (joonis 4.1.3), järve läheduses peetakse veiseid ning veidi kaugemal Kopli talus ka hobuseid, kitsi, lambaid, kanu ja parte. Ao paisjärve vahetus läheduses loomakasvatushooned puuduvad, ent ühes talus, veidi enne Nõmme jõe suubumist Põltsamaa jõkke, peetakse veiseid (68; PRIA, 2020).



Joonis 4.1.1. Nõmme Vesikijärve läheduses olevad **põllumassiivid**, **loomakasvatushooned**, **NATURA 2000 ala**, allikad (☉) ja **suuremad nõlvakalded** (>10%). Allikas: PRIA 18.03.2020. a.



Joonis 4.1.2. Ao paisjärve (Põltsamaa jõgi) läheduses olevad põllumassitiivid, loomakasvatushooned ja suuremad nõlvakalded (>10%). Allikas: PRIA 18.03.2020. a.



Joonis 4.1.3. Kalakasvatus Nõmme Vesikijärve ühel väljavoolul 20.03.2020. a (foto R. Laarmaa).

Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlik ala

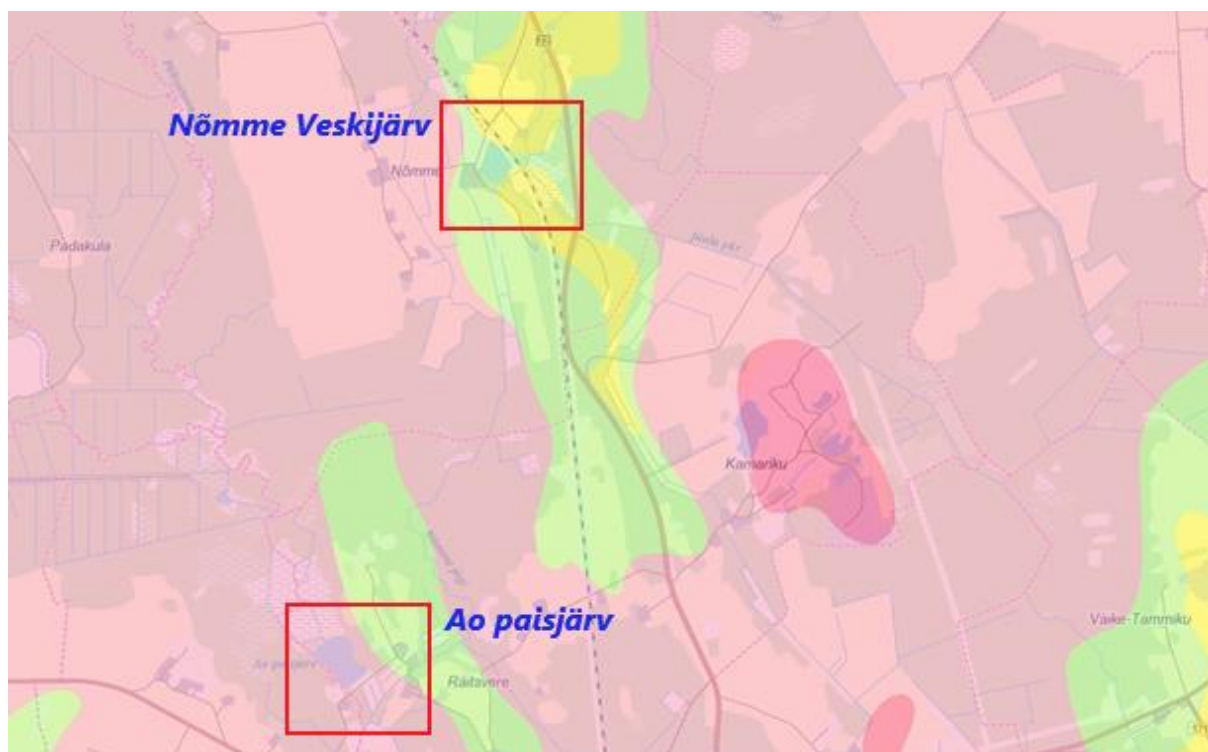
Põhja- ja pinnavee kaitseks on moodustatud intensiivse põllumajandustootmisega piirkondades nitraaditundlikud alad (NTA), kus veeseaduse alusel on kehtestatud rangemad keskkonnakaitsenõuded. Nitraaditundlikuks loetakse ala, kus põllumajanduslik tegevus on põhjustanud või võib põhjustada nitraatioonisisalduse põhjavees üle 50 mg/l või mille pinnaveekogud on põllumajanduslikust tegevusest tingituna eutrofeerunud või eutrofeerumisohus.

Mõlemad paisjärvad asuvad Pandivere ja Adavere-Põltsamaa NTA-l. Kaitsmata põhjaveega aladel on kaitse-eeskirjas sätestatud tegevuspiiranguid. Kaitsmata põhjaveega aladel ei tohi:

- 1) mineraalväetistega antav lämmastikukogus olla aastas üle 120 kg haritava maa 1 ha kohta ning taliviljadele ja mitmeniitelistele rohumaadele korraga antav lämmastikukogus olla aastas üle 80 kg haritava maa ühe hektari kohta;
- 2) pidada loomi üle 1 loomühiku haritava maa hektari kohta;
- 3) kasutada reoveesetet.

Piirkonna jõgede (ja paisjärvede) vesi on lämmastikurikas – Nõmme jões 7,4 mgN/l ja Põltsamaa jões 4,1 mgN/l. Ka fosfori sisaldused olid veidi kõrgemad Nõmme jões (0,04

mgP/l; Põltsamaa jões 0,03 mgP/l, 2019. a. keskmine, Lisa 1). Põhja- ja pinnavee lämmastikusisaldus on siin piirkonnas seega juba looduslikult kõrgem. Nõmme Vesikijärve aladel on VeeVeebi info põhjal põhjavee kaitstus tagatud võrdlemisi hästi, ent Ao paisjärve piirkond on nõrgalt kaitstud (joonis 4.1.4).



Joonis 4.1.4. Põhjavee kaitstus paisjärvede piirkonnas (**kaitsmata**, **nõrgalt kaitstud**, **keskmiselt kaitstud** ja **suhteliselt kaitstud**; VeeVeeb, 18.03.2020).

4.3. Meetmed koormuse ohjamiseks ja paisjärvede seisundi parandamiseks

Paisjärvede puhastamine setetest

Mudaste ja toiteaineterikaste setete eemaldamine on paisjärvedes vajalik tegevus iga 10-15 a järel. Sellise intervalli juures on setete mahud hõlpsamini käsitletavad. Mida pikem ajaintervall, seda kulukam ja tehniliselt keerukam on see töö. Kummaski paisjärves ei ole orgaaniliste setete tusedus väga suur, kuid inkubatsioonikatsed demonstreerisid sekundaarreostuse ohtu. Kuna tegemist on tugevasti muudetud veekogudega, millel põhimõtteliselt tuleb nende säilimiseks setted eemaldada, siis on see kõrgeima prioriteedi tegevus.

Setete eemaldamiseks tuleb koostada insener-tehniline eelprojekt, mida enamasti teevad vastava litsentsiga projektbürood koostöös ehitusfirmadega. Oluline on arvestada kõikvõimalike keskkonnamõjudega ning tööde efektiivsuse ja majandusanalüüsiga. Järved on väga spetsiifiliste eripäradega, kuid üldiselt võib arvestada tööde hinnaks 7-15 €/m³ kohta. Ao paisjärv on küll ca poole suurema pindalaga, kuid setete kogumaht on Nõmme Vesikijärvega üsna sarnane (vastavalt ca 57000 ja 60000 m³). Tööde maksumus sõltub sellest, kui suur osa eemaldatakse. Kui arvestada, et pool mahust eemaldada, siis võiks maksumused olla sellised nagu esitatud tabelis 4.3.2.1.

Setete ladustamine on alati kõige problemaatilisem tegevus. Paisjärved ei paikne asulas, vaid hajaasustuspirkonnas, mistõttu on ladestusala leidmine lihtsam. Üheks võimaluseks on kasutada kunstlikke settetiike, kuhu vedel sete koos veega pumbatakse. Teiseks võimaluseks, mis nimetatud piirkondades on tõenäoliselt lihtsam, on kasutada geotekstiilist kotte, millest filtreerub vesi aeglaselt välja (joonis 4.3.1). Ala, mis on vajalik setete setitamiseks on võrdlemisi suur ja arvestama peab ka võimalike põhjavee kaitsmisega seotud küsimustega, sest alad paiknevad NTA-I. Sette tahenemisel eralduv vesi ei tohiks otse järve tagasi voolata.

