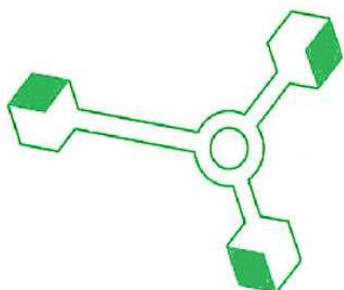


Peipsi järve seire 2024. a

Tartu 2025





Töö nimetus:

Peipsi järve seire 2024. a

Töö autorid:

Hüdrokeemia ja ökoloogiline seisund: Merike Hindrikson

Fütoplankton: Kersti Kangro

Metazooplankton: Kätlin Blank

Protozoonplankton: Priit Zingel

Fütobentos: Sirje Vilbaste

Suurtaimestik: Helle Mäemäets & Kadi Palmik-Das

Kinnitas:

Hille Allemann

Töö tellija:

Kliimaministeerium

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

info@klab.ee

www.klab.ee

Lepingu nr: 4-4/24/2 lisa 12

Tööde algus: 21.03.2024

Tööde lõpp: 01.03.2025

Töö valmimisaeg: 01.03.2025



Sisukord

1.	Sissejuhatus.....	4
2.	Seiretööde kirjeldus.....	5
2.1	Proovivõtt ja metoodika.....	5
2.2	Määratud näitajad, analüüsimeetodid ja seadmed	12
3.	Peipsi järve seisundi hindamise metoodika	14
4.	Seiretöö tulemused	21
4.1	Füüsikalise-keemilised üldtingimused.....	21
4.2	Saasteained, prioriteetsed ja prioriteetsed ohtlikud ained (osaline SPETS ja KESE).....	51
4.3	Fütoplankton ja pigmendid	53
4.4	Metazooplankton	76
4.5	Planktilised ripsloomad (<i>Ciliophora</i>)	91
4.6	Fütobentos	96
4.7	Suurtaimestik.....	102
5.	Peipsi järve ökoloogilise seisundi hinnang	112
6.	Kokkuvõte.....	113
Lisa 1.	Määratavate näitajate katsemeetodid, mõõteprintsüübid ja kasutatud seadmed	117
Lisa 2.	Kvaliteedinäitajate keskmised kontsentratsioonid 2023. aastal.....	119
Lisa 3.	Peipsi järveosade määratavate näitajate pinna- ja põhjakihi proovide keskmised märtsis aastatel 2009-2023.....	121
Lisa 4.	Fütoplanktoni biomass ja klorofüll a sisaldus 2024. aastal erinevates proovipunktides	123
Lisa 5.	Bentiliste ränivetikate loendusandmed Peipsi järve seirelõikudes 2024. a	125



1. Sissejuhatus

Peipsi järv on Euroopa suurim piiriveekogu (pindala 3 555 km²), mis koosneb kolmest osast: Peipsi järvi (2 611 km²), Pihkva järv (708 km²) ja neid ühendav kitsas (vähikseim laius 3 km), kuid sügav Lämmijärv (236 km²). Peipsi on madal järv, mille keskmine sügavus on 7.1 m ja maksimaalne sügavus 15.3 m (Lämmijärves).

Peipsi järve hüdrokeemilise ja hüdrobioloogilise seire eesmärgiks on pideva teabe saamine järve veekeskkonna seisundi kohta, millega antakse sisend järgmiste siseriiklike ja rahvusvaheliste kohustuste täitmiseks:

- 1) saada pidev ülevaade Peipsi järve kui elukeskkonna ökoloogilisest seisundist;
- 2) täiendada Peipsi järve ökoloogilise seisundi kohta olemasolevaid andmeridu pikaajaliste muutuste suuna ja seaduspärasuste välja selgitamiseks ja võimalike kriisisituatsioonide prognoosimiseks kogu järve ulatuses;
- 3) hinnata/selgitada muutuste võimalikke põhjuseid;
- 4) koguda lähteandmeid edasiste veekaitsemeetmete kavandamiseks ja rakendamiseks;
- 5) täita siseriiklikes ja rahvusvahelistes õigusaktides, sh veepoliitika raamdirektiivis ja Eesti-Vene piiriüleste veekogude seireprogrammis sätestatud seirekohustusi.

Käesolev aruanne käsitleb andmeid, mida koguti Eesti poole akvatooriumi punktidest hüdrokeemilise ja hüdrobioloogilise seire käigus 2024. aasta märtsis ning maist oktoobrini.



2. Seiretööde kirjeldus

Seiretöö viisid läbi Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ ja Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Limnoloogiakeskus. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ vastab EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 nõuetele ja on EAK poolt akrediteeritud katselabor nr. L008. Akrediteerimisulatus kirjeldav akrediteerimistunnistuse lisa on leitav EAK kodulehelt (www.eak.ee).

2.1 Proovivõtt ja metoodika

Hüdrokeemiline seire

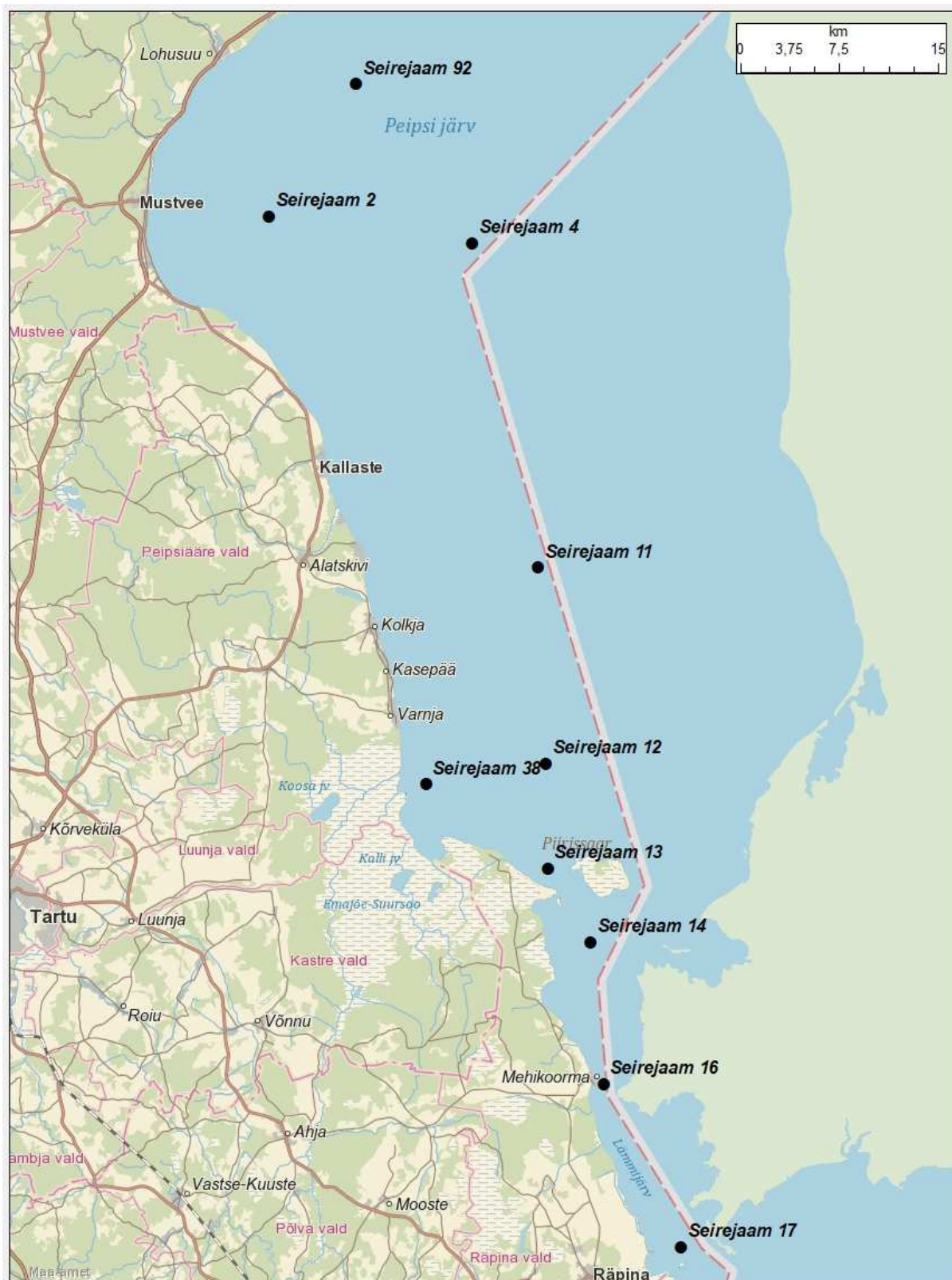
Vastavalt lepingule toimus 2024. aastal hüdrokeemiline seire seitsmes seirejaamas 6 korda vegetatsiooniperioodil (mai, juuni, juuli, august, september, oktoober) ning 1 kord talvisel perioodil (märts). Kolmes seirejaamas (12, 13, 14) toimus hüdrokeemiline seire kooskõlas piiriveekogude seireprogrammiga 4 korda aastas: märtsis, mais, augustis ja oktoobris. Seirereisid 2024. aastal on toodud tabelis 1. Seirejaamade asukohad on toodud joonisel 1.

Tabel 1. Seirereisid Peipsi järvel 2024. aastal

	Kuupäev	Seirejaamad	Ilmastikutingimused/ Veekogu olud
I.	05.03.2024	92, 2, 4, 11, 38, 12, 13, 14, 16, 17	Selge ilm, päike paistab, 2°C / Peipsi järv jääs, jää paksus u 0,5m, Lämmijärve jää paksus 15-18cm, annab raskuse all järgi
II.	14.05.2024	92, 2, 4, 11, 38, 12, 13, 14, 16, 17	Vahelduv pilvisus, sademeteta, 11-15°C
III.	11.06.2024	92, 2, 4, 11, 38, 16, 17	Pilves, 15-19°C
IV.	23.07.2024	92, 2, 4, 11, 38, 16, 17	Selge ilm, päike paistab, 11.021-24°C
V.	13.08.2024	92, 2, 4, 11, 38, 12, 13, 14, 16, 17	Vahelduv pilvisus, sademeteta, 19-23°C
VI.	16.09.2024	92, 2, 4, 11, 38, 16, 17	Pilves, 17°C
VII.	16.10.2024	92, 2, 4, 11, 38, 12, 13, 14, 16, 17	Vahelduv pilvisus, sademeteta, 10°C

Veeproovidest määrati välitöödel vee temperatuur, elektrijuhtivus, läbipaistvus Secchi ketta meetodil, lahustunud O₂ ja pH. Proovid koguti pinnalähedasest veekihist (0.5 m sügavuselt) ja põhjalähedasest veekihist (0.5 m põhjast), va seirejaamadest 38, 13 ja 14, kus proovid koguti vaid pinnakihist.

Veeproovid võeti vastavalt keskkonnaseire seaduse, veeseaduse ja keskkonnaministri 03.10.2019 määruse nr. 49 "Proovivõtumeetodid" nõuetele (sealhulgas mõõdeti proovivõtu ajal veetemperatuur, lahustunud hapniku sisaldus, elektrijuhtivus, pH). Analüüsid tehti kooskõlas keskkonnaministri 28.06.2019 määruse nr. 23 "Nõuded vee füüsikalise-keemiliste ja keemiliste parameetrite uuringuid teostavale katselaborile, nende uuringute raames tehtavatele analüüsidele ja katselabori tegevuse kvaliteedi tagamisele ning analüüsi referentmeetodid" nõuetega.



Joonis 1. Seirejaamade asukohad Peipsi järvel



Hüdrobioloogiline seire

Vastavalt lepingule toimus hüdrobioloogiline seire Peipsi järvel maist oktoobrini.

Fütoplankton

Fütoplanktoni proovivõtt toimus seitsmes Eesti-poolse akvatooriumi seirepunktis igakuiselt maist oktoobrini.

Proovivõtu meetodika ISO 5667 (osad 1-4: 2007). Proovid kogutakse kaheliitriise batomeetriga, integreerituna erinevatest sügavustest (läbi kogu veesamba põhjani iga meetri järelt). Analüüsimeetodi standard: EN 15204:2006 *Water Quality – Guidance standard for routine analysis of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique)*. Loendamiseks kasutatakse Utermöhli¹ meetodikat. Pool liitrit proovi fikseeritakse Lugoli lahusega (jood-kaaliumjodiidi hapestatud lahus), seejärel sadestatakse loenduskambris 3-10 ml, ning loendatakse invert-mikroskoobi Nikon Eclipse Ti-S abil suurendustega 10x40, 10x20 ja 10x10. Vetikad mõõdetakse ja loendatakse 1-10 transektis piki loenduskambri diameetrit suurendusel 400x, mis annab vajaliku loendusühikute arvu >400. Suuri vorme loendatakse suurendusel 100 vähemalt poolest loenduskambrist. Lähendades vetikate kujud kõige sarnasemale geomeetrilisele kujundile (kera, silinder, ellipsoid, kaksikkoonus, prisma, rööptahukas), arvutatakse iga liigi isendite keskmine ruumala, mis arvukusega korrutamisel annab biomassi, võttes vetika erikaaluks 1².

Metazooplankton

Vastavalt lepingule toimus Peipsi järve 2024. a hüdrobioloogiline seire viiel korral (mai, juuni, juuli, september, oktoober). Ka piiriveekogude seireprogrammi raames saadud augustikuu metazooplanktoni (edaspidi zooplanktoni) andmed on käesolevas aruandes arvesse võetud. Zooplanktoni proovid koguti igal korral seitsmest proovikohast (Peipsi Suurjärvel ja Lämmijärvel). Proovikogujateks olid Kätlin Blank (vee- ja joogiveeuuringu proove võtva isiku atesteerimistunnistus nr 2148/22) ja Kadi Palmik-Das (vee- ja joogiveeuuringu proove võtva isiku atesteerimistunnistus nr 2149/22).

Proovivõtu standard ISO 5667 (osad 1, 3, 4). Analüüsimeetodi standard EVS-EN 15110:2006 *Water quality – Guidance standard for the sampling of zooplankton from standing waters*.

¹ Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitteilung Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie, 9, 1-38.

² Edler, L. (ed), 1979. Recommendations on Methods for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll. BMB Publ. 5, 1-38.



Zooplanktoni arvukuse ja biomassi määramiseks kogutakse 20 liitrit vett 2-liitrise batomeetriga integraalselt läbi kogu veesamba põhjani iga meetri järelt. Vajaliku zooplanktoni proovi saamiseks kurnatakse 20 liitrit vett läbi planktonvõrgu, mille silma läbimõõt on 48 mikromeetrit.

Planktonproov fikseeritakse Lugoli lahusega (jood-kaaliumjodiidi hapestatud lahus) ning analüüsitakse Bogorovi kambris binokulaari (Nikon SMZ1500) all, kasutades üldtuntud zooplanktoni kvantanalüüsi metoodikat. Enne analüüsi viiakse proov liigse vee eemaldamisega mahuni 100-200 ml, olenevalt proovi tihedusest. Saadud proovist võetakse 4 ml vett (2+2 ml). Biomassi arvutamiseks mõõdetakse proovis leitud zooplankterite pikkused ja laiused; kui isendeid on rohkelt, siis vähemalt 10 isendil iga taksoni puhul. Saadud pikkuste ja laiuste keskmiste ja väljatöötatud valemite abil arvutatakse iga liigi isendi keskmine märgkaal, kasutades liigispetsiifilisi valemeid keriloomade, aerjalgsete vähikvastsete ja ülejäänud vähilaadsete puhul.

Protozooplankton

Uurimaks Peipsi järve planktiliste ripsloomade ehk tsiliaatide koosluse struktuuri ja sesoonset dünaamikat koguti 2024. aastal sesoonseid veeproove regulaarselt proovipunktidest nr. 2, 4, 11, 16, 17, 38 ja 92, kokku 7 proovipunkti. Proove võeti 6 korral, maist oktoobrini. Lisaks koguti märtsis kevadtalviseid proove punktidest 2, 4, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 38 ja 92. Mais, augustis ja oktoobris koguti lisaproove punktidest 12, 13 ja 14 (august ja talvine seire ei ole selle lepingu tööd). Ühtekokku analüüsiti 61 proovi. Igast proovist analüüsiti tsiliaatide arvukus (TA) ja biomass (TB), ühtekokku tehti 122 analüüsi.

Proovivõtu meetod vastas standardile ISO 5667 (osad 1- 4: 2007) ja Ameerika Suurjärvistu fütoplanktoni proovivõtu standardile LG400 „*Standard Operating Procedure for Phytoplankton Sample Collection and Preservation Field Procedures*“³.

Proovid võeti integraalselt ja fikseeriti Lugoli lahusega. Protozooplanktoni hulga- ja koosseisunäitajate määramine toimus Utermöhli meetodil standardi EVS-EN 15204:2006 järgi (*Water Quality – Guidance standard for routine analysis of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy*). Protozooplanktoni mikroskoopiliseks analüüsiks sadestati plankton 2.5-ml loenduskambris (HYDROBIOS) ja loendati invertmikroskoobiga NIKON Eclipse Ti-S. Loendus toimus suurendusel 600x, ettetulevad isendid loendati ja mõõdeti. Mõõtmiseks kasutati mikroskoobi okulaarmikromeetrit, mille vähim jaotus 600x suurendusel on 2.5 µm. Biomass leiti läbi rakuruumala, eeldades et erikaal on 1.0 g/ml.

³ http://www.epa.gov/greatlakes/monitoring/sop/chapter_4/LG400.pdf



Fütobentos

Kasutatud metoodika on kooskõlas Euroopa Liidu ja Eesti riigi standarditega fütobentose kasutamise kohta vooluvete seisundi hindamisel:

Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers and lakes. EN 13946: 2014. Vastav Eesti standard on EVS-EN 13946: 2014.

Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from rivers and lakes. EN 14407:2014. Vastav Eesti standard on EVS-EN 14407: 2014.

Peipsi järve bentiliste ränivetikate proovid võeti kahel päeval: 31. juulil (Rannapungerja, Tammispää, Raja, Kodavere, Lahepera ja Varnja) ning 1. augustil 2024. a (Laaksaare, Jõepera, Räpina sadam ehk Raigla ja Värska) kokku kümnest lõigust (Joonis 2). Ilm oli mõlemal päeval poolpilvine, kohati sadas vähest vihma.