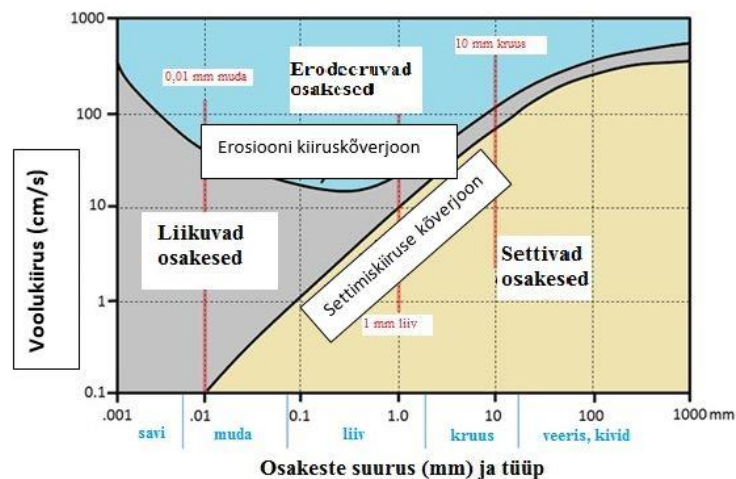


Joonis 4.3.1. Setete pumpamine geotekstiilist tuubidesse (ing k *geotube*; allikas: <https://www.geobera.com/urunler/geotube/>).

Eelsetitamise tiigid

Suurte vooluhulkade ja ka suure langu korral on üsna oluline jaotada sestoni kogust järvest (paisjärvest) ülesvoolu. See pikendab paisjärve puhastamise intervalli ja võib osutuda majanduslikult efektiivseks, kui seda soosib maastiku reljeef ning maakasutus. Joonisel 4.3.2. on esitatud osakeste settimise kiirus sõltuvalt nende suurusest ja vee voolukiirusest. Mõlemas paisjärves valdavad kerged fraktsioonid, eriti orgaanikarikas muda, aga ka savi. Kui vaatame sette jaotuse jooniseid (joonis 3.1.8.1 ja 3.2.8.1), siis võime eristada түsedamaid setteid sissevoolu juures, sissevoolu lähedal vasakkalda pool. Sellest võime järeldada, et oluline osa settest on allohtoonne. Ka väljavoolu lähedal on sete түsedam. Selles võib olla suur osa autohtoonne.

Eelsetitite kasutamine tundub olevat antud juhul väga efektiivne. Nende paisjärvede eelvooludel on mаragalad, eriti ulatuslik on see Ao paisjärvel. Oletatavasti suur osa paisjärve settinud orgaanilisest materjalist on pärit neist kohtadest. Seepärast oleks otstarbekas võimalikult paisjärve lähedale rajada settetiigid (joonis 4.3.3). Selle tehnilise, majandusliku ja looduskaitse (mārgalade elupaikades on rikkalik elustik) otstarbekuse peaks selgitama.



Joonis 4.3.2. Mineraalsete osakeste settimine olenevalt osakeste suurusest ja voolukiirusest (Earle, 2015).

Nõmme Vesikjärve peamine sissevool on Natura 2000 kaitseala piiriks ning seal on seatud mõned piirangud. Keelatud on kõlvikute piiride muutmine, teostada maakorraldustoiminguid, kehtestada detail- ja üldplaneeringut, anda ehitusluba (ka väikeehitiste ehitamiseks) ilma kaitseala valitseja nõusolekuta. Ka üks planeeritud eelsetitamise tiik jääb kaitsealale, ent selle tiigi rajamisega ei takistata kaitseala eesmärkide saavutamist.



Joonis 4.3.3. Võimalikud alad (triibutatud punasega) settetiikide rajamiseks Nõmme Veskijärve (vasakul) ja Ao paisjärve (paremal) sissevooludel.

Taimestiku niitmine

Enamasti kasutatakse taimestiku niitmist järve korrastus- mitte tervendamistöödeks. Taimestiku niitmine võib olla efektiivne juhul, kui tegevus ühitada setete eemaldamisega. Peab arvestama, et mõlematel paisjärvedel on väga head tingimused taimede levikuks. Paisjärved on toiteainetest rikkad, madalad, lauge nõlvaga. Suurtaimede levikuks on pisut takistavaks asjaoluks pehmete setete levik. Neis tingimustes on tavaliselt makroniitvetikate kasv väga intensiivne ja nende produktsioon võib ületada isegi suurtaimede oma. Kuna niitvetikad on lämmastikulembesed ja vesi on lämmastikurikas, siis nende kasvu allasurumiseks pole väga palju võimalusi. Kõige efektiivsemaks tuleks pidada niitvetikavaipade mehhaanilist eemaldamist.

Taimestiku niitmist tehakse Eestis mitmetes kohtades puhkamistingimuste parandamiseks. Põhimõtteliselt võib olla oluline ka selle tegevusega liigsete toiteainete eemaldamine, kuid siin peab kindlasti arvestama, et taimede valdamisel on vesi puhtam, kui mikrovetikate domineerimisel. Teiste sõnadega, kui liigselt taimi eemaldada, võib vesi hakata õitsema. Antud juhul, kiire veevahetuse ja fosfori limitatsiooni tingimustes võib oletada, et suurtaimedest tühjaks jäänud alad hõivavad väga massiliselt mitte fütoplankterid, vaid makroskoopilised niitvetikad.

Niitmistööde maksumus sõltub paljudest asjaoludest, kus tähtsamad on järve pindala, taimede paigutamise võimalused, setete iseloom ning väga oluline on taimekooslus. Mida rohkem ujulehtedega taimi, seda kulukamaks tööd kujunevad. Hinnavahe on 2000-3000 €/ha.

Puhverribad ja maakate

Puhverriba paisjärvede kallastel vähendab otsest ärakannet valgalalt. Mõlema järve kaldad on roostiku- ja pajuvõsa ääristatud, vaid kruusakattega teede ääres puhervöönd puudub (joonis 4.3.4). Selleks, et vähendada toiteainete jõudmist otse järve, tuleks kaaluda puhervööndi säilitamist vähemalt senisel kujul, vajadusel rajada teede äärde ja järve kallastele täiendavaid puhverribasid.



Joonis 4.3.4. Paisjärvede juurde viivate teede ääres puudub looduslik puhervöönd (19.03.2020, foto: R. Laarmaa).

Erinevate keskkonna- ja muude lubade väljastamisel ning kooskõlastamisel tuleb arvestada, et paisjärve vahetu valgala maakate säiliks vähemalt senisel kujul. Kindlasti ei tohiks suurendada põllumaa osakaalu.

Paisu likvideerimine

Teostatud investeeringute ja kohalike huvide tõttu on tegemist ebareaalse meetmega. Rajatud on möödaviik-kalapääsud.

4.3.1. Täiendavate uuringute vajadus

Insener-tehniline eeluuring sette eemaldamiseks

Enne sette eemaldamist on vajalik teostada insener-tehniline uuring, millega selgitatakse välja paisjärvede sette mahud ja eemaldamise piirkonnad. Võimaluse korral tuleks saada ka vastus paisjärvede süvendamise võimalikkuse osas. Kuna piirkonnas on aluskorraks peamiselt lubjakivi, siis tõenäoliselt väga suurt sügavust ei saavutata.

Insener-tehniline eeluuring settetiikide rajamiseks paisjärvede sissevooludele

Paisjärvede sissevooludele tuleks planeerida eelsetitamise tiigid. Vastavad alad on limnoloogide ja hüdrobioloogide poolt välja pakutud joonisel 4.3.3. Uuring annaks vastuse, kui suured peaksid tiigid olema ja kus nad peaksid asuma.

Valgala detailne analüüs

Paisjärvede valgala on väga suur ja seetõttu selle uuringu käigus koormusallikaid koguvalgalal ei kaardistatud. Vastavasisuline uuring on vaja läbi viia selleks, et hinnata paisjärvede väliskoormust ning analüüsida koormusallikate mõju veekogumitele (ja Põltsamaa jõe).

4.3.2. Meetmete ja uuringute maksumus ning ajakava

Potentsiaalsed meetmed koos eeldatava maksumusega on toodud tabelis 4.3.2.1. Maksumus on hinnanguline ja selgub tööde hankeprotsessi käigus.

Tabel 4.3.2.1. Võimalikud meetmed ja tegevused paisjärvede ökoloogilise seisundi parandamiseks. Lõppmaksumus sõltub tööde hankimise käigus, lühendid: KOV – kohalik omavalitsus, KAUR – keskkonnaagentuur, KIK – keskkonnauuringute keskus, EL – Euroopa Liit.

Tegevus ja selle lühikirjeldus	Meetme elluviijad	Eeldatav maksumus	Võimalikud rahastusallikad
Setete ja settetiikide insener-tehnilised eeluuringud	KOV	20 000 €	KOV, EL vahendid
Valgala detailne analüüs	KOV, KAUR	10 000 €	KOV, KAUR vahendid
Puhverribade rajamine	KOV	8 000 €	KOV vahendid
Eelsetitamise tiikide rajamine sissevooludele	KOV	100 000 €	EL, KIK vahendid
Setete eemaldamine Ao paisjärvest	KOV	430 000 €	EL, KIK vahendid
Setete eemaldamine Nõmme Vesikijärvest	KOV	450 000 €	EL, KIK vahendid
Taimestiku eemaldamine	KOV	9 000 €	KOV vahendid
Tihendatud sammuga seire (3x VMK perioodi jooksul)	KOV, KAUR	13 500 €	KOV, KAUR vahendid

Tabel 4.3.2.2. Võimalike tegevuste ajakava ja eeldatav maksumus. Tegevuse lõpp-maksumus sõltub lähteülesandest ja hankeprotsessist.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Eeldatav maksumus
Täiendavad uuringud	X	X							30 000 €
Puhverribade rajamine		X	X						8 000 €
Eelsetitamise tiikide rajamine				X	X				100 000 €
Paisjärvede puhastamine setetest						X	X		880 000 €
Taimestiku eemaldamine							X		9 000 €
Seire (3x VMK)			X			X		X	13 500 €
KOKKU:									1 040 500 €

4.3.3. Sobivaim meetmete kombinatsioon

Uuringut läbi viinud ekspertide hinnangul on paisjärvede tervendamise eelduseks paisjärvede setete eemaldamine. Meetodid, mahud ja maksumuse ning tööde tegemise võimalused selgitatakse välja eeluuringute käigus.

Kuna paisjärved täituvad teatud perioodi jooksul taas setetega, siis selleks, et vähendada järve jõudva sette hulka, soovitame madalvee perioodil rajada paisjärvede sissevooludele ka settetiigid, milleni oleks kergem pääseda ja mille tühjendamine toimuks küll tihedamini, ent oleks kokkuvõttes odavam ja vähem aega nõudev töö.

Puhverribade rajamine teede äärtesse ja taimestiku niitmine on pigem vähemtähtsad meetmed, mis tugevat positiivset mõju otseselt ei avalda, ent vähendab koormust järvele. Eelnevate meetmetega liites võib anda oluliselt parema tulemuse, kui rakendada meede üksikult, suvalisel ajahetkel.



Põltsamaa jõgi allpool Ao paisjärve 19.03.2020 (foto: R. Laarmaa).

4.4. Riskid, alternatiivid ja nende analüüs

Kuna meetmed ja tegevused, mis kavas välja pakutakse, satuvad erinevate ametkondade haldusalasse, siis meetmete ja tegevuste rakendamine ning eesmärkide saavutamine eeldab kõikide asjaosaliste pidevat koostööd ning tegevuste läbiarutamist. Mõned tegevused on arengukavadega juba tegevusse võetud, mõned tegevused eeldavad täiendavaid finantsvahendeid ning koostööd erinevate osapoolte vahel (setete eemaldamine ja settetiikide projekteerimine). Probleeme võib tekkida finantsvahendite hankimisega investeringute teostamiseks. Seetõttu on mõned riskid, mis võivad soovitud tulemuse saavutamist mõjutada. Riskid on toodud tabelis 4.4.1.

Tabel 4.4.1. Võimalikud riskid ja nende maandamine.

Võimalik risk	Võimalik realiseerumine	Riski maandamine
Meetmed järve seisundi parandamiseks pole piisavad	Keskmine	Lisauuringute läbiviimine vastavalt ptk 4.3.1 väljapakutule.
Finantsvahendite puudumine	Keskmine-kõrge	Võimalikult paljude osapoolte kaasamine lahenduste leidmiseks. Strateegilise tegevusplaani koostamine finantsvahendite leidmiseks ja hankimiseks.
Kõik elanikud ei liitu ÜVK-ga, säilivad potentsiaalsed haju- ja/või punktreostusallikad	Keskmine	Hinnata periooditi ÜVK-ga mitteliitunud elanike reovee kogumise ja hoiustamise võimekust ning hinnata reoveekäitluse vastavust veekaitse nõuetele. Juhul, kui reovee kogumine, säilitamine või käitlemine on ÜVK-ga mitteliitunud elanike jaoks üle jõu käiv, tuleks valla- ja järelvalveametnikel selgitada kohalikele asula pakutavaid võimalusi viia reoveekäitus kooskõlla üldiste veekaitse nõuetega.
Keskkonnalubade väljastamisel puudub tervikpilt järve valgala maakatte tüüpide osakaalu muutuste kohta.	Madal	Periooditi (1x 7 a jooksul) hinnata paisjärvede valgala maakatte muutust Maa-ameti ortofotode alusel.
Inimeste vastuseis	Madal	Selgitustöö tööde eesmärkidest ja paisjärve väärtustest.

Muud riskid

Järvede tervendamine on tihti pikk ja keeruline protsess ning vajab etteulatuvaid saavutatavaid (vahe-)eesmärke, mistõttu tervendamistöödeks koostatud meetmekavasid (ja meetmete tõhusust) võiks hinnata iga veemajanduskava perioodi alguses või lõpus ning vajadusel planeerida lisauuringud, -tegevused või -investeeringud.

Võimalikud alternatiivid

Nullalternatiiv: ei tee midagi

Järved täituvad järk-järgult toiteaineterikaste setetega ja veepeeglid hakkavad kalda äärest keskosa suunas taimede ja makrovetikate poolt kinni kasvama, paisjärvede keskossa jääb kiirema vooluga süng. Esteetiline väärtus väheneb kiiresti. Reostusohu allavoolu jäävatele veekogumitele on suur.

Alternatiiv 1: paisjärved tervendada

Setete eemaldamise tulemusena suureneb vee maht ja väheneb reostuskoormus allavoolu jäävatele veekogumitele. Taimestik ei saa levida enam üle terve järve, vaid madalamatel kalda-äärsetel aladel. Tõenäoliselt jätkub rohevetika *Cladophora* vohamine paisjärvedes, sest vesi on lämmastikurikas. Lisades sissevooludele ka settetiigid, suureneb paisjärve setetest puhastamise intervall ja paisjärved ei täitu nii kiiresti setetega. Suurem veemaht ja parem setete kvaliteet parandavad kalade elupaikade kvaliteeti paisjärvedes.

Alternatiiv 2: paisud lammutada

Ebareaalne alternatiiv.



Põltsamaa jõgi ülalpool Ao paisjärve, 13.08.2019 (foto R. Laarmaa).

KOKKUVÕTE

Mõlemad paisjärved on heleda- ja karedaveelised alkalitroopsed tugevalt muudetud veekogud (TMV) Ida-Eesti vesikonnas. Mõlema paisjärve seisund oli 2019. a. uuringute tulemusena kesine, Ao paisjärve hindamisparameetrid olid veidikene paremad, kui Nõmme Vesikijärves. Uuringu tulemusena selgus, et mõlemad paisjärved kujutavad endast potentsiaalset reostusohu allavoolu jäävatele veekogumitele. Seega on hädavajalik leida seisundit kujundavad survetegurid, need kaardistada ja töötada välja sobivad meetmed olukorra parandamiseks.

Uuringu käigus uuriti Ao paisjärve (Põltsamaa jõel) ja Nõmme Vesikijärve (Nõmme jõel) seisundit (sh vee keemia, plankton, fütobentos, suurtaimed, suurselgrootud, kalad) ning järvele mõjuvaid koormusallikaid (nii sise- kui ka väliskoormus). Nende ja avalike andmete põhjal koostati paisjärvedele meetme- ja tegevuskava.

Mõlemad paisjärved vajaksid seisundi parandamiseks mitmeid hädavajalikke tegevusi. Kuna paisude likvideerimine on ebareaalne alternatiiv kohalike hinnangul, siis peamiseks tegevuseks, mis paisjärvede olukorda parandaks, on setete eemaldamine ja veemahu suurendamine. Selleks, et väikesed paisjärved kiiresti jälle täis ei settiks, võib kaaluda sissevooludele settetiikide rajamist. Uuringu tulemusel selgus ka mitmete täiendavate uuringute vajadus – nt valgala detailne analüüs ja reostusallikate kaardistamine ja insener-tehnilised eeluuringud nii settetiikide rajamiseks kui ka setete eemaldamiseks. Meetmekavas analüüsiti erinevaid riske, mis paisjärvede tervendamiseks võivad kaasneda ning pakuti välja erinevaid tegevusi, sh näidis-ajakava, selleks, et tegevused kulgeksid ühtse loogilise paketina ja sobivas ajaraamistikus.

Tervendamistöödeks koostatud meetmekavasid (ja nende meetmete tõhusust) võiks hinnata iga veemajanduskava perioodi alguses ning vajadusel planeerida lisauuringud, -tegevused või -investeeringud. Aruandes välja pakutud parima meetmete- ja tegevuste kombinatsiooni täies mahus rakendamine soodustab paisjärvede vähemalt hea seisundi saavutamist.

KASUTATUD MATERJALID

2000/60/EC Euroopa Liidu Teataja 15/5 kd. 314 (ET) 40(72). Kättesaadav: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060>

Ahlgren, J., Reitzel, K., Danielsson, R., Gogoll, A. & E. Rydin. 2006. Biogenic phosphorus in oligotrophic mountain lake sediments: Differences in composition measured with NMR spectroscopy. *Water Research* 40: 3705-3712.

Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., Furse, M. T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333-347.

Boström, B., Jansson, M. & C. Forsberg. 1982. Phosphorus release from lake sediments. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 18. 5-59.

Dumont, H. J., Van de Velde, I., & Dumont, S. (1975). The dry weight estimate of biomass in a selection of cladocera, copepoda and rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia*, 19, 75-97.

EN 13946:2003. Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. CEN (2003), Comité European de Normalisation, Geneva.

EN 14407:2004. Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. CEN (2004). Comité European de Normalisation, Geneva.

EVS-EN ISO 10870:2012. Water quality – Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters (ISO 10870:2012). Eesti Standardikeskus.