Proovid koguti väikestelt kividelt, ca 0.5 m sügavuselt veest. Üks proov koosnes vähemalt viielt erinevalt kivitl kogutud materjalist. Kui proovivõtukohtas ei leitud piisaval arvul kive, siis koguti proov veesisestelt taimedelt ja liivalt. Kividelt eemaldati ränivetikad tugeva hambaharjaga hõõrudes. Taimedelt eraldati proov, pigistades taimi käte vahel. Liiv koguti setete pinnalt. Saadud heljum fikseeriti etanooli lahusega (70%). Laboratooriumis töödeldi proove H_2O_2 ja HCl-ga, et eemaldada orgaaniline aine ja lahustada karbonaatsoolad, ning deioniseeritud veega korduvalt, kuni vabaneti happe jääkidest. Saadud suspensioonist, mis sisaldas puhtaid vetikate ränipantsereid, valmistati püsipreparaadid. Kateklaasile tilgutati mõni tilk suspensiooni ning lasti kuivada. Seejärel kinnitati kateklaas kuivanud ränivetikatega spetsiaalse vaigu "Naphrax" abil alusklaasile. Igast proovist loendati ja määrati vähemalt 400 ränivetika raku süstemaatiline kuuluvus. Dominandiks loeti takson, mille suhteline arvukus on >25%, arvukas on takson, mille suhteline arvukus on >10%. Kasutatud ränivetikamäärajate loetelu asub lisa 5.



Joonis 2. Fütobentose ja taimestiku seirekohad (*) 2024. aastal



Suurtaimestik

Taimestiku seire käigus uuriti 2024. aasta suvel 10 seirepunkti Värskast Rannapungerjani (Joonis 2). Välitööd toimusid ajavahemikul 30. juuli - 1. august, tööd teostasid Helle Mäemets ja Kadi Palmik-Das ning bussi- ja paadijuht Jüri Konoplitski.

Samaaegselt suurtaimestiku seirega kogusid Urmas Anijalg ja Jaanus Liivamägi Eesti Keskkonnauuringute Keskusest proovid litoraali vee keemiliste näitajate määramiseks, proovid analüüsiti Tartu laboris.

Suurtaimestiku uurimiseks kehtib proovivõtu standard EVS-EN 15460:2007 "*Water quality - Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes*". Transektidel kirjeldatakse taimestikku maksimaalse võimaliku veetaseme kõrguselt (selleks on tavaliselt metsa või pajustiku serv) kuni nähtava taimestiku piirini avajärves. Paadiga sõidetakse avajärvele kuni penikeelekogumike kadumiseni. Kõigis seirepunktides polnud võimalik paadiga järvele minna (Laheperas, Kodaveres ja Rannapungerjas) ning seetõttu jäi mõnel transektil vee läbipaistvus ja taimede maksimaalne kasvusügavus mõõtmata. Taimestikku kirjeldatakse punktis 2.2. toodud näitajate põhjal. Koostatakse liikide nimistu ja antakse igale liigile ohtruse hinnang Braun-Blanquet skaalas, 1–5 palli.



2.2 Määratud näitajad, analüüsimeetodid ja seadmed

Pinnavee proovidest määrati vastavalt lähteülesandele järgmised näitajate komplektid (analüüsimeetodid ja seadmed on toodud lisas 1):

- Proovivõtul: vee temperatuur, pH, läbipaistvus Secchi ketta meetodil, elektrijuhtivus ja O₂
- FÜKE 1: läbipaistvus, värvus, aluselisisus, happesus, üldkaredus, hõljuvaine, BHT₅, KHT_{Cr}, üldN filtreeritud ja filtreerimata proovist, NH₄, NO₃, NO₂, PO₄, üldP filtreeritud ja filtreerimata proovist, K, Na, Ca, Cl, Si, SO₄, üldFe, Mg
- FÜKE 2: värvus, aluselisisus, happesus, hõljuvaine, BHT₅, KHT_{Cr}, üldN, NH₄, NO₃, NO₂, PO₄, üldP, Cl, SO₄
- FÜKE 3: NO₃, NO₂, NH₄, üldN, PO₄, üldP
- SPETS osaline: metallid (Cu, Zn, Cr, Mn), naftasaadused, ühealuselised fenoolid (2,3-dimetüülfenool, 2,6-dimetüülfenool, 3,4-dimetüülfenool, 3,5-dimetüülfenool, o-kresool, p,m-kresool, fenool), kahealuselised fenoolid (2,5-dimetüülresortsiin, 5-metüülresortsiin, resortsiin).
- KESE osaline: metallid (Cd, Pb, Ni, Hg).

SPETS ja KESE näitajad määrati kolmes seirejaamas (4, 11 ja 17) märtsis ja augustis.

Analüüside teostamisel lähtuti keskkonnaministri 28.06.2019 määrusest nr. 23 "Nõuded vee füüsikalise-keemiliste ja keemiliste parameetrite uuringuid teostavale katselaborile, nende uuringu raames tehtavatele analüüsidele ja katselabori tegevuse kvaliteedi tagamisele ning analüüsi referentmeetodid".

Töö raames määrati järgmised hüdrobioloogilised näitajad:

Fütoplankton

- Biomassilt domineerivad FÜPLA liigid/taksonid
- Feopigmendid
- FÜPLA biomass
- FÜPLA liikide/taksonite arv proovis
- Karotinoidid
- Klorofüll a
- Koldvetikate (krüsofüütide) biomass
- Neelvetikate (krüptofüütide) biomass



- Rohevetikate (klorofüütide) biomass
- Ränivetikate (diatomeede) biomass
- Sinivetikate (tsüanobakterite) biomass
- Sinivetikate (tsüanobakterite) suhtarv biomassist
- Vaguviburvetikate (dinofüütide) biomass

Metazooplankton

- Aerjalgsete (kopepoodide) suhtarv biomassist
- Aerjalgsete (kopepoodide) suhteline arvukus
- Arvukuselt domineerivad metazooplanktoni liigid/taksonid
- Biomassilt domineerivad metazooplanktoni liigid/taksonid
- *Dreissena* vastsete suhtarv biomassist
- *Dreissena* vastsete suhteline arvukus
- Keriloomade (rotatooride) suhtarv biomassist
- Keriloomade (rotatooride) suhteline arvukus
- Metazooplanktoni arvukus
- Metazooplanktoni biomass
- Metazooplanktoni liikide/taksonite arv
- Vesikirbuliste (kladotseeride) suhtarv biomassist
- Vesikirbuliste (kladotseeride) suhteline arvukus

Protozooplankton

- Ripsloomade (tsiliaatide) arvukus
- Ripsloomade (tsiliaatide) biomass

Fütobentos (FÜBE)

- FÜBE liikide/taksonite arv proovis

Suurtaimestik (MAFÜ)

- Kaldaveetaimede liikide arv vaatluspunktis
- Ujulehtedega taimede liikide arv vaatluspunktis
- Ujutaimede liikide arv vaatluspunktis
- Veesiseste õistaimede liikide arv vaatluspunktis
- Veesiseste sammalde liikide arv vaatluspunktis
- Mändvetiktaimede liikide arv vaatluspunktis
- Kaldaveetaimestiku ohtrus (1–5 palli)
- Ujulehtedega taimede ohtrus (1–5 palli)



- Veesiseste taimede ohtrus (1–5 palli)
- Suurte niitvetikate ohtrus (1–5 palli)
- Kaldaveetaimestiku levikusügavus (max), m
- Veesiseste taimede levikusügavus (max), m
- Vee läbipaistvus Secchi ketta järgi, m
- Kaislavarte arv prooviruudus, m⁻²
- Pilliroovarte arv, m⁻²
- Pilliroovarte keskmine kõrgus, m

3. Peipsi järve seisundi hindamise metoodika

Keskkonnaministri 16. aprilli 2020. aasta määruse nr. 19 “Pinnaveekogumite nimekiri, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused” (avaldamismärge: RT I, 21.04.2020, 61) järgi käsitletakse Peipsi suurjärve ning Pihkva ja Lämmijärve eraldi maismaa seisuveekogu tüüpidega (tüüp S7-1 – Peipsi järve looduslikult rohketoiteline osa (Pihkva ja Lämmijärv) – veepeegli pindalaga alates 1000 km², vee keskmise karedusega (üldaluselisus 80-240 HCO₃⁻ mg/l, elektrijuhtivus 165-400 µS/cm), kloridivaene (kloriidide sisaldus kuni 25 mg/l), kihistumata veega, heledaveeline (neeldumiskoeffitsient 400 nm juures < 4 m⁻¹, värvus < 100⁰ Pt-Co skaalal) järv) ning tüüp S7-2 – Peipsi järve looduslikult keskoiteline osa (Peipsi s.s.) – veepeegli pindalaga alates 1000 km², vee keskmise karedusega (üldaluselisus 80-240 HCO₃⁻ mg/l, elektrijuhtivus 165-400 µS/cm), kloridivaene (kloriidide sisaldus kuni 25 mg/l), kihistumata veega, heledaveeline (neeldumiskoeffitsient 400 nm juures < 4 m⁻¹, värvus < 1000⁰ Pt-Co skaalal) järv).

Maismaa seisuveekogumi ökoloogilise seisundiklassi määramisel kasutatakse bioloogilisi kvaliteedielemente ja füüsikalise-keemilisi üldtingimusi, mida toetavad vesikonnaspetsiifiliste saasteainete sisaldus ja hüdro-morfoloogilised kvaliteedielemendid (KKM määrus nr. 19 §28 lg 1).

Bioloogilised kvaliteedielemendid maismaa seisuveekogumi ökoloogilise seisundiklassi määramiseks on fütoplankton, fütobentos, suurtaimestik, suurselgrootud ja kalastik (KKM määrus nr. 19 §28 lg 2).

Füüsikalise-keemilised üldtingimused

Kvaliteedielement “Füüsikalise-keemilised üldtingimused” maismaa seisuveekogumi ökoloogilise seisundiklassi määramiseks koosneb järgmistest kvaliteedinäitajatest: pH, üldlämmastik, üldfosfor ja vee läbipaistvus (KKM määrus nr. 19 §28 lg 3).



Maismaa seisuveekogumi ökoloogiline seisundiklass määratakse bioloogiliste kvaliteedielementide ökoloogiliste seisundiklasside ja bioloogilisi kvaliteedielemente toetavate füüsikalis-keemiliste üldtingimuste ökoloogilise seisundiklassi alusel halvima järgi, kasutades tabelit KKM määrusest nr. 19 §29 lg 2.

Peipsi järve ökoloogilise seisundiklassi määramisel füüsikalis-keemiliste üldtingimuste järgi kasutatakse ajavahemikus maist kuni oktoobrini võetud proove (KKM maarus nr. 19 §35 lg 1). Hinnangute andmiseks kasutatakse pinnakihist võetud proovide analüüsitulemuste aritmeetilist keskmist. Füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärang on väga halb sõltumata teistele füüsikalis-keemilistele kvaliteedinäitajatele määratud ökoloogilistest seisundiklassidest, kui Peipsi järve veekogumite ajavahemikus mai-oktoober mõõdetud pinnakihi keskmine pH väärtus on suurem kui 9.0 ja väiksem kui 7.0 (KKM maarus nr. 19 §35 lg 2).

Kui vee pH väärtus on kohases vahemikus, mis ei too kaasa väga halba füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärangut, määratakse igale kvaliteedinäitajale, mis on veekogutüübi jaoks asjakohane, välja arvatud pH, määruse lisa 5 alusel ökoloogiline seisundiklass ja ökoloogiline kvaliteedisuhe (ÖKS). Füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärang antakse kvaliteedinäitajate ökoloogiliste kvaliteedisuhete keskmise väärtuse alusel (KKM määrus nr. 19 §35 lg 7).

Peipsi järve ökoloogiliste seisundiklasside piirid füüsikalis-keemiliste kvaliteedinäitajate järgi on toodud tabelites 2-3 (väljavõtte KKM määruse nr. 19 lisast 5).

**Tabel 2.** Veekogumitüübi S7-1 (Lämmijärv ja Pihkva järv) ökoloogiliste seisundiklasside piirid füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate järgi

Kvaliteedinäitaja	Ühik	ÖKS 1 vastav väärtus	Väga hea klass	Hea klass	Kesine klass	Halb klass	Väga halb klass	ÖKS valem
pH	pH ühik	7.0-7.6	7.0-7.6	>7.6-8.0	>8.0-8.3	>8.3-9.0	<7.0 või >9.0	
pH ÖKS	-	-	0.9	0.6	0.4	0.2	0.1	
Üldlämmastik (üldN)	mg/l	0.45	≤0.49	>0.49-0.72	>0.72-1.29	>1.29-1.69	>1.69	$y=1.722e^{-1.31x}$
üldN ÖKS	-	-	≥0.91	<0.91-0.67	<0.67-0.32	<0.32-0.19	<0.19	
Üldfosfor (üldP)	mg/l	0.024	≤0.030	>0.030-0.050	>0.050-0.085	>0.085-0.135	>0.135	$y=1.249e^{-13x}$
üldP ÖKS	-	-	≥0.85	<0.85-0.65	<0.65-0.41	<0.41-0.22	<0.22	
Vee läbipaistvus	m	2.5	≥2.0	<2.0-1.5	<1.5-1.0	<1.0-0.7	<0.7	$y=0.431x-0.064$
Vee läbipaistvuse ÖKS	-	-	≥0.80	<0.80-0.58	<0.58-0.37	<0.37-0.24	<0.24	
FÜKE üldtingimuste ÖKS	-	-	≥0.85	<0.85-0.63	<0.63-0.37	<0.37-0.22	<0.22	

Tabel 3. Veekogumitüübi S7-2 (Peipsi järv) ökoloogiliste seisundiklasside piirid füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate järgi

Kvaliteedinäitaja	Ühik	ÖKS 1 vastav väärtus	Väga hea klass	Hea klass	Kesine klass	Halb klass	Väga halb klass	ÖKS valem
pH	pH ühik	7.0-7.7	7.0-7.7	>7.7-8.1	>8.1-8.3	>8.3-9.0	<7.0 või >9.0	
pH ÖKS	-	-	0.9	0.6	0.4	0.2	0.1	
Üldlämmastik (üldN)	mg/l	0.27	≤0.30	>0.30-0.51	>0.51-0.89	>0.89-1.39	>1.39	$y=1.417e^{-1.49x}$
üldN ÖKS	-	-	≥0.91	<0.91-0.66	<0.66-0.38	<0.38-0.18	<0.18	
Üldfosfor (üldP)	mg/l	0.015	≤0.017	>0.017-0.025	>0.025-0.049	>0.049-0.079	>0.079	$y=1.364e^{-23.6x}$
üldP ÖKS	-	-	≥0.91	<0.91-0.76	<0.76-0.43	<0.43-0.21	<0.21	
Vee läbipaistvus	m	4.4	≥3.5	<3.5-2.5	<2.5-1.5	<1.5-1.0	<1.0	$y=0.224x+0.019$
Vee läbipaistvuse ÖKS	-	-	≥0.80	<0.80-0.58	<0.58-0.36	<0.36-0.24	<0.24	
FÜKE üldtingimuste ÖKS	-	-	≥0.87	<0.87-0.67	<0.67-0.39	<0.39-0.21	<0.21	



Vastavus keskkonna kvaliteedi piirväärtustele

Keskkonna kvaliteedi piirväärtustele vastavuse hindamisel lähtutakse keskkonnaministri 24.07.2019 määrusest nr. 28 "Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete nimekirj, prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja teatavate muude saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused ning nende kohaldamise meetodid, vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused, ainete jälgimisnimekirjaga seotud tegevused". Väljavõtte käesoleva lepingu raames määratud näitajate piirväärtustest on esitatud tabelis 4.

Tabel 4. Prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused

Kvaliteedinäitaja	Aasta keskmine keskkonna kvaliteedi piirväärtus µg/l (määrus 28 §3)	Suurim lubatud keskkonna kvaliteedi piirväärtus µg/l (määrus 28 §3)	Piirväärtus pinnavees µg/l (määrus 28 §6)
Naftasaadused	-	-	100
2,3-dimetüülfenool	-	-	10,8
2,6-dimetüülfenool	-	-	10,8
3,4-dimetüülfenool	-	-	10,8
3,5-dimetüülfenool	-	-	10,8
fenool	-	-	7,7
o-kresool	-	-	100
m-,p-kresool	-	-	100
Resortsionool	-	-	17,2
Elavhõbe	Ei kohaldata	0,07	-
Kaadmium	0,15	0,9	-
Kroom	-	-	4,7
Nikkel	4	34	-
Plii	1,2	14	-
Tsink	-	-	10,9
Vask	-	-	7,8

Vesikonnaspetsiifilised saasteained: naftasaadused, fenoolid, Zn, Cu, Cr hinnatakse KKM määruse 28 §5 järgi 3-pallise skaala alusel:

- 1) väga hea – aasta keskmine tulemus jääb alla määramispiiri või looduslikult esineva vesikonnaspetsiifilise saasteaine (metallid) aasta keskmine sisaldus on väiksem kui 30% vastavale ainele kehtestatud keskkonna kvaliteedi piirväärtusest;
- 2) hea – kehtiv piirväärtus ei ole ületatud, kuid tulemus on üle määramispiiri või looduslikult esineva vesikonnaspetsiifilise saasteaine (metallid) aasta keskmine sisaldus on suurem kui 30% vastavale ainele kehtestatud keskkonna kvaliteedi piirväärtusest;
- 3) halb – kehtiv piirväärtus on ületatud.



Prioriteetsed ja prioriteetsed ohtlikud ained: Hg, Cd, Ni, Pb hinnatakse KKM määruse 28 § 3 järgi kahte seisundiklassi:

1) hea – pinnavee mis tahes kvaliteedinäitaja aasta keskmine väärtus ei ületa aasta keskmist keskkonna kvaliteedi piirväärtust või mis tahes saasteaine sisaldus üksikproovis ei ületa suurimat lubatud keskkonna kvaliteedi piirväärtust;

2) halb - pinnavee mis tahes kvaliteedinäitaja aasta keskmine väärtus ületab aasta keskmist keskkonna kvaliteedi piirväärtust või mis tahes saasteaine sisaldus üksikproovis ületab suurimat lubatud keskkonna kvaliteedi piirväärtust kasvõi ühe näitaja korral.

Hüdrobioloogiliste kvaliteedinäitajate hindamise kriteeriumid

Tabel 5. Peipsi järve ökoloogilise seisundiklassi piirid **fütoplanktonile** vastavalt KKM määrusele nr. 19

Kvaliteedinäitaja	Järveosa	Väga hea	Hea	Kesine	Halb	Väga halb
Chl <i>a</i> , µg/l mai-oktoober	Peipsi s.s.	≤3,0	3,1-8,0	8,1-20,0	20,1-38,0	>38,0
	Lämmijärv	≤6	6,1-13	13,1-37	37,1-75	>75
FBM, mg/l mai-oktoober	Peipsi s.s.	≤1,0	1,1-2,6	2,7-9,4	9,5-17,3	>17,3
	Lämmijärv	≤2,6	2,7-6,4	6,5-16,1	16,2-37	>37
CY % FBM-s juuli-september	Peipsi s.s.	≤3,0	3,1-20,9	21-60,9	61-82,0	>82,0
	Lämmijärv	≤7	8-37	38-70	71-90	>90

Kahjuks pole zooplankton veekogu seisundi kvaliteedielemendina lülitatud Veepoliitika Raamdirektiivi. Seetõttu veekogude seisundi analüüsimiseks vajalikud **zooplanktoni hindamiskriteeriumid puuduvad** ning Peipsi järve seisundihinnang antakse aruandes ekspertarvamusena zooplanktoni liigilise koosseisu, domineerivate taksonite, keriloomade ohtruse ning indikaatorliikide alusel, tuginedes peamiselt Mäemetsa⁴ poolt loodud klassifikatsioonidel, aga ka uuemal kirjandusel^{5,6,7,8,jpt}.

⁴ Мяметс, А., 1980. Изменение зоопланктона. В кн. Антропогенное воздействие на малые озера. с. 54–64.

⁵ Čeirāns, A., 2007. Zooplankton indicators of trophy in Latvian lakes. Acta Universitatis Latviensis 723, Biology, pp. 61–69.

⁶ Caroni, R., Irvine, K., 2010. The potential of zooplankton communities for ecological assessment of lakes: redundant concept or political oversight? Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 110B: 35-53. DOI: 10.3318/BIOE.2010.110.1.35

⁷ Ejsmont-Karabin, J., 2012. The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: rotifer trophic index. Pol. J. Ecol. 60: 339–350.

⁸ Błędzki, L.A., Rybak, J.I., 2016. Freshwater crustacean zooplankton of Europe. Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. Springer, 918lk.



Peipsi järve litoraali punktides hinnati veekogu seisundit kolme **ränivetikaindeksi** järgi (vastavalt KKM määruse nr. 19 lisale 5):

IPS – Indice Polluosensitivité Spécifique (Specific Polluosensitivity Index)⁹

WAT – Watanabe indeks¹⁰

TDI – Trophic Diatom Index¹¹

Indeksite arvutamiseks kasutati tarkvara OMNIDIA¹² 5.5 versiooni, mis arvestab ränivetikate liigilist koosseisu, liikide suhtelist arvukust ning erinevate liikide tundlikkust reostuse suhtes. IPS ja WAT indeksid arvutatakse programmi poolt skaalasse 1-20 ja TDI indeks skaalasse 1-100. Kuna erinevalt kahest esimesest indeksist, mis on positiivses korrelatsioonis seisundiga (mida kõrgem indeksi väärtus, seda parem on veekogu ökoloogiline kvaliteet), näitab TDI olukorra paranemist indeksi väärtuse kahanedes, on viimati nimetatud indeks ümber arvutatud 100-TDI. Hinnangu andmisel seirelõigu ökoloogilisele seisundile lähtuti kehtivatest piirväärtustest (Tabel 66). Lõplik hinnang seirepunkti ökoloogilisele kvaliteedile antakse fütobentose puhul kolme indeksi ÖKS-ide keskmise arvutamise teel.

Tabel 6. Ökoloogilise seisundi (ÖKS) klassifikatsioon **fütobentose seisundi näitajale** vastavalt KKM määrusele nr. 19: lisa 5 järgi veekogu S7-2-Peipsi järve looduslikult keskoiteline osa (Peipsi s.s)

Indeks	Vahemik	Seisund				
		Väga hea	Hea	Kesine	Halb	Väga halb
IPS	0-18,2	≥15,5	15,4-12,0	11,9-9,1	9,0-5,5	<5,5
IPS ÖKS=IPS/18,2	-	≥0,85	0,84-0,65	0,64-0,50	0,51-0,30	<0,30
WAT	0-18,7	≥15,9	15,8-12,2	12,1-9,3	9,2-5,6	<5,6
WAT ÖKS=WAT/18,7	-	≥0,85	0,84-0,65	0,64-0,50	0,49-0,30	<0,30
TDI	35-100	≤ 45	46-59	60-67	68-80	81-100
TDI ÖKS (100-TDI)/65	-	≥0,8	0,79-0,61	0,60-0,51	0,50-0,31	<0,31
Fütobentos ÖKS	-	≥0,83	0,82-0,64	0,63-0,50	0,49-0,30	<0,30

⁹ Coste in CEMAGREF, 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 218 p

¹⁰ Watanabe, T., Asai, K. & Houki, A., 1990. Numerical simulation of organic pollution in flowing waters. Encyclopedia of Environmental Control Technology, 4. Hazardous Waste Containment and Treatment (ed P.N. Cheremisinoff), pp. 251-284. Gulf Publishing Company, Houston

¹¹ Kelly, M. G. & Whitton B. A., 1995. A new diatom index for monitoring eutrophication in rivers. Journal of Applied Phycology. 7: 433-444

¹² Lecointe, C., Coste, M. & Prygel, J., 1993. "Omnidia" software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiologia, 269/270, 509-513



Suurtaimestiku seisundi hinnangu andmisel lähtutakse KKM määrusest nr. 19¹³ (Tabel 7).

Tabel 7. Peipsi järve ökoloogiliste seisundiklasside hinnang suurtaimede järgi

Kvaliteedi- klass	Hüdrofüüdirühmade kirjeldus
Väga hea	madalakasvuline kaldaveetaimestik (alsid <i>Eleocharis</i> , load <i>Juncus</i>) ja amfiibsed liigid – kaartulikas <i>Ranunculus reptans</i> , väike konnarohi <i>Alisma gramineum</i> , hein-penikeel <i>Potamogeton gramineus</i> , nõelalass <i>Eleocharis acicularis</i> . Veesisestest liikidest peamine kaelus-penikeel <i>Potamogeton perfoliatus</i> , madalatel kivistel aladel sage niitjas penikeel <i>Potamogeton filiformis</i> . Epifüüton palja silmaga peaaegu nähtamatu.
Hea	madalakasvuline kaldaveetaimestik vaheldub rootukkadega (<i>Phragmites australis</i>) ja kaislaga (<i>Schoenoplectus lacustris</i>), amfiibseid liike esineb kohati, veesiseses taimestikust valitsevad fertiilsed kaelus- ja kamm-penikeel (<i>Potamogeton perfoliatus</i> ja <i>P. pectinatus</i>), hajusalt mändvetikaid (peamiselt <i>Chara contraria</i>). Epifüütonit tagasihoidlikult – taimed ei määri käsi.
Kesine	laialdane roostik, mis ulatub 1 m sügavuseni ja enamgi, amfiibseid ja madalakasvulisi liike vähe või need puuduvad, pilliroole (<i>Phragmites australis</i>) ja järvkaislale (<i>Schoenoplectus lacustris</i>) lisandub ahtalehine hundinui <i>Typha angustifolia</i> , mändvetikaid pole, kohati kaelus-penikeel. Paiguti märgataval hulgal niitvetikat (<i>Cladophora glomerata</i>) jt. kõrgemate taimede küljes, epifüüton võrdlemisi rohke, sage <i>Gloeotrichia pisum</i> , taimed limased, veesisestel taimedel vähe õisikuid
Halb	veesisesed taimed paksu määriva epifüütoniga, sageli ka suuri niitvetikaid. Rohke ristlemmel (<i>Lemna trisulca</i>), vaiksetes soppides kardhein (<i>Ceratophyllum demersum</i>), hulgajuurne vesilääts (<i>Spirodela polyrhiza</i>), kõõluslehe (<i>Sagittaria sagittifolia</i>) massid, kollane vesikupp <i>Nuphar lutea</i> . Vee all kasvavatest liikidest esineb vaid kardhein (<i>Ceratophyllum</i>)
Väga halb	veesisene taimestik puudub.

¹³ Pinnaveekogumite nimekirj, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused



4. Seiretöö tulemused

Analüüsitulemused on esitatud elektroonselt keskkonnaseire infosüsteemis KESE (<https://kese.envir.ee/kese/>).

4.1 Füüsikalise-keemilised üldtingimused

Peipsi järve seisundi hindamiseks ja seireandmetest ülevaate saamiseks on Eesti Keskkonnauuringute Keskusel välja töötatud veebirakendused „Peipsi järve talvine seisund“¹⁴ ning „Peipsi järve ökoloogiline seisund vegetatsiooniperioodil (aprill-oktoober) ja ohtlike ainete hindamine“¹⁵.

Rakendused võimaldavad vaadata FÜKE, SPETS ja KESE seisundi hinnanguid erinevatel seireperioodidel. Interaktiivsetelt graafikutelt on võimalik vaadata kvaliteedinäitajate suundumusi ajas. Rakenduste pealehtedel on toodud täpsem info rakenduste võimaluste kohta.

Peipsi järve talvine seisund 2024. aastal

Kuna puudub talviste tulemuste hindamiseks metoodika, siis hinnati talvise ekspeditsiooni analüüsitulemuste põhjal Peipsi järve ja Lämmijärve üksikute kvaliteedinäitajate ökoloogilist seisundit eelpoolnimetatud määruis toodud ökoloogiliste seisundiklasside piiride järgi. Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangut talviste analüüsitulemuste alusel Peipsi järvele ja Lämmijärvele ei anta.

2024. aasta talvise Peipsi järve ja Lämmijärve pinnakihi proovide füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate tinglikud ökoloogilised seisundiklassid KKM määruis nr. 19 alusel (Tabel 22-3) on toodud tabelis 8 ja joonisel 3.

Tabel 8. Peipsi järve talvise seire pinnakihi proovide kvaliteedinäitajate analüüsi- ja mõõtmistulemused ning nende ökoloogilised seisundiklassid 2024. aasta märtsis

Proovivõtukoht	pH	üldN (mg/l)	üldP (mg/l)	Läbipaistvus (m)
Seirejaam 92	8,1	0,82	0,030	5,0
Seirejaam 2	8,7	1,1	0,058	2,2
Seirejaam 4	8,2	0,76	0,026	5,3
Seirejaam 11	8,4	0,91	0,036	4,3
Seirejaam 12	8,4	0,83	0,023	4,4
Seirejaam 38	8,0	3,8	0,040	1,1
Seirejaam 13	7,9	1,4	0,038	1,4

¹⁴ https://vvhs.shinyapps.io/Peipsi_hindamine/

¹⁵ https://vvhs.shinyapps.io/Peipsi_vegetatsiooniperioodil/



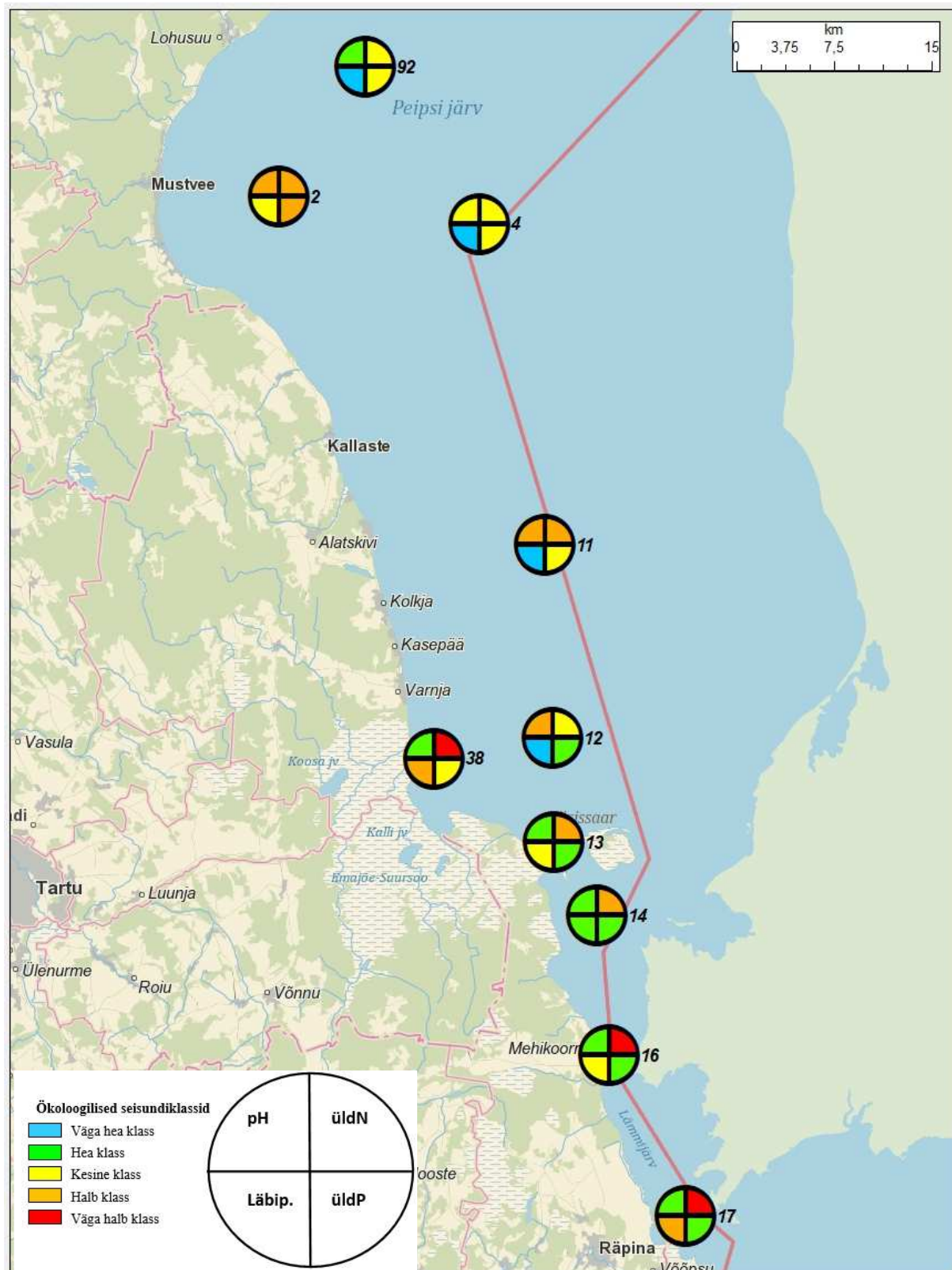
Proovivõtukoht	pH	üldN (mg/l)	üldP (mg/l)	Läbipaistvus (m)
Seirejaam 14	7,9	1,5	0,039	1,7
Seirejaam 16	7,9	1,8	0,044	1,1
Seirejaam 17	7,9	2,1	0,049	0,90
Peipsi järv	8,3	1,4	0,036	3,7
Lämmijärv	7,9	1,7	0,043	1,3

Pinnakihi pH väärtused olid Peipsi järve seirejaamades 2, 11, ja 12 halvas, seirejaamas 4 kesises ning seirejaamades 92 ja 38 heas ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve seirejaamades oli pH heas ökoloogilises seisundiklassis.

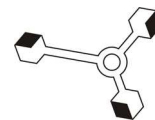
Üldlämmastik oli Peipsi järve seirejaamades 92, 4 ja 12 kesises ökoloogilises seisundiklassis, seirejaamades 2, 11 ning Lämmijärve seirejaamades 13 ja 14 halvas seisundiklassis. Väga halvas ökoloogilises seisundiklassis oli üldlämmastiku sisaldus Peipsi järve seirejaamas 38 ning Lämmijärve seirejaamades 16 ja 17.

Peipsi järve seirejaamades oli üldfosfori sisaldus kesises, Lämmijärve seirejaamades heas ökoloogilises seisundiklassis. Halvas ökoloogilises seisundiklassis oli üldP sisaldus Peipsi järve seirejaamas 2.

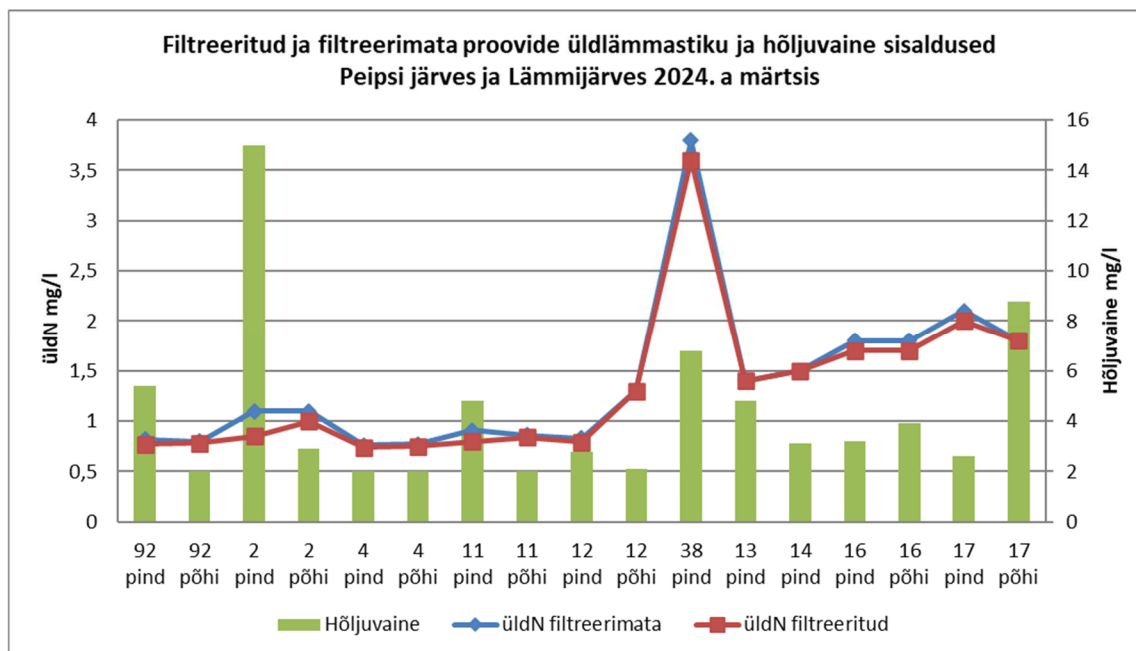
Läbipaistvus varieerus Peipsi järves väga heast halva ökoloogilise klassini, jäädes keskmisena väga heasse ökoloogilisse seisundiklassi. Lämmijärve seirejaamades oli läbipaistvus heast halva klassini, keskmisena kesises ökoloogilises seisundiklassis.