EVS-EN 15110:2006 Water Quality – Guidance standard for the routine sampling of zooplankton from standing waters. Eesti Standardikeskus.

EVS-EN 16698:2015 Vee kvaliteet. Siseveekogudest fütoplanktoni kvantitatiivsete ja kvalitatiivsete proovide võtmise juhised. Eesti Standardikeskus.

EVS-EN 16695:2015 Vee kvaliteet. Juhised fütoplanktoni biomahu määramiseks. Eesti Standardikeskus.

EVS-ISO 5667-4:2016 Vee kvaliteet. Proovivõtt. Osa 4: Juhised looduslikest ja tehiskärvetest proovide võtmiseks. Eesti Standardikeskus.

Heidenreich, M. & A. Kleeberg, 2003. Phosphorus-binding in iron-rich sediments of a shallow Reservoir: spatial characterization based on sonar data. *Hydrobiologia*, 206-509: 147-153.

Heiri, O., Lotter, A. F. & G. Lemcke. 2001. Loss of ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25:101-110.

Hillebrand, H., Dürselen, C.-D., Kirschtel, D., Zohary, T. & U. Pollinger (1999) Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *J. Phycol.* 35: 403-424.

Hupfer, M., Gachter, R. & R. Giovanoli, 1995. Transformation of phosphorus species in settling seston and during early sediment diagenesis. *Aquatic Sciences*, 57:305-324.

Ida-Eesti vesikonna veemajanduskava. 2016. Keskkonnaministeerium, 334 lk, https://www.envir.ee/sites/default/files/ida-eesti_vesikonna_veemajanduskava_0.pdf.

Jeffrey, S.W. & Humphrey, G.F., 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. - *Biochemie und physiologie der Pflanzen* 167: 191-194.

Johnson, R.K., 1999. Benthic macroinvertebrates. In: *Bedömningsgrunder för miljökvallitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 2. Biologiska parametrar* (ed. Torgny Wiederholm). Naturvårdsverket Förlag, 85-166.

Juhend paisjärve tõttu veekeskkonnale avalduva koormuse uurimiseks. 2015. Keskkonnaministeerium. 76 lk. https://www.kik.ee/sites/default/files/paisjarve_moju_hindamise_uuringu_juhendmaterjal.pdf

Kisand, A., 2008. Sediment phosphorus forms and their role in lake ecosystems. Ph.D. thesis. Eesti Maaülikool. 102 lk.

Киселев (Kisseljov), И. А. 1956, Методы исследования планктона. В кн.: Жизнь пресных вод СССР IV (ред. Е. Н. Павловский, В. И. Жадин). Москва-Ленинград: 183-265.

Kõvask, V. & A. Milius, 1982. Lõuna-Eesti järvede fütoplankton. Eesti NSV järvede nüüdisseisund. Tartu, 75-85.

Lenat, D. R., 1988. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *J. North Amer. Benthol. Soc.* 7: 222-233.

Lorenzen, C. J., 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: Spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12: 343-346.

Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T. & K. Rosin, 2014. Eesti tuleviku kliimastsenaariumid aastani 2100. Keskkonnaagentuur. 90 lk. Kättesaadav: https://www.envir.ee/sites/default/files/kliimastsenaariumid_kaur_aruanne_ver190815.pdf; viimati külastatud: 29.02.2020.

Medin, M., Ericsson, U., Nilsson, C., Sundberg, I., Nilsson, P. A., 2001. *Bedömningsgrunder för bottenfaunaundersökningar*. Medins Sjö- och Åbiologi AB. Mölnlycke, 12 pp.

Murphy, J. & I. P. Riley, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27:31-36.

Мяементс (Mäemets), A., 1980. Изменение зоопланктона. В кн. Антропогенное воздействие на малые озера. с. 54-64.

Nöges, P., Jaagus, J., Järvet, A., Nöges, T. & A. Laas, 2012. Kliimamuutuse mõju veeökosüsteemidele ning põhjaveele Eestis ja sellest tulenevad veeseireprogrammi võimalikud arengusuunad. Eesti Maaülikool, 249 lk.

Ott, I. (vastutav täitja), 2014a. Kurepalu paisjärve tervendamise eeltööd - limnoloogiline hinnang. Projekti lõpparuanne. Käsikiri Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetoolis, 43 lk.

Ott, I. (vastutav täitja), 2014b. Roiu paisjärve tervendamise eeltööd - limnoloogiline hinnang. Projekti lõpparuanne. Käsikiri Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetoolis, 47 lk.

Ott, I. & P. Pall (vastutavad täitjad), 2015. Piiri oja ja Sooru paisjärve uuringud. Projekti lõpparuanne. Käsikiri Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetoolis, 84 lk.

Ott, I. (vastutav täitja), 2018. Kadrina paisjärve korrashoiumeetmete vajaduse hindamine. Projekti lõpparuanne. Käsikiri Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetoolis, 35 lk.

Ott, I. & R. Laugaste, 1996. Fütoplanktoni koondindeks (FKI). Üldistus Eesti väikejärvede kohta. Eesti Keskkonnaministeeriumi Infoleht nr 3.

Pall, P., Järvekülg, R., Käiro, K., Pihu, R., Timm, H., Vilbaste, S. 2017. Eesti Riikliku Keskkonnaseire allprogrammi Jõgede hüdrobioloogiline seire ja uuringud 2016. aasta aruanne. 63-68, https://seire.keskkonnainfo.ee/attachments/article/3729/aru16_4.1.2.jogedehydrobiol2016.pdf.

Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord, 2009. Keskkonnaministri 28. juuli 2009. a. määrus nr 44 (RTL, 06.08.2009, 64, 941) <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13210253&replstring=33>.

Psenner, R., Puccsko, R. & M. Sager, 1984. Die Fraktionierung organischer und organischer Phosphorverbindungen von Sedimenten: Versuch einer Definition ökologisch wichtiger Fraktionen. Arch. Hydrobiol. Suppl., 70:111-155.

Ruttner-Kolisko, A., 1977. Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 8: 71–76.

Skriver, J., Friberg, N., Kirkegaard, J., 2000. Biological assessment of watercourse quality in Denmark: Introduction of the Danish Stream Fauna Index (DSFI) as the official biomonitoring method. Verh. Internat. Verein. Limnol. 27: 1822-1830.

Søndergaard, M., Jensen, J. P. & E. Jeppesen, 2003. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. Hydrobiologia, 506-509:135-145.

Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R., (1972). A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board. Can. 167: 1-310.

Timm, H., 2015. Eesti sisevete suurselgrootute määraja. Identification guide to freshwater macroinvertebrates of Estonia. Kuma, 424 lk.

Timm, H., Käiro, K., Möls, T., Virro, T., 2011. An index to assess hydromorphological quality of Estonian surface waters based on macroinvertebrate taxonomic composition. *Limnologia*, 41: 398-410.

Timm, H., Vilbaste, S., 2010. Pinnavee ökoloogilise seisundi hindamise metoodika bioloogiliste kvaliteedielementide alusel. Bentiliste ränivetikate kooslus jões. Suurselgrootute põhjaloomade kooslus jões ja järves. Aruanne EV keskkonnaministeeriumile.

Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. *Mitt. int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38.

Veepoliitika raamdirektiiv, 2002. Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ. Keskkonnaministeerium, 63 lk.

Väike-Maarja valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2019-2030. Sweco projekt, 274 lk. Kättesaadav: https://v-maarja.kovtp.ee/documents/19398149/20142520/2019_m8_lisa1.pdf/0f8aacbe-169f-4492-a574-aadcd5b5cdf7; viimati külastatud 20.03.2020. a.

LISAD



LISA 1. Hüdrokeemiliste analüüside tulemused 2019. a

Paisjärv	Kuupäev	Koht	Koordinaadid X	Koordinaadid Y	Kiht (m)	Värvus ja SD (m)	T (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	pH	E (µS/cm)	TDS (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	BHT ₅ (mgO ₂ /l)	KHT (mgO/l)	Kollane aine (mg/l)	tot-N (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	tot-P (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Chla (µg/l)	EKUK analüüsiakti nr (Lisa 7)
Ao	26.03.2019	SV	6543385.2	626579.6			3	10.6	75	7.81	220	247		1.8			4.1	0.019			0.025			TA19000679
Ao	26.03.2019	VV	6542908.0	626827.1			2.8	14.1	109	7.76	280.9	315.9		1.4			8.2	0.033			0.024			TA19000678
Veskijärv	26.03.2019	SV	6546940.9	628116.1			3	13.98	104.4	8.05	256.4	287.3		1.2			6.7	0.015			0.025			TA19000680
Veskijärv	26.03.2019	VV	6546933.0	627687.7			2.9	17.33	124	6.97	250.7	282.1		0.9			6.9	0.014			0.025			TA19000681
Ao	13.05.2019	SV	6543385.2	626579.6			9.0	11.45	99.4	8.12			319	1.7	18	5.7	3.9	<0.01			0.043	0.015		TA19001130
Ao	13.05.2019	PIND	6543055.6	626803.3	0.3	kollane, põhjani	9.3	9.95	87.1	8.10			316		18	5.9	4.5	<0.01	3.6	0.016	0.04	0.015	3.4	TA19001128
Ao	13.05.2019	VV	6542908.0	626827.1			9.4	12.52	109.8	7.63			317	1.1	17	5.9	4.2	<0.01			0.041	0.012		TA19001131
Veskijärv	13.05.2019	SV	6546940.9	628116.1			7.6	11.86	99.4				313	1.6	<15	4.2	9	0.025			0.046	0.016		TA19001132
Veskijärv	13.05.2019	PIND	6547007.8	627878.0	0.3	kollane, põhjani	7.8	10.24	86.3				314		<15	4.3	9	0.026	6.4	0.021	0.041	0.017	2.7	TA19001129
Veskijärv	13.05.2019	VV	6546933.0	627687.7			8.4	12.90	110.4				312	1.3	<15	4.1	9.1	0.025			0.044	0.015		TA19001133
Ao	10.07.2019	PIND	6543055.6	626803.3	0.3	kollane, põhjani	14.9	9.82	97	8.37	404.2	325.6	328		15		3.1	0.14	2.6	0.026	0.044	0.021	2.26	TA19001983
Veskijärv	10.07.2019	PIND	6547007.8	627878.0	0.3	kollane, põhjani	12.1	8.58	80	8.12	397.3	343.2	323		27		7.0	0.084	6.7	0.085	0.045		8.23	TA19001982
Ao	13.08.2019	SV	6543385.2	626579.6			16.0	10.9	111.4	8.18	425.7	334.1	338	1.1	18	4.1	2.5	0.014			0.021			TA19002341
Ao	13.08.2019	PIND	6543055.6	626803.3	0.3	kollane, põhjani	17.2	12.3	128	8.28	436.8	333.45	335		15		3.0	0.061	2.2	0.018	0.024	0.013	1.1	TA19002340
Ao	13.08.2019	VV	6542908.0	626827.1			17.5	9.95	104	8.14	428.3	325	327	1.1	<15	3.9	2.2	0.094			0.020			TA19002342
Veskijärv	13.08.2019	SV	6546940.9	628116.1			14.1	10.88	106	8.44	406.7	334.1	322	1.3	22	2.9	6.4	0.022			0.051			TA19002339
Veskijärv	13.08.2019	PIND	6547007.8	627878.0	0.3	kollane, põhjani	15.5	16.6	166.1	8.6	408.5	325	318		34		8.0	0.035	5.9	0.087	0.057	0.047	2.3	TA19002337
Veskijärv	13.08.2019	VV	6546933.0	627687.7			14.9	9.2	92.5	8.19	412	332.1	323	1.8	24	2.7	7.4	0.093			0.044			TA19002338
Ao	09.09.2019	PIND	6543055.6	626803.3	0.3	kollane, põhjani	16.0	10.3	104	8.15	425	334.1	339		15		2.2	0.048	2.1	0.033	0.018	0.007	1	TA19002614
Veskijärv	09.09.2019	PIND	6547007.8	627878.0	0.3	kollane, põhjani	13.9	8.2	79	8.03	412.1	339.95	327		16		5.2	0.065	5.1	0.066	0.067	0.061	1	TA19002613

LISA 2. Füttoplanktoni proovide analüüsitulemused 2019. a

Füttoplanktoni seisundit kirjeldavad parameetrid: Chl a – klorofüll a ($\mu\text{g/l}$); J – ühtluse indeks; FKI – füttoplanktoni koondindeks; FLA – füttoplanktoni liikide arv.

Järv	Kuupäev	Chl a	J	FKI	FLA	Koond-hinnang	Dominandid
Ao	13.05.2019	2.7	0.8	5	43	kesine	<i>Synedra</i> , <i>Synura</i> , <i>Achnanthydium</i>
Ao	10.07.2019	2.26	0.56	9	24	kesine	<i>Cryptomonas</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Cocconeis</i>
Ao	13.08.2019	1.1	0.63	10	33	kesine	<i>Cocconeis</i> , <i>Achnanthydium</i>
Ao	09.09.2019	1	0.85	5	29	hea	<i>Achnanthydium</i> , <i>Fragilaria</i>
Nõmme Veskijärv	13.05.2019	3.4	0.84	11	37	kesine	<i>Cyclotella</i> , <i>Achnanthydium</i>
Nõmme Veskijärv	10.07.2019	8.23	0.62	8	29	kesine	<i>Cryptomonas</i> , <i>Fragilaria</i>
Nõmme Veskijärv	13.08.2019	2.3	0.4	7	30	kesine	<i>Achnanthydium</i> , <i>Spirogyra</i>
Nõmme Veskijärv	09.09.2019	1	0.87	6	27	hea	<i>Achnanthydium</i>

Füttoplanktoni kooslust kirjeldavad parameetrid: CY – sinivetikad e tsüanobakterid (g/m^3); BAC – ränivetikad (g/m^3); CHL – rohevetikad (g/m^3); CHR – koldvetikad (g/m^3); CRYP – neelvetikad (g/m^3); EU – silmviburvetikad (g/m^3); RHOD – punavetikad (g/m^3); FBM – füttoplanktoni biomass (g/m^3).

Järv	Kuupäev	CY	BAC	CHL	CHR	CRYP	EU	RHOD	FBM
Ao	13.05.2019	0.093	0.190	0.040	0.028	0.047	0.019	0.000	0.417
Ao	10.07.2019	0.193	0.100	0.001	0.000	0.099	0.000	0.000	0.392
Ao	13.08.2019	0.001	0.275	0.065	0.000	0.007	0.004	0.000	0.351
Ao	09.09.2019	0.000	0.103	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.121
Nõmme Veskijärv	13.05.2019	0.000	0.233	0.000	0.018	0.033	0.028	0.000	0.313
Nõmme Veskijärv	10.07.2019	0.031	0.049	0.000	0.007	0.107	0.000	0.000	0.195
Nõmme Veskijärv	13.08.2019	0.074	0.279	0.808	0.000	0.003	0.000	0.000	1.164
Nõmme Veskijärv	09.09.2019	0.001	0.065	0.000	0.000	0.005	0.000	0.006	0.078

LISA 3. Metazooplanktoni proovide analüüsitulemused 2019. a

	AO paisjärv (Põltsamaa jõgi)				NÕMME VESKIJÄRV (Nõmme jõgi)			
Kuupäev	10.07.2019		09.09.2019		10.07.2019		09.09.2019	
Liikide arv (ZLA)	11		18		19		23	
Koguarvukus (ZA; tuh is/m ³)	12.08		10.83		18.81		49.49	
Kogubiomass (ZBM; g/m ³)	0.002		0.010		0.008		0.226	
Liik / % osakaal	%BMst	%Ast	%BMst	%Ast	%BMst	%Ast	%BMst	%Ast
Vesikirbulised (Cladocera)								
<i>Bosmina l. cornuta</i>	0.00	0.00	74.46	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bosmina obtusirostris</i>	0.00	0.00	6.52	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.13	4.58
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.34	4.58
<i>Chydorus sphaericus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.91	3.82
<i>Daphnia longispina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.74	1.53
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.41	3.05
Vesikirbuliste noorjärgud	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.46	2.29
KOKKU:	0.00	0.00	80.97	12.00	0.00	0.00	95.99	19.85
Aerjalised (Copepoda)								
nauplii e vähikvastsed	30.18	6.67	1.64	4.00	20.07	10.26	0.75	3.05
hormikuliste kopepodiidid	0.00	0.00	0.00	0.00	22.84	2.56	0.00	0.00
sõudikuliste kopepodiidid	0.00	0.00	7.11	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KOKKU:	30.18	6.67	8.76	6.00	42.91	12.82	0.75	3.05
Keriloomad (Rotifera)								
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0.00	0.00	0.14	6.00	0.00	0.00	0.03	6.87
<i>Ascomorpha ovalis</i>	6.02	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cephalodella psammophila</i>	0.00	0.00	0.60	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cephalodella sp.</i>	4.78	8.00	0.39	2.00	0.57	3.85	0.04	0.76
<i>Collotheca bicuspidata</i>	0.80	17.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Colurella uncinata</i>	0.00	0.00	0.27	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Euchlanis dilatata typ.</i>	17.12	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Gastropus stylifer</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	3.85	0.00	0.00
<i>Keratella cochlearis typ.</i>	0.00	0.00	0.47	4.00	10.89	29.49	0.57	17.56