Joonis 3. Peipsi järve ja Lämmijärve 2024. aasta talvise ekspeditsiooni füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate (pinnakihi proovide) ökoloogilised seisundiklassid määruse nr. 19 järgi

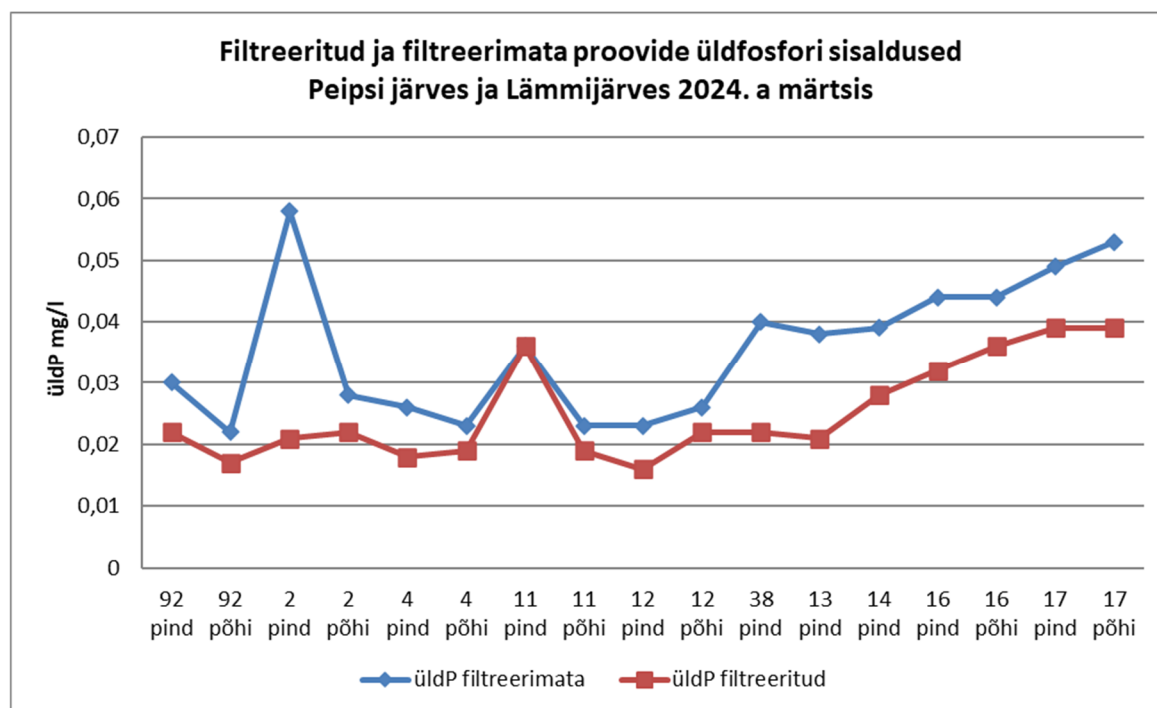
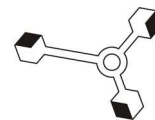


2024. aasta märtsis määrati üldN ja üldP nii filtreeritud kui ka filtreerimata veeproovidest. Üldlämmastiku kontsentratsioonide võrdlus koos hõljuvaine sisaldusega on toodud joonisel 4 ja üldfosfori sisalduste võrdlus joonisel 5.



Joonis 4. Filtreeritud ja filtreerimata proovide üldlämmastiku ning hõljuvaine sisaldused Peipsis järves ja Lämmijärves 2024. aasta märtsis

Filtreeritud ja filtreerimata proovide üldN kontsentratsioonides olulist erinevust ei olnud. Seirejaama 2 pinnakihis oli hõljuvaine sisaldus suurim, kus oli mõnevõrra erinevad ka filtreeritud ja filtreerimata proovide üldlämmastiku kontsentratsioonid.



Joonis 5. Filtreeritud ja filtreerimata proovide üldfosfori sisaldused Peipsi järves ja Lämmijärves 2024. aasta märtsis

Sarnaselt üldN oli filtreerimata ja filtreeritud proovide üldfosfori sisaldustes suurim erinevus seirejaama 2 pinnakihis.

Peipsi järve ökoloogiline seisundiklass 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

Füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate 2024. aasta keskmised väärtused vegetatsiooniperioodil on toodud lisas 2.

Veekogumi ökoloogilise seisundi hindamisel lähtutakse keskkonnaministri 16.04.2020 määrusest nr. 19 "Pinnaveekogumite nimekiri, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused", VRD-st ja selle juhendmaterjalidest. Veekogumi keemilise seisundi hindamisel vee, põhjasete ja elustiku analüüside põhjal lähtutakse seadusandliku alusena keskkonnaministri 24.07.2019 määruses nr. 28 "Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete nimekiri, prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja teatavate muude saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused ning nende kohaldamise meetodid, vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused, ainete jälgimisnimekirjaga seotud tegevused" esitatud nõuetest.

Seirejaamade pinnakihi keskmised pH väärtused olid 8.3 või 8.4 (Tabel 9). Kuna pH keskmised on kohases vahemikus, määrati kvaliteedinäitajatele üldN, üldP ja läbipaistvus ökoloogilised



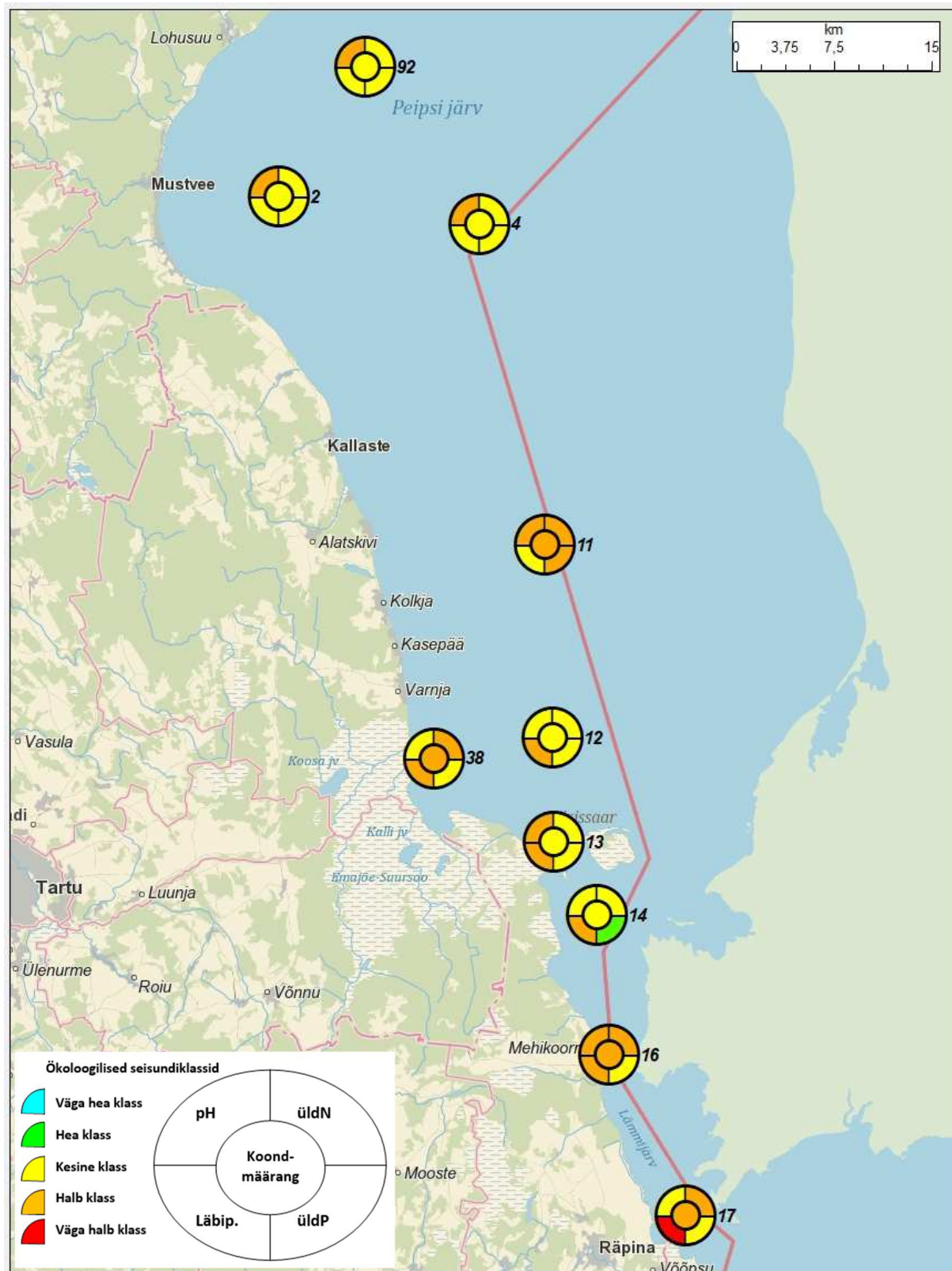
seisundiklassid ja leiti ökoloogilised kvaliteedisuhted (ÖKS). **Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang on üldN, üldP ja läbipaistvuse ökoloogiliste kvaliteedisuhete keskmine.**

Tabelis 9 on toodud 2024. aasta maist kuni oktoobrini Peipsi järve riiklikest seirejaamadest 0.5 m sügavuselt pinnakihist võetud proovide kvaliteedinäitajate: pH, üldN, üldP ja läbipaistvuse (Secchi kettaga) keskmised väärtused, nende ökoloogilised seisundiklassid ja füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärad. Ökoloogilised seisundiklassid on tähistatud järgmiselt: **hea**, **kesine**, **halb** ja **väga halb**.

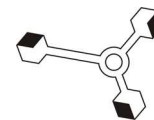
Lisaks illustreerib Peipsi järve 2024. aasta vegetatsiooniperioodi veekvaliteeti joonis 6.

Tabel 9. Peipsi järve 2024. aasta vegetatsiooniperioodi kvaliteedinäitajate keskmised, nende ökoloogilised seisundiklassid ja füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärad

Proovivõtukoht	pH keskmine	üldN (mg/l)	üldP (mg/l)	Läbipaistvus (m)	Koondmäärang (ÖKS keskmine)
Seirejaam 92	8,4	0,74	0,040	1,6	0,46
Seirejaam 2	8,4	0,77	0,047	1,6	0,43
Seirejaam 4	8,4	0,84	0,038	1,7	0,46
Seirejaam 11	8,4	0,95	0,050	1,6	0,38
Seirejaam 12	8,3	0,89	0,035	1,4	0,44
Seirejaam 38	8,3	1,1	0,044	1,1	0,34
Seirejaam 13	8,4	0,94	0,068	0,90	0,45
Seirejaam 14	8,3	1,0	0,047	0,90	0,49
Seirejaam 16	8,4	1,3	0,067	0,75	0,36
Seirejaam 17	8,3	1,3	0,084	0,68	0,32
Peipsi järv	8,4	0,88	0,042	1,5	0,42
Lämmijärv	8,4	1,1	0,067	0,81	0,41

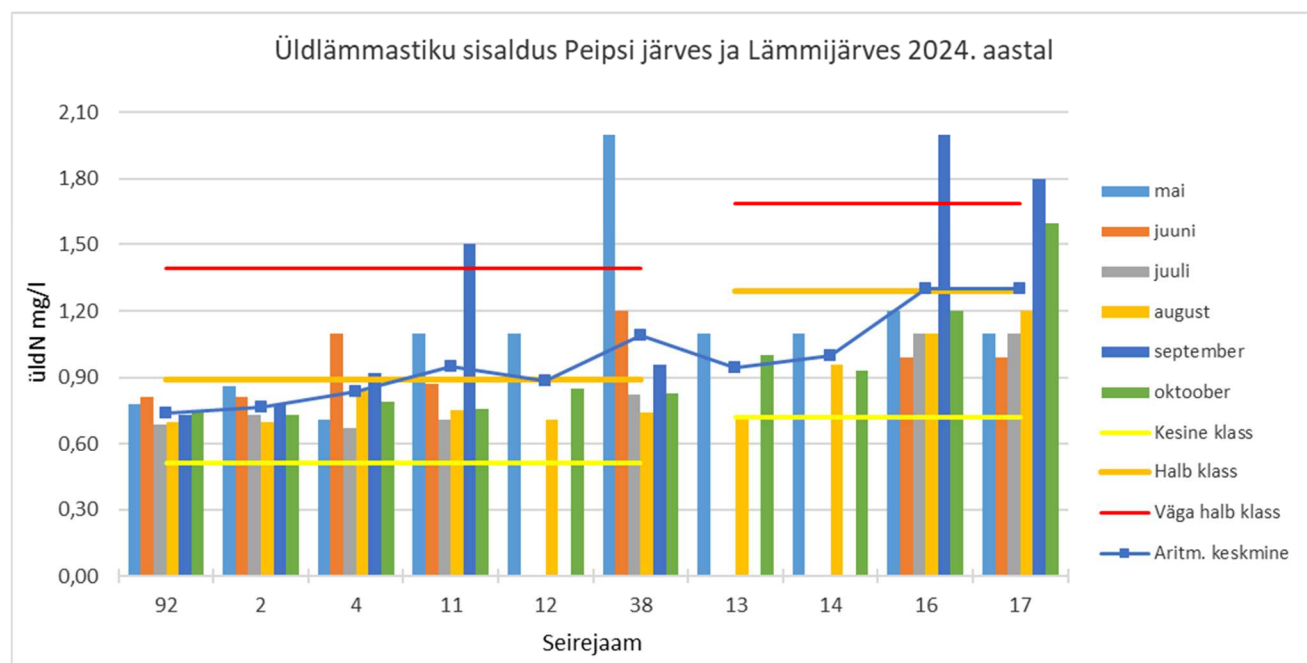


Joonis 6. Peipsi järve 2024. aasta vegetatsiooniperioodi veekvaliteet KKM määruse nr. 19 järgi



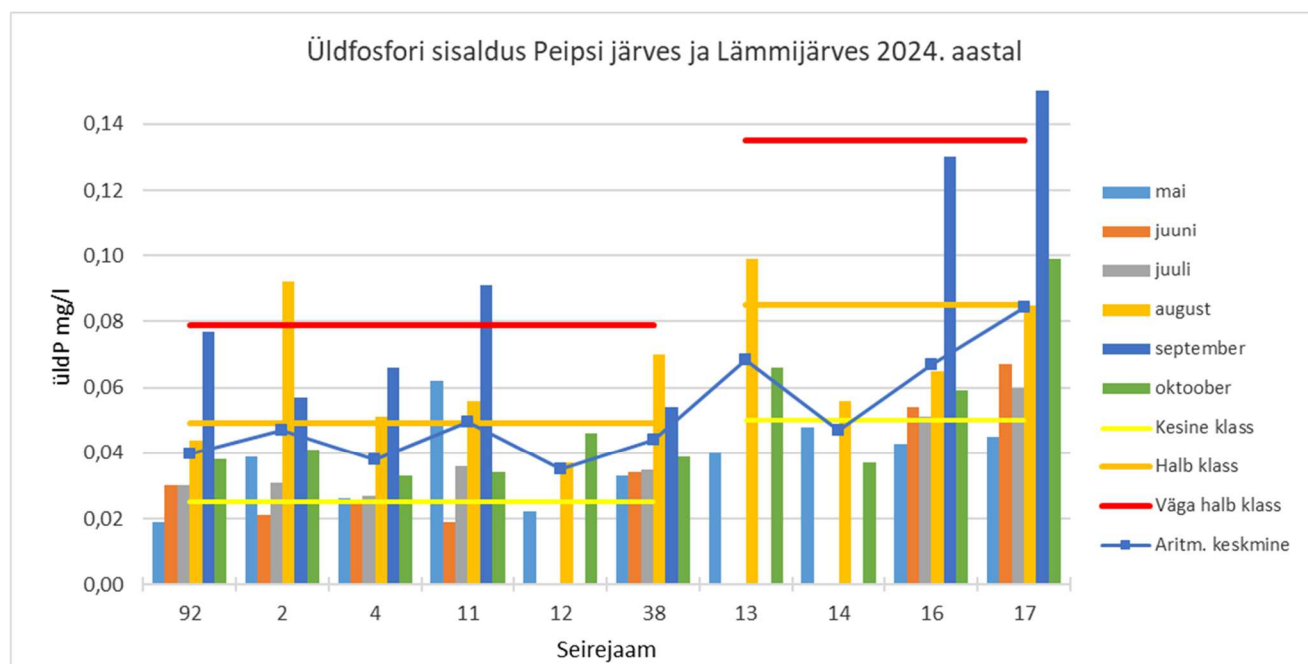
Joonistel 7-10 on toodud pinnakihi üldlämmastiku ja üldfosfori sisaldused ning läbipaistvuse ja pH väärtused Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamades 2024. aastal kuude lõikes koos aritmeetiliste keskmiste ja ökoloogiliste seisundiklasside piiridega.

Üldlämmastiku sisaldus oli 2024. aasta mais väga halvas ökoloogilises seisundiklassis seirejaama 38 pinnakihis ja septembris seirejaamade 11, 16 ja 17 pinnakihis. üldN keskmiste väärtuste alusel jäid Peipsi järve seirejaamad 11 ja 38 ning Lämmijärve seirejaamad 16 ja 17 halba ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud Peipsi järveosa ja Lämmijärve keskmised üldN sisaldused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (Joonis 7).



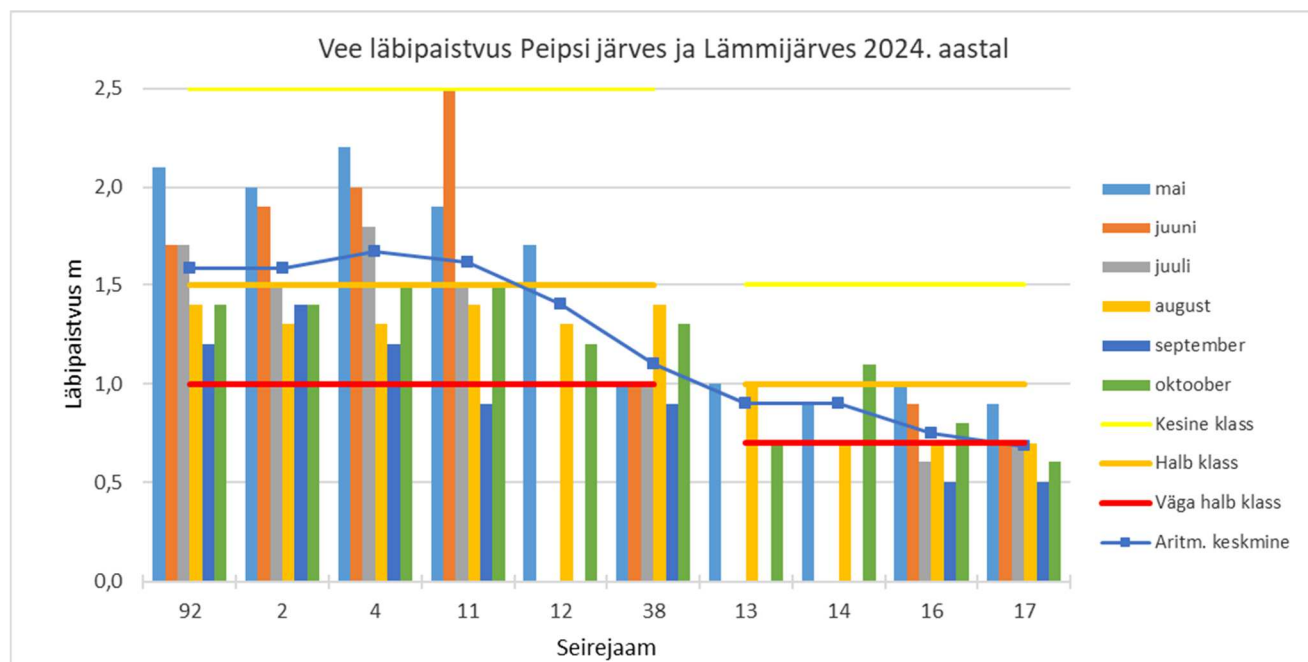
Joonis 7. Peipsi järve ja Lämmijärve üldlämmastiku sisaldused pinnakihis 2024. aastal

Väga halvas ökoloogilises seisundiklassis oli üldfosfori sisaldus augustis seirejaamas 2 ning septembris seirejaamades 11 ja 17. Peipsi järve seirejaama 11 aasta keskmine üldP sisaldus jäi halba ökoloogilisse seisundiklassi, seirejaama 14 keskmine heasse seisundiklassi ja ülejäänud seirejaamade keskmised jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (Joonis 88).



Joonis 8. Peipsi järve ja Lämmijärve üldfosfori sisaldused pinnakihis 2024. aastal

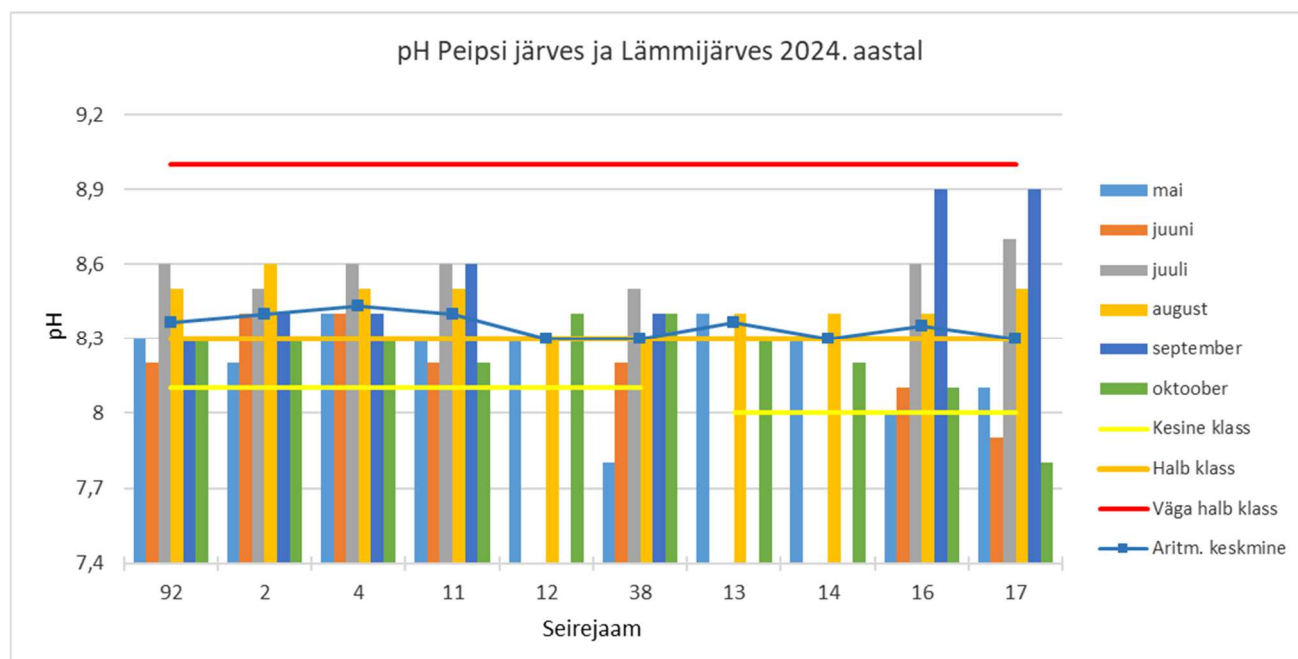
Vee läbipaistvused olid väga halvas ökoloogilises seisundiklassis juulis Lämmijärve seirejaamas 16, septembris seirejaamades 11, 38, 16 ja 17 ning oktoobris seirejaamas 17. Aasta keskmisena jäi läbipaistvus väga halba ökoloogilisse seisundiklassi Lämmijärve seirejaamas 17. Peipsi järve seirejaamades 12 ja 38 ning Lämmijärve seirejaamades 13, 14 ja 16 jäi keskmine läbipaistvus halba ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud seirejaamade keskmised vee läbipaistvused olid kesises ökoloogilises seisundiklassis (Joonis 99).



Joonis 9. Peipsi järve ja Lämmijärve vee läbipaistvused 2024. aastal



Peipsi järve seirejaamade 12 ja 38 ning Lämmijärve seirejaamade 14 ja 17 keskmised pH väärtused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud Peipsi järveosa ja Lämmijärve seirejaamade keskmised pH väärtused jäid halba ökoloogilisse seisundiklassi (Joonis 100).



Joonis 10. Peipsi järve ja Lämmijärve pH väärtused pinnakihi 2024. aastal

Peipsi järve talvine seisund aastatel 2009-2024

Tabelis 10 on toodud 2009-2024 aastate pinnakihi proovide üldN, üldP, läbipaistvuse ja pH analüüsitulemuste aritmeetilised keskmised seirejaamade kaupa (16 analüüsitulemust kihi kohta, seirejaamal 92 11 analüüsitulemust (proovid võeti 2014-2024), seirejaamadel 12, 13 ja 14 kümme analüüsitulemust (proovid võeti 2015-2024)).

Tabel 10. Pinnakihi proovide 2009-2024 üldN, üldP, pH ja läbipaistvuse analüüsitulemuste aritmeetilised keskmised seirejaamade kaupa koos proovide arvuga kihi kohta

Seirejaam	Proovide arv	üldN (mg/l)	üldP (mg/l)	pH	Läbipaistvus (m)
nr.92	11	0,69	0,027	8,1	3,6
nr. 2	16	0,73	0,026	8,2	2,7
nr. 4	16	0,67	0,025	8,2	2,9
nr. 11	16	0,74	0,025	8,1	3,2
nr. 12	10	0,83	0,025	8,2	3,5
nr. 38	16	1,7	0,026	8,0	1,8
nr. 13	10	1,4	0,036	7,8	1,5
nr. 14	10	1,1	0,037	7,9	1,7
nr. 16	16	1,2	0,038	7,8	1,5
nr. 17	16	1,2	0,040	7,8	1,4



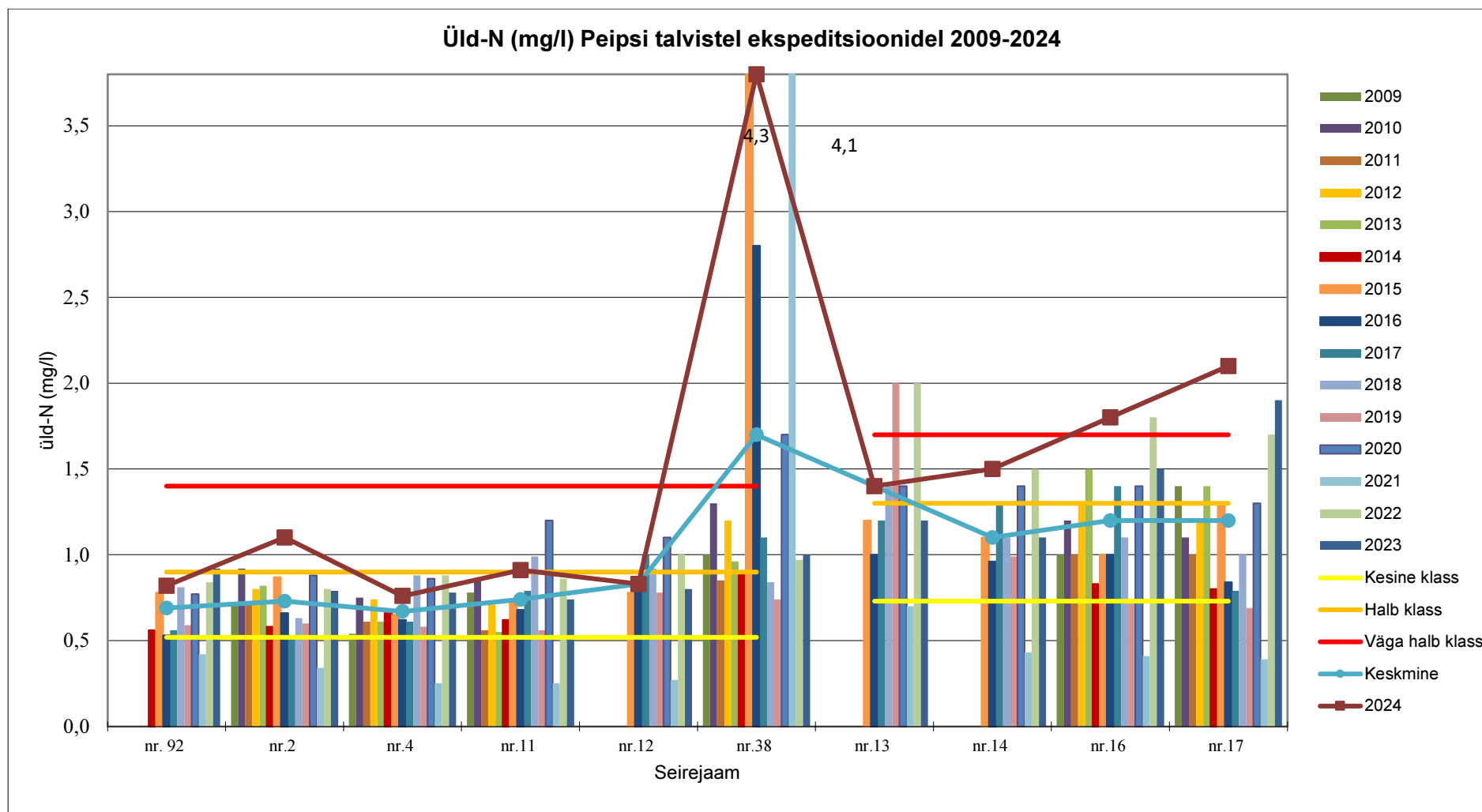
Järgnevatel joonistel 11-14 on toodud pinnakihi analüüsitulemused koos 2009-2024 aastate aritmeetiliste keskmistega ning ökoloogiliste seisundiklasside piiridega eraldi Peipsi järve ja Lämmijärve kohta. Seirejaamad on järjestatud koordinaatide järgi põhjast lõunasse.

Enamik 2009-2024 aastate üldläämmastiku keskmistest kontsentratsioonidest jäävad Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamades kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi. Lämmijärve seirejaama 13 üldN keskmine on halvas ja Peipsi järve seirejaama 38 keskmine on väga halvas ökoloogilises seisundiklassis (Joonis 11, Joonis 111).

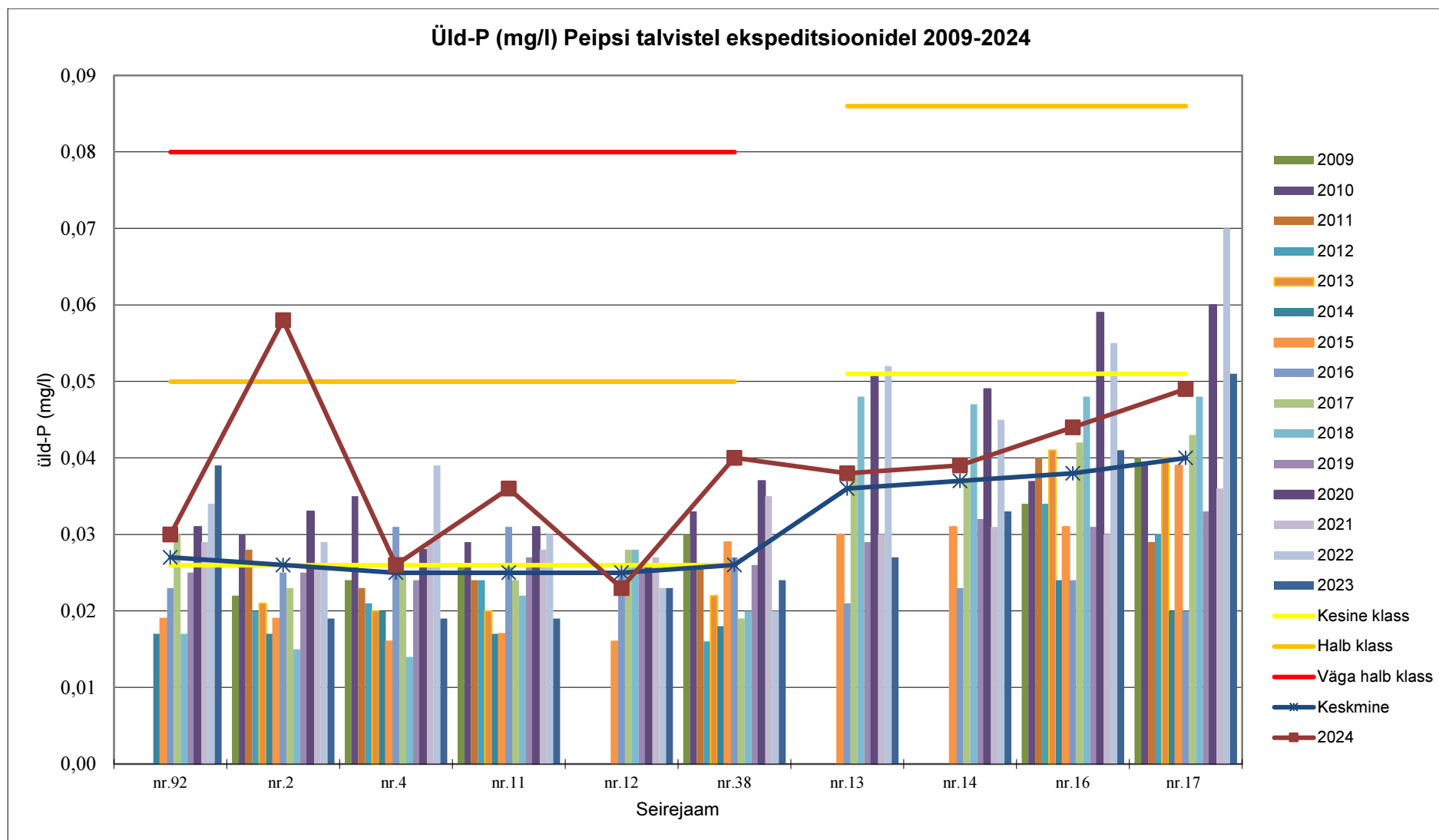
Üldfosfori 2009-2024 aastate keskmised jäävad Peipsi- ja Lämmijärves valdavalt heasse ökoloogilisse seisundiklassi. Peipsi järve seirejaamade 92, 2 ja 38 üldP keskmised jäävad kesisesse seisundiklassi piirile (Joonis 12, Joonis 12).

pH väärtuste 2009-2024 aastate keskmised jäävad Peipsi järve seirejaamades 2, 4 ja 12 kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud seirejaamade keskmised pH väärtused jäävad heasse ökoloogilisse seisundiklassi (Joonis 13).