<i>Keratella cochlearis tecta</i>	0.00	0.00	0.14	2.00	0.00	0.00	0.06	4.58
<i>Keratella quadrata</i>	0.00	0.00	0.75	2.00	1.31	1.28	0.00	0.00
<i>Lecane (M.) bulla</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	2.56	0.00	0.00
<i>Lecane (M.) closteroerca</i>	7.38	10.67	1.26	14.00	3.78	14.10	0.16	7.63
<i>Lecane (M.) lunaris</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	3.85	0.00	0.00
<i>Lecane (s.str.) flexilis</i>	0.00	0.00	0.18	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lepadella (s.str.) acuminata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	1.28	0.00	0.00
<i>Lepadella (s.str.) costata</i>	18.21	41.33	0.33	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lepadella (s.str.) ovalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.53
<i>Lepadella (s.str.) patella typ</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	5.34
<i>Lepadella sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	2.56	0.00	0.00
<i>Mytilina mucronata</i>	10.72	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Mytilina ventralis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	18.88	10.26	0.00	0.00
<i>Notholca acuminata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	1.28	0.00	0.00
<i>Notholca foliacea</i>	2.26	2.67	0.00	0.00	0.37	1.28	0.00	0.00
<i>Notholca squamula</i>	0.49	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Polyarthra luminosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.53
<i>Polyarthra remata</i>	0.00	0.00	2.02	16.00	0.00	0.00	0.42	11.45
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0.00	0.00	0.79	2.00	0.00	0.00	0.17	2.29
<i>Synchaeta sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.75	2.56	1.10	12.21
<i>Testudinella elliptica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.76
<i>Testudinella patina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	1.28	0.00	0.00
<i>Trichocerca porcellus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	3.85	0.00	0.00
<i>Trichocerca pusilla</i>	0.00	0.00	2.57	2.00	0.00	0.00	0.05	0.76
<i>Trichocerca rousseleti</i>	0.00	0.00	0.37	2.00	0.00	0.00	0.04	1.53
<i>Trichocerca similis</i>	2.03	1.33	0.00	0.00	1.81	2.56	0.10	1.53
<i>Trichotria sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	1.28	0.09	0.76
KOKKU:	69.82	93.33	10.27	82.00	57.09	87.18	3.26	77.10

LISA 4. Fütobentose liiginimekiri 2019. a

AO PAISJÄRV

Liik	Loendatud pantsereid
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	106
<i>Encyonopsis microcephala</i>	72
<i>Gomphonema olivaceum</i>	45
<i>Encyonopsis subminuta</i>	24
<i>Cymbella delicatula</i>	23
<i>Gomphonema angustatum</i>	21
<i>Navicula hemansioides</i>	16
<i>Gomphonema parvulum</i>	13
<i>Eunotia praerupta</i>	13
<i>Sellaphora pupula</i>	12
<i>Navicula cryptotenella</i>	12
<i>Fragilaria nanana</i>	12
<i>Encyonopsis cesatii</i> var. <i>cesatii</i>	9
<i>Cymbella affinis</i>	8
<i>Brachysira procera</i>	7
<i>Nitzschia angustata</i>	5
<i>Denticula tenuis</i>	3
<i>Gomphonema truncatum</i>	3
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debiliis</i>	3
<i>Fragilaria ulna</i>	3
<i>Fragilaria dilatata</i>	2
<i>Navicula digitoradiata</i>	2

NÕMME VESKIJÄRV

Liik	Loendatud pantsereid
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	165
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	26
<i>Encyonema silesiacum</i>	21
<i>Brachysira vitrea</i>	20
<i>Rossethidium petersenii</i>	19
<i>Eunotia exigua</i>	16
<i>Navicula cryptocephala</i>	16
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>acuminatum</i>	15
<i>Eolimna minima</i>	15
<i>Navicula gregaria</i>	14
<i>Fragilaria nanana</i>	13
<i>Delicata delicatula</i> var. <i>delicatula</i>	13
<i>Encyonopsis microcephala</i>	13
<i>Encyonopsis minuta</i>	13
<i>Gomphonema angustatum</i>	9
<i>Cymbella affinis</i> var. <i>affinis</i>	4
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>	4
<i>Diatoma moniliformis</i>	4
<i>Ulnaria capitata</i>	3
<i>Fragilaria crotonensis</i>	3
<i>Navicula cryptotenella</i>	2
<i>Navicula veneta</i>	2
<i>Gomphonema gracile</i>	2
<i>Nitzschia dissipata</i>	1
<i>Cymbella aspera</i>	1
<i>Epithemia adnata</i>	1

LISA 5. Suurtaimede liiginimekiri 2019. a

Liik/järv	Ao paisjärv	Nõmme Veskijärv
Kaldaveetaimestiku sügavuspiir, m	2,5	2,3
Ujulehtedega taimestiku sügavuspiir, m	3,0	2,0
Veesisese taimestiku sügavuspiir, m	2,0	2,3
Kaldaveetaimestik		
<i>Agrostis capillaris</i> L. - harilik kastehein	3	2
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L. - harilik konnarohi	3	2
<i>Calla palustris</i> L. - soovõhk	4	2
<i>Caltha palustris</i> L. - harilik varsakabi	3	1
<i>Carex acuta</i> L. - sale tarn	3	2
<i>Carex cespitosa</i> L. - mätastarn	3	2
<i>Carex elata</i> Bell. ex All. - luhttarn	3	1
<i>Carex pseudocyperus</i> L. - kraavtarn	2	1
<i>Carex rostrata</i> Stokes - pudeltarn	3	2
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg. - harilik kadakkaer	3	
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench - soo-koeratubakas	3	
<i>Epilobium angustifolium</i> L. - ahtalehine põdrakanep	3	2
<i>Epilobium hirsutum</i> L. - karvane pajulill	1	1
<i>Epilobium palustre</i> L. - soo-pajulill	3	1
<i>Equisetum fluviatile</i> L. em Ehrh. konnaosi	5	2
<i>Eupatorium cannabinum</i> L. - harilik vesikanep	2	1
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br. - harilik parthein	3	2
<i>Hippuris vulgaris</i> L. - harilik kuuskhein	3	3
<i>Impatiens noli-tangere</i> L. - õrn lemmalts	2	
<i>Iris pseudacorus</i> L. - kollane võhumõök	4	2
<i>Juncus articulatus</i> L. - läikviljane luga	2	
<i>Juncus effusus</i> L. - harilik luga	2	1
<i>Lythrum salicaria</i> L. - harilik kukesaba	2	1
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir. - harilik vesiputk	2	1
<i>Phalaris arundinacea</i> L. - päideroog	3	2
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. - harilik pilliroog	3	3
<i>Poa palustris</i> L. - soonurmikas	3	1
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser - vesikerss	2	1
<i>Rumex aquaticus</i> L. - vesioblikas	2	1
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds. - jõgioblikas	1	2
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. jõgi-kõõlusleht	2	3
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla - järvkaisel	3	3
<i>Senecio paludosus</i> L. - soo-ristirohi	2	
<i>Sium latifolium</i> L. - harilik jõgiputk	1	1
<i>Stellaria palustris</i> Retz. - soo-tähthein	2	1
<i>Typha angustifolia</i> L. - ahtalehine hundinui	3	3

Ujulehtedega ja ujutaimed		
<i>Lemna minor</i> L. - väike lemmel	4	2
<i>Lemna trisulca</i> L. - ristlemmel		2
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm. - kollane vesikupp	4	3
<i>Nymphaea alba</i> L. – valge vesiroos	2	2
<i>Nymphaea candida</i> C. Presl – väike vesiroos	2	2
<i>Polygonum amphibium</i> L. vesi-kirburohi	2	2
<i>Potamogeton natans</i> L. - ujuv penikeel	4	3
<i>Sparganium emersum</i> Rehmman - liht-jõgitakjas	3	2
<i>Sparganium erectum</i> L. – haruline jõgitakjas		2
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid. - hulgajuurine vesilääts	3	3
Veesisesed taimed		
<i>Charophyta</i> - mändvetiktaimed	3	3
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. - räni-kardhein	3	3
<i>Elodea canadensis</i> Michx. - kanada vesikatik	4	4
<i>Myriophyllum spicatum</i> L. - tähk-vesikuusk		3
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L. - männas-vesikuusk	3	
<i>Potamogeton alpinus</i> Balb. - ruske penikeel	2	2
<i>Potamogeton compressus</i> L. - lapik penikeel	3	1
<i>Potamogeton lucens</i> L. - läik-penikeel	2	2
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L. – kaelus-penikeel	2	1
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth. - sõõr-särjesilm	4	3
<i>Utricularia vulgaris</i> L. – harilik vesihernes	3	2
Niitrohevetikad	4	4

LISA 6. Suurselgrootute liiginimekiri 2019. a

Ao paisjärve S-kallas, 14.05.2019. a

Takson	Isendite arv proovides					Summa	Keskmine	%	Leidumine kvalit. proovis
	1	2	3	4	5				
OLIGOCHAETA Gen. sp.				1	1	2	0,4	0,3	
HIRUDINEA									
Erpobdella octoculata	1	2	1			4	0,8	0,6	*
Glossiphonia complanata			1	2	1	4	0,8	0,6	
GASTROPODA									
Bithynia tentaculata	1	1		3	3	8	1,6	1,3	
Lymnaea stagnalis				1		1	0,2	0,2	*
Physa fontinalis			1		1	2	0,4	0,3	
CRUSTACEA									
Asellus aquaticus	1			2	4	7	1,4	1,1	
ARACHNIDA									
Argyroneta aquatica		1	1		1	3	0,6	0,5	
Hydrachnidia Gen. sp.				1		1	0,2	0,2	
EPHEMEROPTERA									
Caenis horaria/sp.					2	2	0,4	0,3	
Cloeon dipterum	9	25	5	14	14	67	13,4	10,5	*
Kageronia fuscogrisea	1			2		3	0,6	0,5	
Leptophlebia marginata	3	6	3	4	3	19	3,8	3,0	
ODONATA									
Anax imperator			1			1	0,2	0,2	
Coenagrion sp.	1	6	1	3		11	2,2	1,7	
Cordulia aenea	2	2			2	6	1,2	0,9	*
Enallagma cyathigerum	1				1	2	0,4	0,3	
Erythromma najas	1		1		1	3	0,6	0,5	
HETEROPTERA									
Ilyocoris cimicoides	1					1	0,2	0,2	