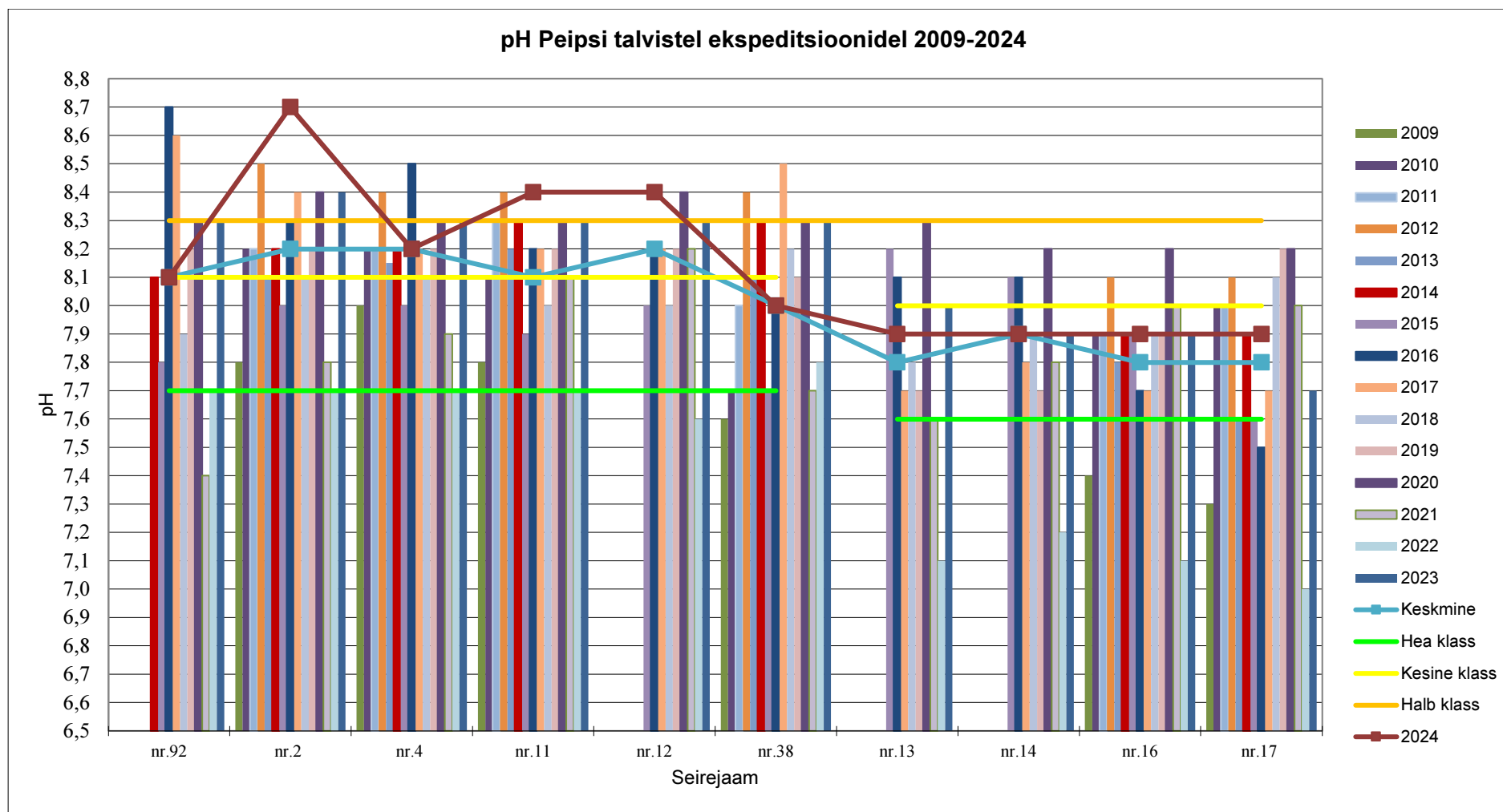
Vee läbipaistvuste 2009-2024 aastate keskmised on Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamades enamasti heas ökoloogilises seisundiklassis. Peipsi järve seirejaamade 92 ja 12 läbipaistvuse keskmised jäävad väga hea klassi piirile. Peipsi järve seirejaama 38 ja Lämmijärve seirejaama 17 vee läbipaistvused on kesises ökoloogilises seisundiklassis (Joonis 14).



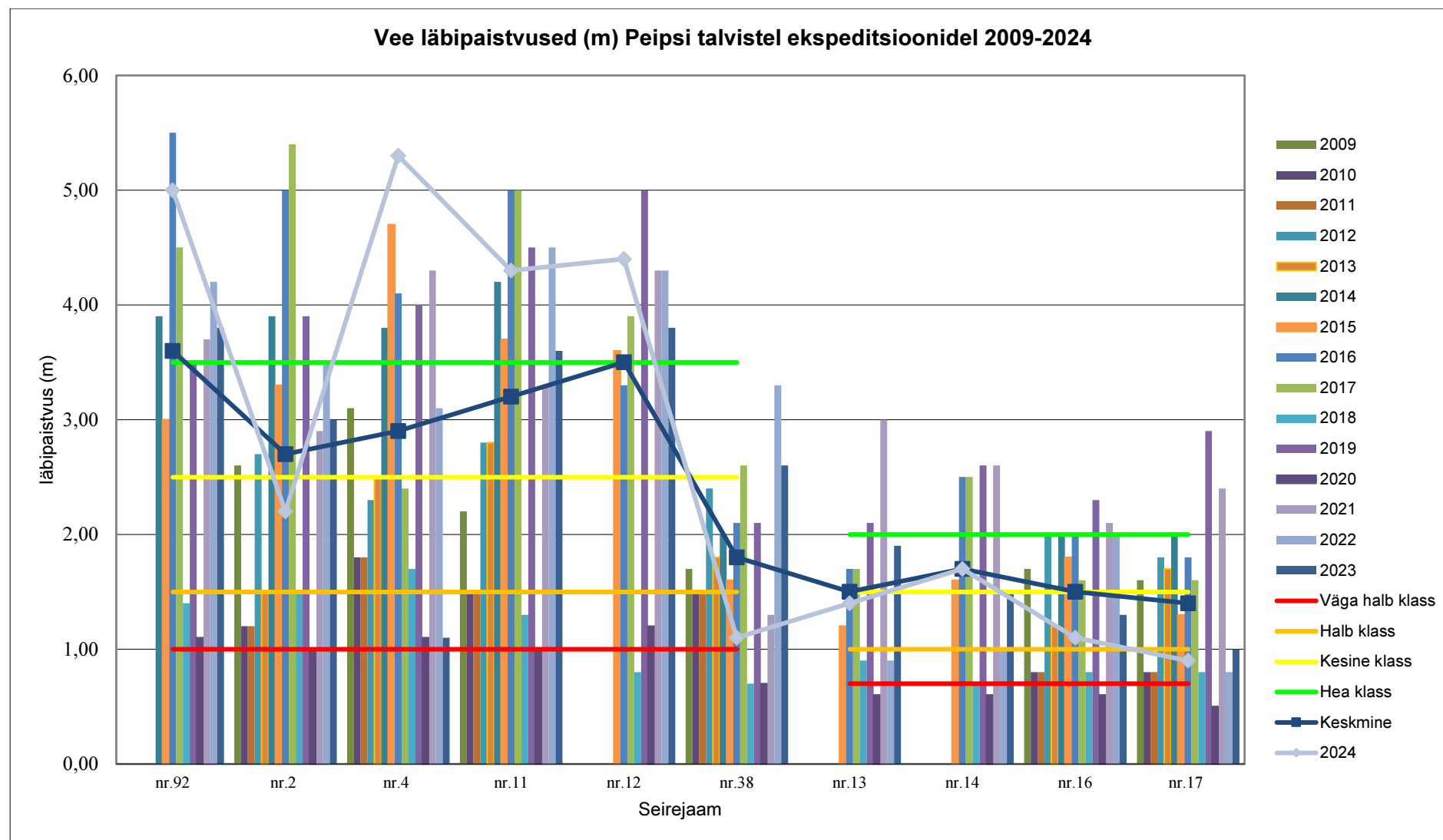
Joonis 11. Üldlämmastik Peipsi talvistel ekspeditsioonidel 2009-2024



Joonis 12. Üldfosfor Peipsi talvistel ekspeditsioonidel 2009-2024



Joonis 13. pH Peipsi talvistel ekspeditsioonidel 2009-2024



Joonis 14. Vee läbipaistvused Peipsi talvistel ekspeditsioonidel 2009-2024

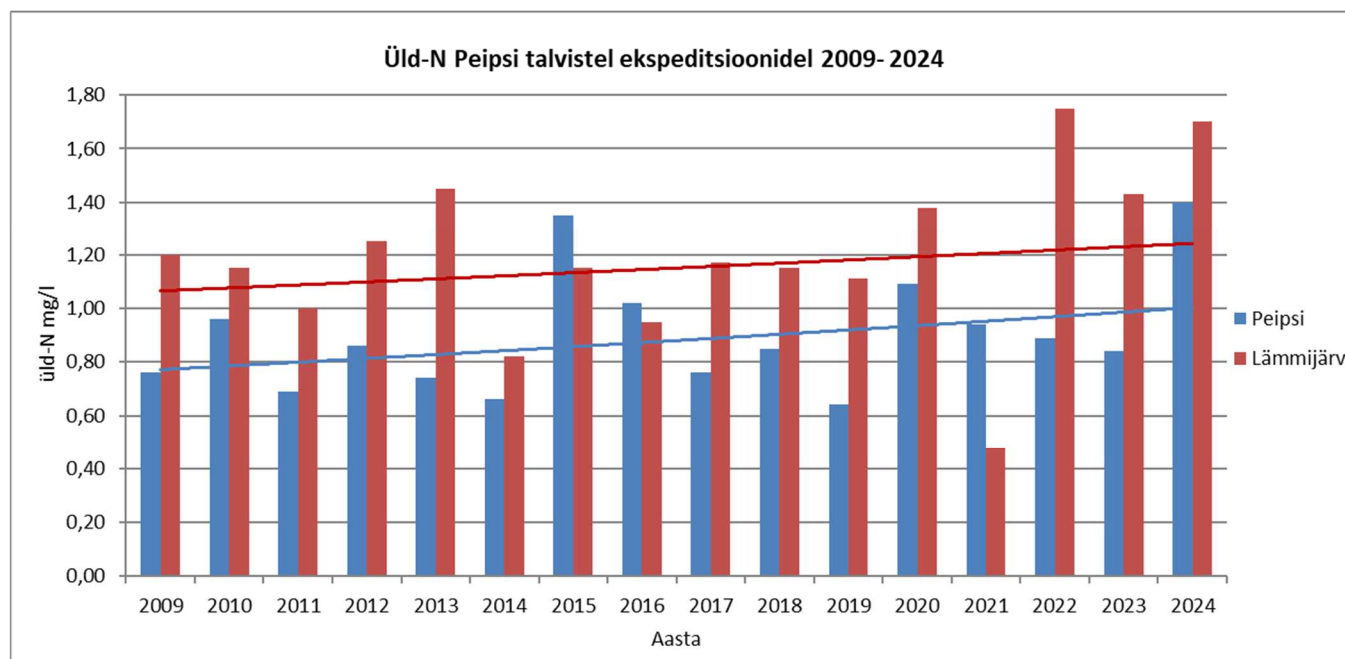


Joonistel 15-17 on näidatud pinnakihi üldlämmastiku, üldfosfori sisalduste ja vee läbipaistvuste aritmeetilised keskmised järveosade kaupa aastatel 2009-2024 koos trendijoonetega. Keskmised kontsentratsioonid on toodud tabelis 11. Ülejäänud määratud näitajate pinna- ja põhjakihi analüüsitulemuste aritmeetilised keskmised järveosade kaupa on toodud lisas 3.

Tabel 11. Peipsi järveosade keskmised üldN, üldP sisaldused ja vee läbipaistvused märtsis aastatel 2009-2024

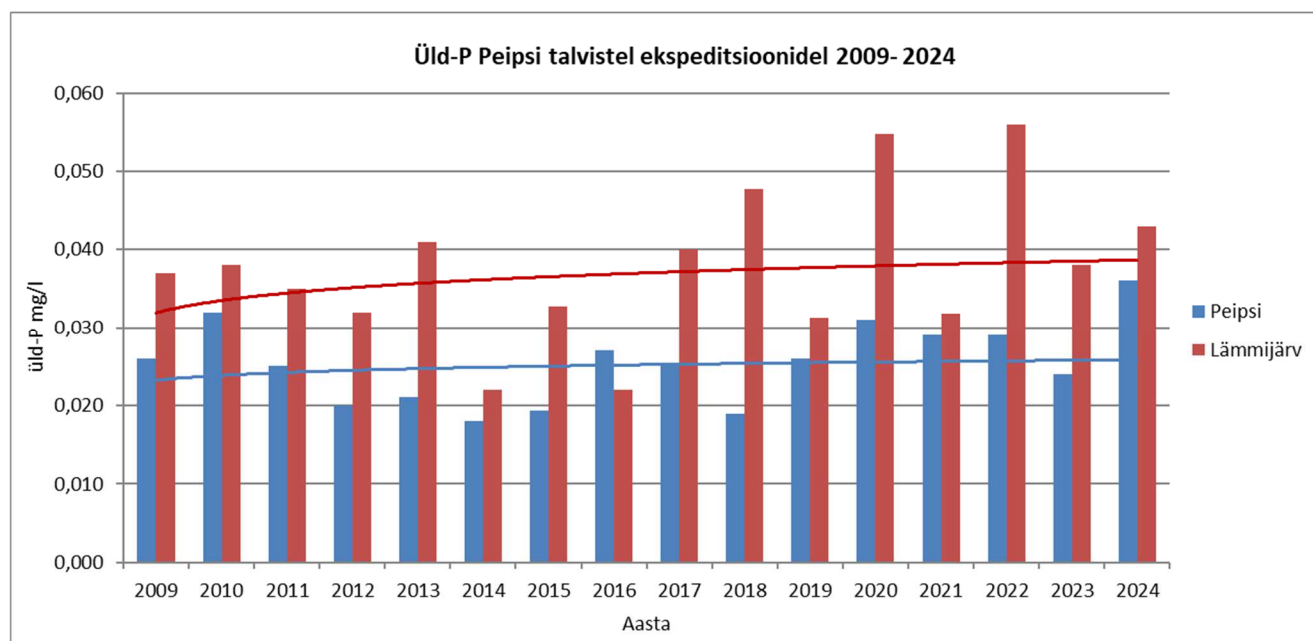
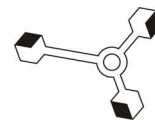
üldN (mg/l)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Peipsi järv	0,76	0,96	0,69	0,86	0,74	0,66	1,35	1,02	0,76	0,85	0,64	1,09	0,94	0,89	0,84	1,4
Lämmijärv	1,20	1,15	1,00	1,25	1,45	0,82	1,15	0,95	1,17	1,15	1,11	1,38	0,48	1,75	1,43	1,7
üldP (mg/l)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Peipsi järv	0,026	0,032	0,025	0,020	0,021	0,018	0,019	0,027	0,025	0,019	0,026	0,031	0,029	0,029	0,024	0,036
Lämmijärv	0,037	0,038	0,035	0,032	0,041	0,022	0,033	0,022	0,040	0,048	0,031	0,055	0,032	0,056	0,038	0,043
Läbipaistvus (m)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Peipsi järv	2,4	1,5	1,5	2,6	2,2	3,6	3,3	4,2	4,0	1,2	3,8	1,0	3,3	3,8	3,0	3,7
Lämmijärv	1,7	0,80	0,80	1,9	1,5	2,0	1,5	2,0	1,9	0,80	2,5	0,58	2,5	1,2	1,4	1,3

Peipsi ja Lämmijärve üldN sisaldused (Joonis 15Joonis 15) on olnud üsna kõikumad. Viimastel aastatel (2022-2024) olid Lämmijärves ja 2024. aastal Peipsi järves mõnevõrra kõrgemad üldlämmastiku kontsentratsioonid.



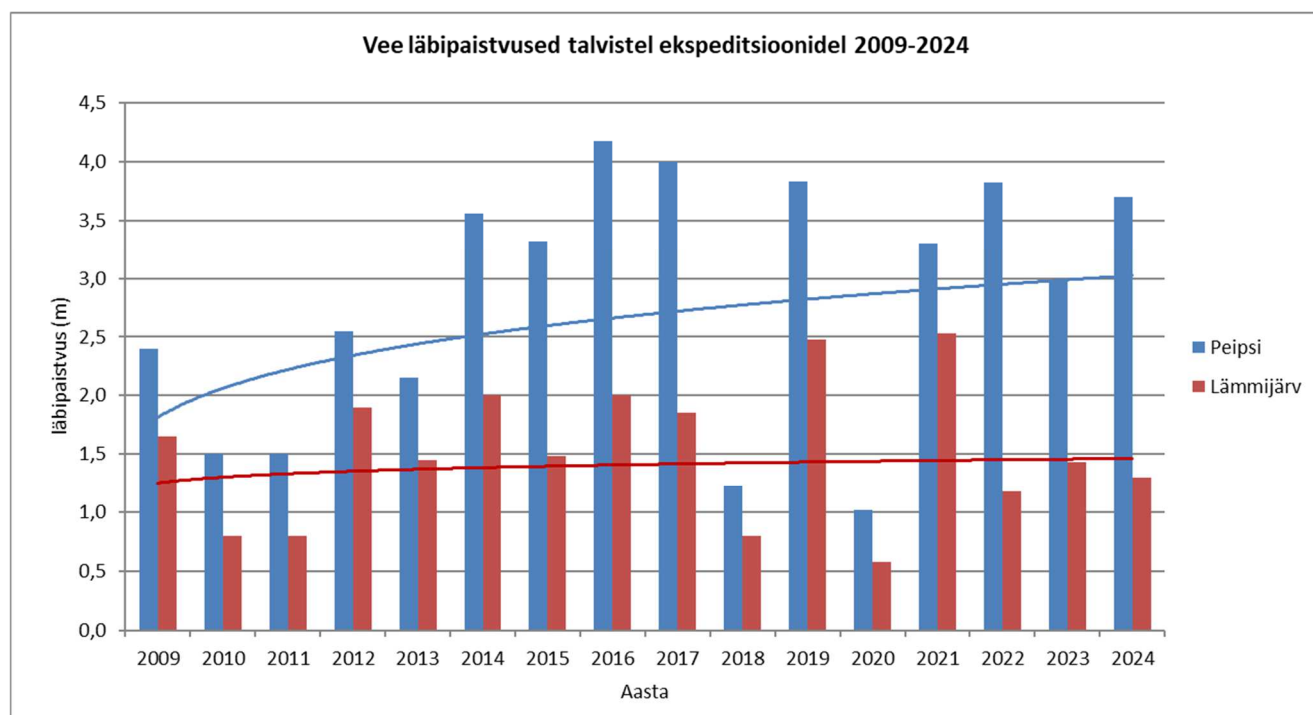
Joonis 15. Keskmised üldlämmastiku sisaldused Peipsi järveosades talvistel ekspeditsioonidel 2009-2024

Peipsi järve üldP sisaldused (Joonis 16) on olnud aastate lõikes suhteliselt stabiilsed, 2024. aastal oli üldP sisaldus kõrgeim. Lämmijärve üldP sisaldused on aastate lõikes kõikumad.



Joonis 16. Keskmised üldfosfori sisaldused Peipsi järveosades talvistel ekspeditsioonidel 2009-2024

Peipsi järve keskmine vee läbipaistvus oli madalam 2010-2011 ning 2018. ja 2020. aastal. Alates 2021. aastast on läbipaistvus olnud stabiilselt vähemalt heas klassis. Lämmijärve keskmised vee läbipaistvused on stabiilsemad (Joonis 17).



Joonis 17. Keskmised vee läbipaistvused Peipsi järveosades talvistel ekspeditsioonidel 2009-2024



Peipsi järve ökoloogiline seisund füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate järgi vegetatsiooniperioodil aastatel 2009-2024

Tabelites 12-16 on toodud aastate 2009-2024 pH, üldlämmastiku, üldfosfori, vee läbipaistvuse ning füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangute (ÖKS) aritmeetilised keskmised seirejaamade ja aastate kaupa, kvaliteedinäitajate ja ÖKS aasta keskmised väärtused ning eraldi Peipsi järveosa ja Lämmijärve keskmised. Tabelite viimases veerus on toodud aastate 2009-2024 aritmeetilised keskmised seirejaamade kaupa. Ökoloogilised seisundiklassid on tähistatud järgmiselt: hea, kesine ja halb.

2009-2024. aastate Peipsi järve riiklikest seirejaamadest 0.5 m sügavuselt pinnakihi võetud proovide kvaliteedinäitajate: pH, üldN, üldP, vee läbipaistvuse analüüsitulemuste aritmeetilised keskmised seirejaamade kaupa on esitatud ka joonistel 18-21. Joonistel on toodud ka ökoloogiliste seisundiklasside piirid. Joonisel 22 on näidatud füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud (ÖKS-id) aastatel 2009-2024.

Kõrgeimad pH keskmised (Tabel 12, Joonis 18) olid Peipsi järves 2010. aastal (seirejaamade 2, 4, 11, 38 keskmine oli 8.6 – halb ökoloogiline seisundiklass) ja 2017. aastal (seirejaamade 92, 2, 4, 11, 12, 38 keskmine oli 8.6 – halb ökoloogiline seisundiklass) ning Lämmijärves 2019. aastal (seirejaamade 13, 14, 16, 17 keskmine oli 8.7 – halb ökoloogiline seisundiklass). Madalaimad pH väärtused olid Peipsis aastatel 2013-2015 (keskmised 8.3 – kesine ökoloogiline seisundiklass) ning Lämmijärves 2010, 2013, 2015 ja 2023. aastal (keskmised 8.3 – kesine ökoloogiline seisundiklass). Kõigi seirejaamade 2009-2024. aastate keskmised pH väärtused on halvas ökoloogilises seisundiklassis (Tabel 12, viimane veerg).

Üldlämmastiku kõrgeimad sisaldused (Tabel 13, Joonis 19) olid nii Peipsi järves kui ka Lämmijärves 2023. aastal (keskmised vastavalt 1.1 mg/l – halb ökoloogiline seisundiklass ja 1.3 mg/l – halb ökoloogiline seisundiklass). Madalaimad üldlämmastiku sisaldused olid Peipsi järves 2013. aastal (keskmise 0.60 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass) ja Lämmijärves 2017. aastal (keskmise 0.71 mg/l – hea ökoloogiline seisundiklass). Kõigi seirejaamade 2009-2024. aastate keskmised üldN sisaldused on kesises ökoloogilises seisundiklassis (Tabel 13, viimane veerg).

Kõrgeimad üldfosfori sisaldused (Tabel 14, Joonis 20) olid Peipsi järves 2009. ja 2023. aastal (keskmised vastavalt 0.052 ja 0.050 mg/l – halvas ökoloogilises seisundiklassis) ja Lämmijärves 2019. aastal (keskmise 0.080 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass). Madalaimad üldP kontsentratsioonid olid Peipsi järves 2013 ja 2014. aastal (keskmised mõlemal aastal 0.030 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass) ja Lämmijärves 2018. aastal (keskmise 0.057 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass). Lämmijärve seirejaama 13 aastate 2015–2024 keskmine üldP sisaldus jäi heasse ökoloogilisse



seisundiklassi. Teiste seirejaamade 2009-2024. aastate keskmised üldP sisaldused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (Tabel 14, viimane veerg).

Vee läbipaistvused (Tabel 15, Joonis 21) olid väiksemad (halvas ökoloogilises seisundiklassis) Peipsi järves 2017. ja 2023. aastal (keskmised vastavalt 1.4 ja 1.3 m). Lämmijärve läbipaistvused olid vaadeldud perioodil valdavalt halvas seisundiklassis (keskmised vahemikus 0.71-0.98 m), 2010. ja 2015. aastal olid vee läbipaistvuse keskmised kesises ökoloogilises seisundiklassis (keskmised mõlemal aastal 1.1 m). Peipsi järve seirejaama 38 aastate 2009-2024 keskmine on halvas ökoloogilises seisundiklassis. Ülejäänud Peipsi järveosa seirejaamade keskmised läbipaistvused on kesises ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve seirejaamadest jääb seirejaama 13 keskmine kesisesse ja seirejaamade 14, 16 ja 17 keskmised halba ökoloogilisse seisundiklassi (Tabel 15, viimane veerg).

Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang (ÖKS) oli 2023. aastal mõlemas järvesosas halvas ökoloogilises seisundiklassis. Ülejäänud aastatel olid füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud kesises klassis (Tabel 16, Joonis 22).

**Tabel 12.** Peipsi järve pinnakihi pH väärtuste aritmeetilised keskmised aastatel 2009-2024

Seirejaam	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Keskmine
92					8,5	8,2	8,3	8,4	8,6	8,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,6	8,4	8,4
2	8,4	8,6	8,5	8,5	8,3	8,2	8,3	8,4	8,5	8,4	8,5	8,4	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4
4	8,4	8,6	8,5	8,5	8,3	8,3	8,3	8,4	8,6	8,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4
11	8,5	8,6	8,5	8,5	8,2	8,3	8,3	8,5	8,6	8,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	8,5
12							8,2	8,4	8,5	8,4	8,6	8,5	8,5	8,6	8,4	8,3	8,4
38	8,5	8,4	8,5	8,4	8,4	8,3	8,3	8,5	8,5	8,4	8,6	8,5	8,5	8,6	8,5	8,3	8,4
13							8,2	8,5	8,7	8,3	8,6	8,6	8,4	8,5	8,3	8,4	8,5
14							8,2	8,7	8,6	8,4	8,7	8,6	8,6	8,5	8,2	8,3	8,5
16	8,5	8,4	8,6	8,5	8,3	8,4	8,4	8,6	8,5	8,5	8,7	8,6	8,6	8,5	8,4	8,4	8,5
17	8,4	8,2	8,5	8,5	8,3	8,3	8,3	8,6	8,5	8,5	8,7	8,5	8,5	8,7	8,4	8,3	8,4
Keskmine	8,4	8,5	8,5	8,5	8,3	8,3	8,3	8,5	8,6	8,4	8,6	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4	8,5
Peipsi järv	8,4	8,6	8,5	8,5	8,3	8,3	8,3	8,4	8,6	8,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	
Lämmijärv	8,4	8,3	8,6	8,5	8,3	8,4	8,3	8,6	8,6	8,4	8,7	8,6	8,5	8,6	8,3	8,4	

Tabel 13. Peipsi järve pinnakihi üldlämmastiku aritmeetilised keskmised (mg/l) aastatel 2009-2024

Seirejaam	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Keskmine
92					0,55	0,61	0,56	0,56	0,61	0,54	0,63	0,76	0,67	0,76	0,89	0,74	0,66
2	0,76	0,70	0,63	0,60	0,57	0,57	0,59	0,60	0,69	0,54	0,57	0,77	0,64	0,79	0,93	0,77	0,67
4	0,74	0,62	0,63	0,61	0,55	0,56	0,58	0,65	0,62	0,61	0,53	0,74	0,63	0,75	1,1	0,84	0,67
11	0,75	0,65	0,68	0,59	0,62	0,59	0,62	0,62	0,66	0,63	0,67	0,83	0,71	1,0	1,0	0,95	0,72
12							0,70	0,89	0,73	0,77	0,73	0,71	0,73	0,88	1,1	0,89	0,81
38	0,72	0,78	0,82	0,83	0,69	0,82	0,93	0,75	0,82	0,65	0,72	0,93	0,90	0,97	1,3	1,1	0,86
13							0,69	0,83	0,54	0,84	0,63	0,78	0,71	1,1	1,2	0,94	0,83
14							0,78	0,89	0,64	0,72	0,79	0,84	0,89	1,1	1,4	1,0	0,91
16	0,81	0,74	0,93	0,90	0,93	0,78	0,86	0,92	0,79	0,68	0,88	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3	0,94
17	0,85	0,92	0,97	0,97	0,94	0,80	0,90	0,89	0,87	0,66	0,93	1,0	1,1	1,3	1,3	1,3	0,98
Keskmine	0,77	0,74	0,78	0,75	0,69	0,68	0,72	0,76	0,70	0,66	0,71	0,84	0,80	0,99	1,15	0,98	0,80
Peipsi järv	0,74	0,69	0,69	0,66	0,60	0,63	0,66	0,68	0,69	0,62	0,64	0,79	0,71	0,86	1,1	0,88	
Lämmijärv	0,83	0,83	0,95	0,94	0,94	0,79	0,81	0,88	0,71	0,73	0,81	0,91	0,92	1,2	1,3	1,1	

**Tabel 14.** Peipsi järve pinnakihi üldfosfori aritmeetilised keskmised (mg/l) aastatel 2009-2024

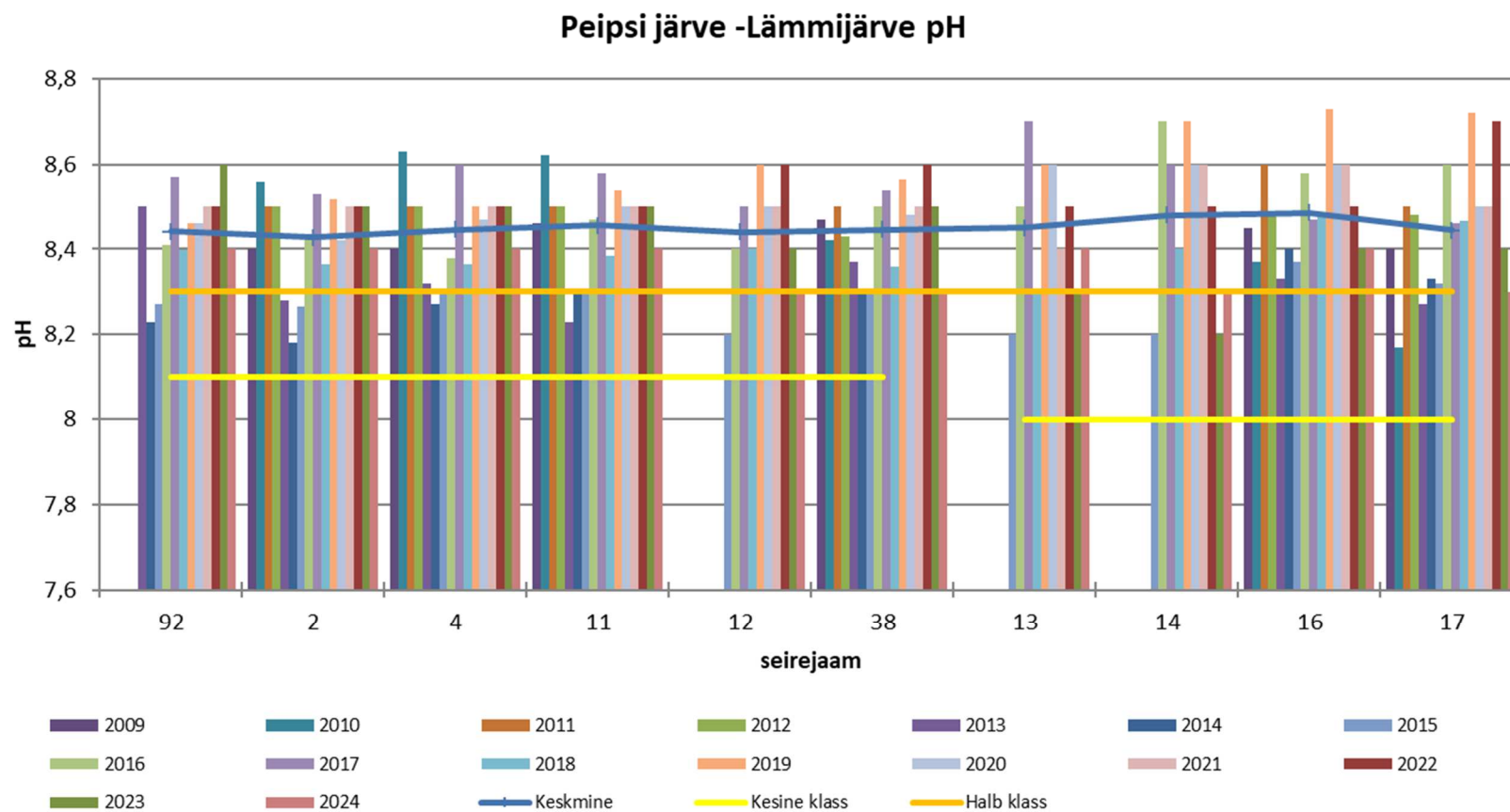
Seirejaam	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Keskmine
92					0,019	0,026	0,034	0,045	0,042	0,041	0,041	0,041	0,038	0,041	0,043	0,040	0,038
2	0,053	0,045	0,043	0,035	0,030	0,028	0,035	0,045	0,046	0,042	0,034	0,038	0,036	0,053	0,043	0,047	0,041
4	0,052	0,038	0,040	0,032	0,031	0,028	0,036	0,044	0,042	0,046	0,036	0,040	0,035	0,047	0,057	0,038	0,040
11	0,056	0,041	0,043	0,031	0,033	0,034	0,036	0,038	0,052	0,045	0,037	0,042	0,038	0,045	0,049	0,050	0,042
12							0,039	0,039	0,045	0,033	0,039	0,038	0,041	0,039	0,054	0,035	0,040
38	0,048	0,039	0,039	0,039	0,038	0,036	0,041	0,039	0,040	0,034	0,035	0,036	0,041	0,045	0,054	0,044	0,041
13							0,029	0,039	0,047	0,037	0,046	0,043	0,042	0,048	0,063	0,068	0,046
14							0,053	0,055	0,073	0,052	0,080	0,063	0,062	0,065	0,076	0,047	0,063
16	0,070	0,058	0,068	0,068	0,077	0,059	0,084	0,070	0,063	0,070	0,093	0,075	0,081	0,083	0,082	0,067	0,073
17	0,074	0,066	0,075	0,073	0,072	0,078	0,083	0,075	0,071	0,070	0,10	0,074	0,10	0,093	0,084	0,084	0,080
Keskmine	0,059	0,048	0,051	0,046	0,043	0,041	0,047	0,049	0,052	0,047	0,054	0,049	0,051	0,056	0,061	0,052	0,050
Peipsi järv	0,052	0,041	0,041	0,034	0,030	0,030	0,037	0,042	0,045	0,040	0,037	0,039	0,038	0,045	0,050	0,042	
Lämmijärv	0,072	0,062	0,072	0,071	0,075	0,069	0,062	0,060	0,064	0,057	0,080	0,064	0,071	0,072	0,076	0,067	

Tabel 15. Peipsi järve vee läbipaistvuste aritmeetilised keskmised (m) aastatel 2009-2024

Seirejaam	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Keskmine
92					2,7	2,5	1,9	1,5	1,5	1,6	2,0	1,9	1,7	1,5	1,5	1,6	1,8
2	1,6	1,8	1,8	2,0	2,1	2,4	1,8	1,4	1,5	1,8	2,0	1,8	1,9	1,5	1,4	1,6	1,8
4	1,5	1,7	1,8	2,1	2,2	2,2	2,0	1,5	1,6	1,6	1,9	1,8	1,8	1,5	1,5	1,7	1,8
11	1,5	1,8	1,8	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,6	1,4	1,8	1,6	1,7	1,5	1,4	1,6	1,7
12							1,6	1,8	1,1	1,6	1,7	1,8	1,2	1,4	1,1	1,4	1,5
38	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5	1,3	1,3	1,6	1,6	1,5	1,2	1,5	0,97	1,1	1,4
13							1,5	1,0	1,3	1,3	1,6	1,3	1,1	0,97	0,80	0,90	1,2
14							1,0	0,80	0,65	0,87	0,40	0,90	1,0	0,73	0,77	0,90	0,80
16	0,98	1,1	1,0	0,93	0,84	0,93	0,94	0,76	0,70	0,84	0,63	0,87	0,73	0,63	0,63	0,75	0,83
17	0,90	1,1	0,87	0,88	0,97	1,0	0,95	0,77	0,73	0,86	0,70	0,85	0,70	0,63	0,65	0,68	0,83
Keskmine	1,35	1,52	1,46	1,59	1,76	1,79	1,49	1,23	1,20	1,35	1,43	1,43	1,30	1,19	1,07	1,22	1,36
Peipsi järv	1,6	1,7	1,7	1,9	2,1	2,1	1,8	1,5	1,4	1,6	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,5	
Lämmijärv	0,94	1,1	0,94	0,91	0,91	0,97	1,1	0,83	0,85	0,97	0,83	0,98	0,88	0,74	0,71	0,81	