COLEOPTERA									
Enochrus sp.	5	2			1	8	1,6	1,3	*
Haliphus sp.	1	1				2	0,4	0,3	
Scirtes sp.	1	3				4	0,8	0,6	
TRICHOPTERA									
Holocentropus dubius		1				1	0,2	0,2	
Limnephilus flavicornis	2	7	1	1	5	16	3,2	2,5	
LEPIDOPTERA									
Parapoynx stratiotata			1			1	0,2	0,2	
DIPTERA									
Chironomidae Gen. sp.	83	125	42	100	108	458	91,6	71,6	*
Gnophomyia sp.									*
Stratiomyidae Gen. sp.	2		1			3	0,6	0,5	

Nõmme Vesikijärve W-kallas, 14.05.2019. a

Takson	Isendite arv proovides					Summa	Keskmine	%	Leidumine kvalit. proovis
	1	2	3	4	5				
TURBELLARIA									
Dendrocoelum lacteum		1				1	0,2	0,3	
Tricladida Gen. sp.				1		1	0,2	0,3	
OLIGOCHAETA Gen. sp.				1	1	2	0,4	0,5	
HIRUDINEA									
Erpobdella octoculata	5			3	3	11	2,2	2,9	*
BIVALVIA									
Pisidium sp.					1	1	0,2	0,3	
GASTROPODA									
Lymnaea stagnalis				1		1	0,2	0,3	
Radix balthica									*

CRUSTACEA									
Asellus aquaticus	17	8	58	50	42	175	35,0	46,3	*
Gammarus lacustris			3		2	5	1,0	1,3	
Ostracoda Gen. sp.	20		1			21	4,2	5,6	
ARACHNIDA									
Hydrachnidia Gen. sp.	1				1	2	0,4	0,5	
EPHEMEROPTERA									
Cloeon dipterum				1		1	0,2	0,3	
ODONATA									
Erythromma najas				1	1	2	0,4	0,5	
HETEROPTERA									
Hesperocorixa linnaei					1	1	0,2	0,3	
Notonecta glauca	1					1	0,2	0,3	
Sigara falleni		3				3	0,6	0,8	
Sigara fossarum				1		1	0,2	0,3	
Sigara striata			2	2	1	5	1,0	1,3	*
COLEOPTERA									
Halipus sp.		1	1			2	0,4	0,5	
TRICHOPTERA									
Agrypnia picta	2					2	0,4	0,5	
Athripsodes aterrimus		1				1	0,2	0,3	
Cyrnus flavidus	2			2		4	0,8	1,1	
Limnephilus sp.	7	50	33	25	17	132	26,4	34,9	*
DIPTERA									
Chironomidae Gen. sp.	1				2	3	0,6	0,8	*

LISA 7. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse analüüsitud veeproovide tulemused

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikood 10057662 | KMKR EE100067066
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee



ANALÜÜSIAKT TA19000679 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Saar, Katrin, EESTI MAAÜLIKOOL, atest.nr. 1557/18
Proovivõtumeetod: ISO 5667-6
Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL
Proovivõtuaeg: 26.03.2019
Laborisse tulek: 27.03.2019 08:30
Analüüsi lõpp: 01.04.2019 12:30
Proovivõtukoha valdaja:
Proovivõtkoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, sissevool
Proovi märgistus: P-1695

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,019	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,8	mgO ₂ /l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,025	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	4,1	mg/l

Kommentaari: Osaline jääkate.

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

02.04.2019

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikood 10057662 | KMKR EE100067066
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee



ANALÜÜSIAKT TA19000678 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Saar, Katrin, EESTI MAAÜLIKOOL, atest.nr. 1557/18

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL

Proovivõtuaeg: 26.03.2019

Laborisse tulek: 27.03.2019 08.30

Analüüsi lõpp: 01.04.2019 12:40

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoh: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, väljavool

Proovi märgistus: P-1662

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,033	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,4	mgO ₂ /l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,024	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	8,2	mg/l

Kommentaari: Osaline jääkate.
Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

02.04.2019

Analüüsi tulemused on kehtivad ainult esitatud proovi kohta.
Dokumendi osaline paljundamine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku loata on keelatud.

EAK poolt akrediteeritud kesklabor reg.nr. L008.



ANALÜÜSIAKT TA19000680 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Saar, Katrin, EESTI MAAÜLIKOOL, atest.nr. 1557/18
Proovivõtumeetod: ISO 5667-6
Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL
Proovivõtuaeg: 26.03.2019
Laborisse tulek: 27.03.2019 08:30
Analüüsi lõpp: 01.04.2019 12:30
Proovivõtukohta valdaja:
Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmme Vesikjäär, sissevool
Proovi märgistus: P-272

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,015	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,2	mgO ₂ /l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,025	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	6,7	mg/l

Kommentaari: Osaline jääkate.
Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

02.04.2019



ANALÜÜSIAKT TA19000681 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Saar, Katrin, EESTI MAAÜLIKOOL, atest.nr. 1557/18
Proovivõtumeetod: ISO 5667-6
Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL
Proovivõtuaeg: 26.03.2019
Laborisse tulek: 27.03.2019 08:30
Analüüsi lõpp: 01.04.2019 12:30
Proovivõtukoha valdaja:
Proovivõtukoh: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmme Vesikülv, väljavool
Proovi märgistus: P-246

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumilämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,014	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	0,9	mgO ₂ /l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,025	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	6,9	mg/l

Kommentaari: Osaline jääkate.
Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

02.04.2019



ANALÜÜSIAKT TA19001130 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Ott, Katrin, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1282/15

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL

Proovivõtuaeg: 13.05.2019

Laborisse tulek: 14.05.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 20.05.2019 11:15

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoh: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, sissevool

Proovi märgistus: P 1181

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	< 0,01	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,7	mgO ₂ /l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,015	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	319	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	18	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Mn})(oksüdeeritavus)	SFS 3036	6,9	mgO/l
Kollane aine	STJnrV30	5,7	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,043	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	3,9	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

23.05.2019



ANALÜÜSIAKT TA19001128 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Ott, Katrin, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1282/15

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL

Proovivõtuaeg: 13.05.2019

Laborisse tulek: 14.05.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 20.05.2019 15:22

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoh: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv

Proovi märgistus: P-5025, P 5353

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlammastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	< 0,01	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,015	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	316	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	18	mg/l
Kollane aine	STJnrV30	5,9	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	3,6	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,016	mgN/l
Üldfosfor (P_{ola})	ISO 15681-2	0,040	mg/l
Üldlammastik (N_{ola})	ISO 29441	4,5	mg/l
Klorofüll-a	ISO 10260	3,4	µg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

23.05.2019

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikood 10057662 | KMKR EE100067066
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee

**ANALÜÜSIAKT TA19001131 - Pinnavesi**

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Ott, Katrin, EMÜ
limnoloogiakeskus, atest.nr. 1282/15

Proovivõtumeetod: ISO 5687-6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL

Proovivõtuaeg: 13.05.2019

Laborisse tulek: 14.05.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 20.05.2019 11:15

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, väljavool

Proovi märgistus: P-1180

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlammastik (NH_4^+-N)	EVS-EN ISO 11732	< 0,01	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,1	mgO ₂ /l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$)	ISO 15681-2	0,012	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	317	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	17	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Mn}) (oksüdeeritavus)	SFS 3036	6,9	mgO/l
Kollane aine	STJnrV30	5,9	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,041	mg/l
Üldlammastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	4,2	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

23.05.2019

Analüüsi tulemused on kohalikul ametil esitatud proovi kohta.
Dokumendi oaline põhjendamine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku loata on keelatud.

EAKT poolt akrediteeritud katselabor reg.nr. L008.



ANALÜÜSIAKT TA19001132 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Ott, Katrin, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1282/15

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL

Proovivõtuaeg: 13.05.2019

Laborisse tulek: 14.05.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 20.05.2019 11:15

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmme vesikijärv, sissevool

Proovi märgistus: P 377

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,025	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,6	mgO ₂ /l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,016	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	313	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	< 15	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Mn}) (oksüdeeritavus)	SFS 3036	5,4	mgO/l
Kollane aine	STJnrV30	4,2	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,046	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	9,0	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

23.05.2019



ANALÜÜSIAKT TA19001129 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Ott, Katrin, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1282/15

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOOL

Proovivõtuaeg: 13.05.2019

Laborisse tulek: 14.05.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 23.05.2019 15:26

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmme vesikijärv

Proovi märgistus: P-1400, P-1403

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^{+}\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,026	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,017	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^{-})	EVS-EN ISO 9963-1	314	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_O)(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	< 15	mg/l
Kollane aine	STJnrV30	4,3	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^{-}\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	6,4	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^{-}\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,021	mgN/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,041	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	9,0	mg/l
Klorofüll-a	ISO 10260	2,7	µg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

23.05.2019

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikood 10057002 | KMKR EE100067006
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee

**ANALÜÜSIAKT TA19001133 - Pinnavesi**

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Ott, Katrin, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1282/15

Proovivõtumetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EESTI MAAÜLIKOO

Proovivõtuaeg: 13.05.2019

Laborisse tulek: 14.05.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 20.05.2019 11:15

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmme veskijärv, väljavool

Proovi märgistus: P-233

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlammastik ($\text{NH}_4^{+}\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,025	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,3	mgO ₂ /l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,015	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	312	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Or})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	< 15	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Mn}) (oksüdeeritavus)	SFS 3036	5,3	mgO/l
Kollane aine	STJnrV30	4,1	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{Üld}}$)	ISO 15681-2	0,044	mg/l
Üldlammastik ($\text{N}_{\text{Üld}}$)	ISO 29441	9,1	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

23.05.2019

Anaaliisi tulemused on kehtivad ainult esitatud proovi kohta.
Dokumendi osaline peitumine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku loata on keelatud.

EAK poolt akrediteeritud katselabor reg.nr. L908.



ANALÜÜSIAKT TA19001993 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Laarmaa, Ronald,
EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtumeetod: ISO 5687-8

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtuaeg: 10.07.2019 13:40

Laborisse tulek: 10.07.2019 15:30

Analüüsi lõpp: 17.07.2019 16:12

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Laane-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, pind

Proovi märgistus: P 1730

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,14	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,021	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	328	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	15	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	2,6	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,026	mgN/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,044	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	3,1	mg/l

Kinnitas: keemik Kaiti Ojamaa

18.07.2019



ANALÜÜSIAKT TA19001992 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Laarmaa, Ronald, EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtumeetod: ISO 5667 6

Juuresolijad: Ott, Ingmar, EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtuaeg: 10.07.2019 13:00

Laborisse tulek: 10.07.2019 15:30

Analüüsi lõpp: 17.07.2019 16:11

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmmeveski paisjärv, pind

Proovi märgistus: P-271

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,084	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,014	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	323	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	27	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	6,7	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,085	mgN/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,045	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	7,0	mg/l

Kinnitas: keemik Kaiti Ojamaa 

18.07.2019

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikood 10057062 | KMKR EE100087086
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee



ANALÜÜSIAKT TA19002341 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Laarmaa, Ronald, EMÜ loomoloogiakeskus, atest.nr. 1558/18
Proovivõtumeetod: ISO 5667-6
Proovivõtuaeg: 13.08.2019 15:00
Laborisse tulek: 14.08.2019 08:30
Analüüsi lõpp: 21.08.2019 15:33

Proovivõtukoha valdaja:
Proovivõtkuht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, sissevool
Proovi märgistus: P-1454, P-1528

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,014	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,1	mgO ₂ /l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	338	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	18	mg/l
Kollane aine	STJnrV30	4,1	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,021	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	2,5	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

22.08.2019

Analüüsi tulemused on kantud ainult asetatud proovi kohta.
Dokumendi osaline paljundamine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku loata on keelatud.

EAK poolt akrediteeritud katselabor reg.nr. L008.

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikuud 10057062 | KMKR EE100067066
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee



ANALÜÜSI AKT TA19002340 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Laarmaa, Ronald, EMÜ linnoloogiakeskus, atest.nr. 1558/18
Proovivõtumeetod: ISO 5667-6
Proovivõtuaeg: 13.08.2019 15:00
Laborisse tulek: 14.08.2019 08:30
Analüüsi lõpp: 22.08.2019 11:34

Proovivõtukohta valdaja:
Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Aoi paisjärv, pind
Proovi märgistus: P-1787, P-1860

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlammastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,061	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,013	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	335	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	15	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	2,2	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,018	mgN/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,024	mg/l
Üldlammastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	3,0	mg/l
Klorofüll-a	ISO 10260	1,1	µg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

22.08.2019

Analüüsi tulemused on kättesaadavad ainult esitatud proovi kohta.
Dokumendi osaline paljundamine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku loata on keelatud.

EAK prot. akrediteeritud kasutajate reg.nr. L008.



ANALÜÜSIAKT TA19002342 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Laarmaa, Ronald, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1558/18

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Proovivõtuaeg: 13.08.2019 15:00

Laborisse tulek: 14.08.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 21.08.2019 15:34

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtkoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, väljavool

Proovi märgistus: P-1332, P-1853

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,094	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,1	mgO ₂ /l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	327	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	< 15	mg/l
Kollane aine	STJnrV30	3,9	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,020	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	2,2	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

22.08.2019



ANALÜÜSIAKT TA19002339 - Pinnavesi

Tellija: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Laarmaa, Ronald, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1558/18

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Proovivõtuaeg: 13.08.2019 13:00

Laborisse tulek: 14.08.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 21.08.2019 15:32

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtkoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmmeveski paisjärv, sissevool

Proovi märgistus: P-1428, P-1587

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,022	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,3	mgO ₂ /l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	322	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	22	mg/l
Kollane aine	STJnrV30	2,9	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{Üld}}$)	ISO 15681-2	0,051	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{Üld}}$)	ISO 29441	6,4	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

22.08.2019

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikood 10057002 | KMKR EE100067086
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee

**ANALÜÜSIAKT TA19002337 - Pinnavesi**

Tellija: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Laarmaa, Ronald, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1558/18

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Proovivõtuaeg: 13.08.2019 13:00

Laborisse tulek: 14.08.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 22.08.2019 11:34

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmmeveski paisjärv, pind

Proovi märgistus: P-1878, P-1881

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,035	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,047	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	318	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	34	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	5,9	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,087	mgN/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,057	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	8,0	mg/l
Klorofüll-a	ISO 10260	2,3	µg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allermann

22.08.2019

Analüüsi tulemused on kehtivad ainult esitatud proovi kohta.
Dokument osaline paigundmine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjeldu loata on keelatud.

EAK poolt akrediteeritud katselabor reg.nr. L008.

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond

Registrikood 10057002 | KMKR EE100067066
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee



ANALÜÜSIAKT TA19002338 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Laarmaa, Ronald, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1558/18

Proovivõtumetod: ISO 5667-6

Proovivõtuaeg: 13.08.2019 13:00

Laborisse tulek: 14.08.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 21.08.2019 15:31

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoh: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmmeveski paisjärv, väljavool

Proovi märgistus: P-5094, P-310

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,093	mgN/l
Biokeemiline hapnikutarve (BHT_5)	EVS-EN 1899-2	1,8	mgO ₂ /l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	323	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	24	mg/l
Kollane aine	STJnrV30	2,7	mg/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,044	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	7,4	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

22.08.2019

Anaüüsi tulemused on kehtivad ainult esitatud proovi kohta.
Dokumendi osaline peitundmine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaku isata on keelatud.

EAK poolt akrediteeritud katselabor reg.nr. L008.



ANALÜÜSIAKT TA19002614 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
 Fr.R. Kreutzwaldi 1
 51014 Tartu

Proovivõtjad: Malleht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Sepp, Margot,
 EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtumeetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Katrin, EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtuaeg: 09.09.2019

Laborisse tulek: 10.09.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 17.09.2019 16:05

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoh: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Ao paisjärv, pind

Proovi märgistus: P-1406, P-1439

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlämmastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,048	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,007	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	339	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	15	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	2,1	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,033	mgN/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,018	mg/l
Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	2,2	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

19.09.2019

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus | Tartu osakond
Registrikood 10057662 | KMKR EE100067006
Marja 4d, 10617 Tallinn | Vaksali 17a, 50410 Tartu
Tel/faks 7307279 | tartu@klab.ee | www.klab.ee



ANALÜÜSIAKT TA19002613 - Pinnavesi

Tellijä: Eesti Maaülikool
Fr.R. Kreutzwaldi 1
51014 Tartu

Proovivõtjad: Maileht, Kairi, EMÜ limnoloogiakeskus, atest.nr. 1556/18; Sepp, Margot,
EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtumetod: ISO 5667-6

Juuresolijad: Ott, Katrin, EMÜ limnoloogiakeskus

Proovivõtuaeg: 09.09.2019

Laborisse tulek: 10.09.2019 08:30

Analüüsi lõpp: 17.09.2019 16:05

Proovivõtukoha valdaja:

Proovivõtukoht: Lääne-Viru maakond, Väike-Maarja vald, Nõmmeveski paisjärv, pind

Proovi märgistus: P-1654, P-1644

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
Ammooniumlammastik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	EVS-EN ISO 11732	0,065	mgN/l
Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	ISO 15681-2	0,061	mgP/l
Hüdrokarbonaat (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1	327	mg/l
Keemiline hapnikutarve (KHT_{Cr})(dikromaatne)	EVS-ISO 15705	16	mg/l
Nitraat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	5,1	mgN/l
Nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	EVS-EN ISO 13395	0,066	mgN/l
Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	ISO 15681-2	0,067	mg/l
Üldlammastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)	ISO 29441	5,2	mg/l

Kinnitas: osakonna juhataja Hille Allemann

19.09.2019

Analüüsi tulemused on kehtivad ainult esitatud proovi kohta.
Dokumendi osaline paljundamine ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ loata on keelatud.

EAK poolt akrediteeritud katselabor reg.nr. L008.