**Tabel 16.** Peipsi järve pinnakihi ÖKS-ide aritmeetilised keskmised aastatel 2009-2024

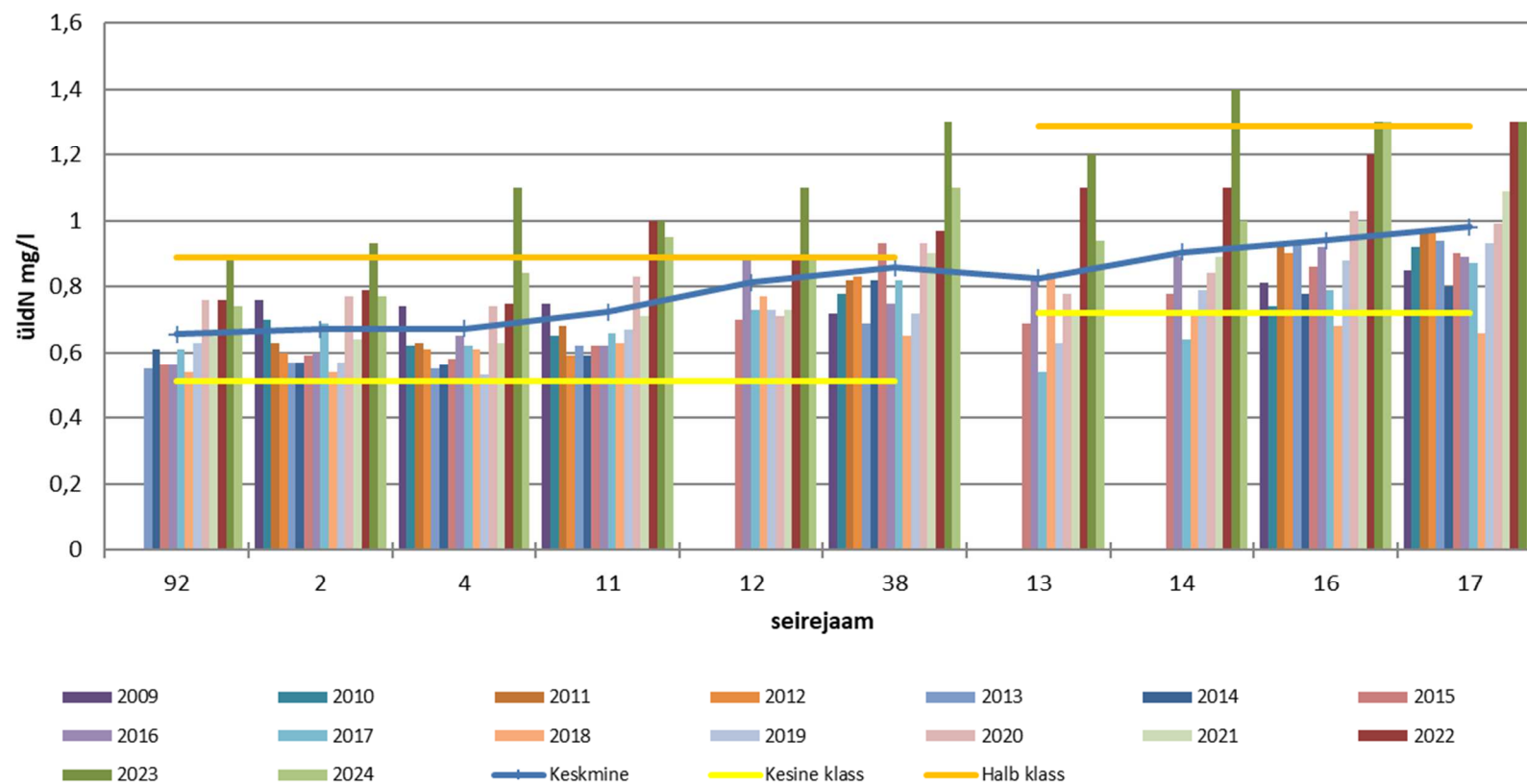
Seirejaam	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Keskmine
92					0,70	0,63	0,56	0,48	0,48	0,51	0,51	0,47	0,49	0,45	0,41	0,46	0,51
2	0,41	0,46	0,49	0,55	0,59	0,62	0,54	0,46	0,44	0,52	0,56	0,48	0,52	0,40	0,39	0,43	0,49
4	0,41	0,51	0,50	0,57	0,60	0,61	0,55	0,46	0,48	0,47	0,55	0,47	0,52	0,42	0,33	0,46	0,49
11	0,39	0,49	0,47	0,59	0,56	0,55	0,51	0,49	0,43	0,45	0,50	0,43	0,48	0,38	0,36	0,38	0,47
12							0,47	0,45	0,41	0,49	0,47	0,49	0,43	0,42	0,31	0,44	0,44
38	0,43	0,45	0,44	0,43	0,47	0,46	0,41	0,44	0,42	0,51	0,49	0,43	0,39	0,39	0,27	0,34	0,42
13							0,71	0,57	0,68	0,61	0,69	0,61	0,60	0,48	0,40	0,45	0,58
14							0,54	0,48	0,48	0,54	0,39	0,48	0,49	0,40	0,34	0,49	0,46
16	0,49	0,55	0,47	0,46	0,42	0,51	0,44	0,43	0,47	0,50	0,37	0,41	0,38	0,33	0,32	0,36	0,43
17	0,45	0,49	0,42	0,43	0,45	0,47	0,43	0,43	0,43	0,51	0,36	0,41	0,33	0,30	0,32	0,32	0,41
Keskmine	0,43	0,49	0,47	0,51	0,54	0,55	0,52	0,47	0,47	0,51	0,49	0,47	0,46	0,40	0,35	0,41	0,47
Peipsi järv	0,41	0,48	0,48	0,54	0,58	0,57	0,51	0,46	0,44	0,49	0,51	0,46	0,47	0,41	0,35	0,42	
Lämmijärv	0,47	0,52	0,45	0,45	0,44	0,49	0,53	0,48	0,52	0,54	0,45	0,48	0,45	0,38	0,35	0,41	



Joonis 18. Peipsi järve ja Lämmijärve pinnakihi pH keskmised aastatel 2009-2024



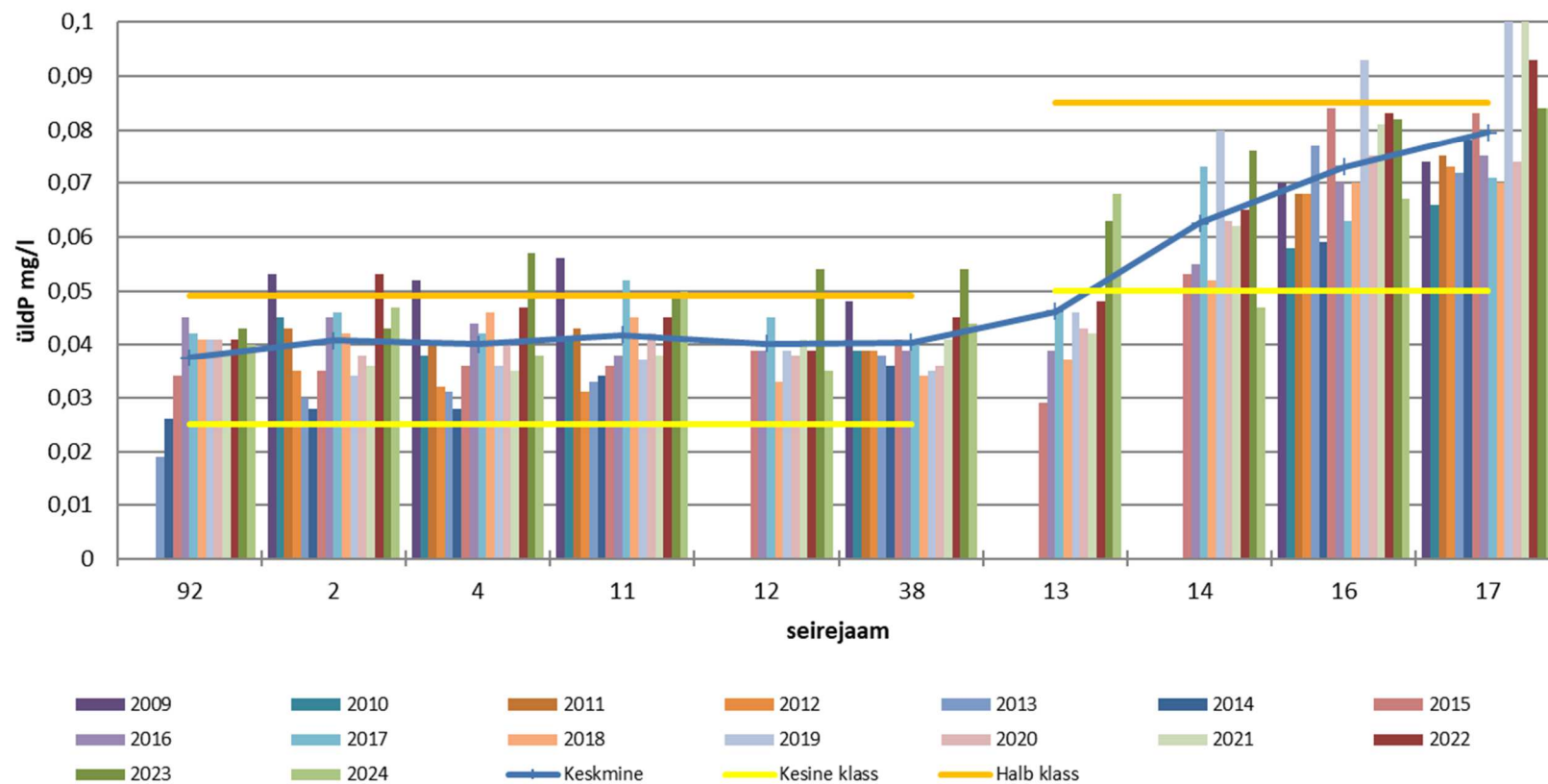
Peipsi järve-Lämmijärve Üld-N (mg/l)



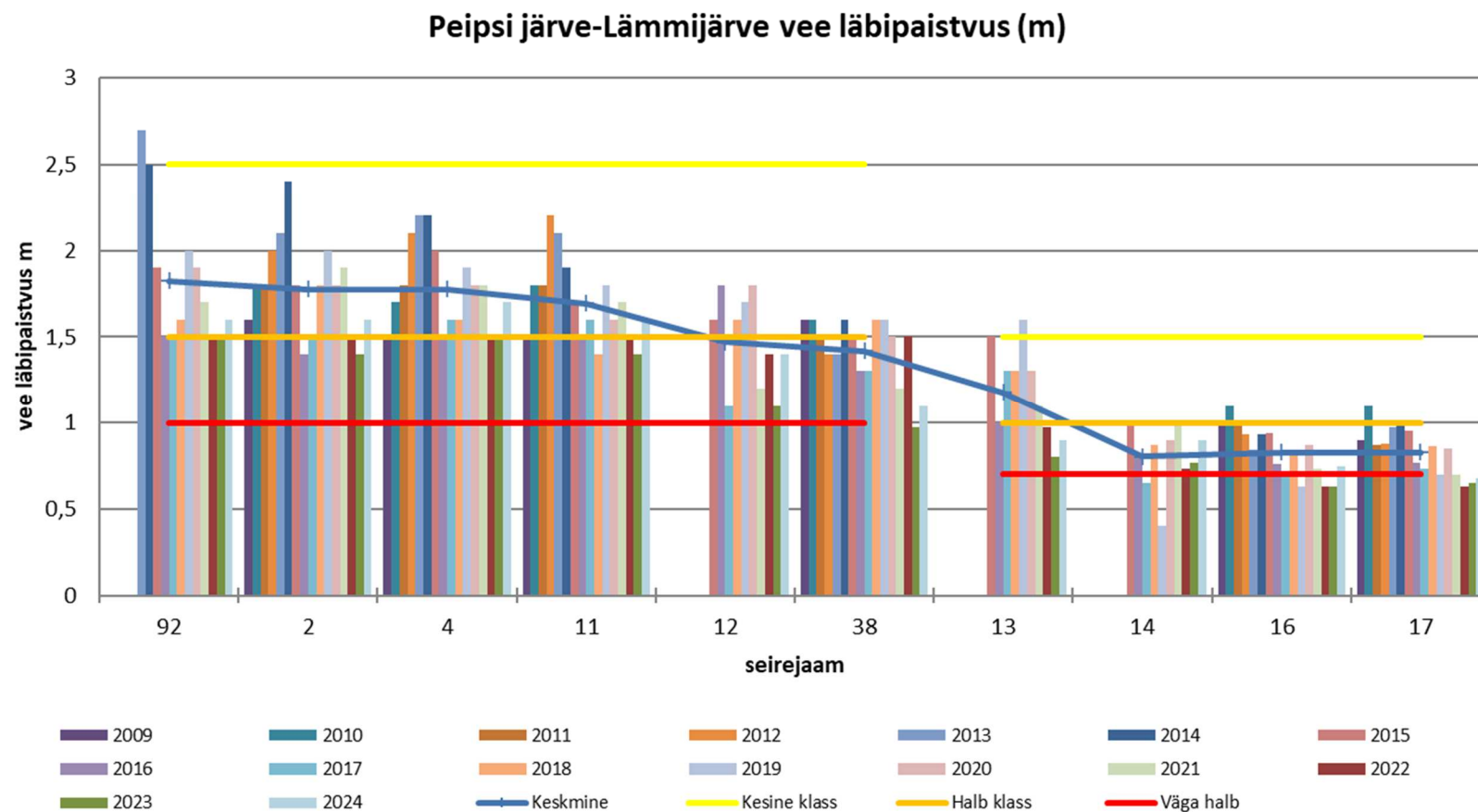
Joonis 19. Peipsi järve ja Lämmijärve pinnakihi üldlämmastiku keskmised aastatel 2009-2024



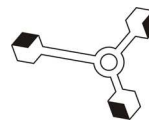
Peipsi järve-Lämmijärve Üld-P (mg/l)



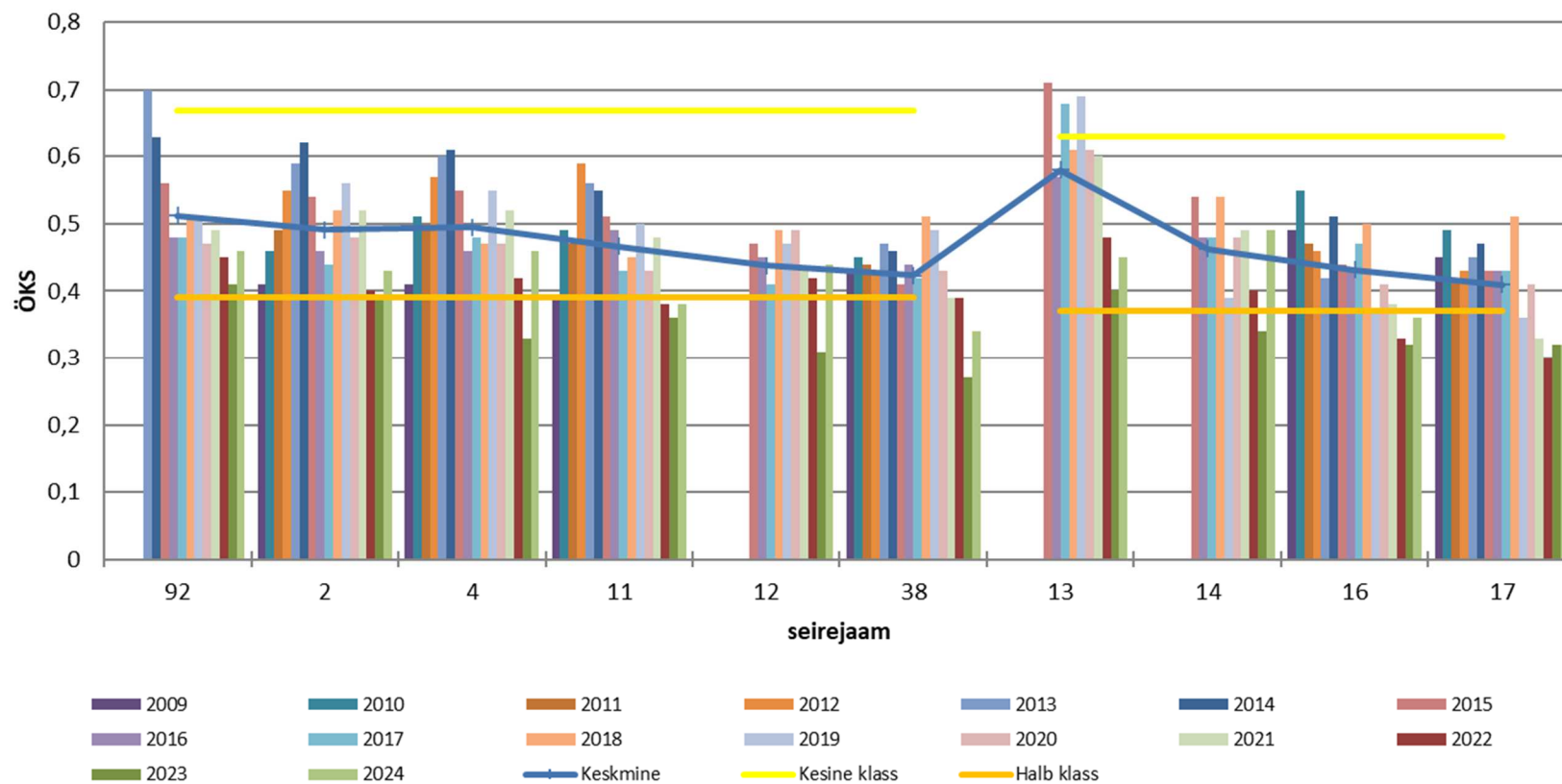
Joonis 20. Peipsi järve ja Lämmijärve pinnakihi üldfosfori keskmised aastatel 2009-2024



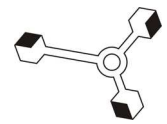
Joonis 21. Peipsi järve ja Lämmijärve vee läbipaistvuste keskmised aastatel 2009-2024



Peipsi järve-Lämmijärve ÖKS-d

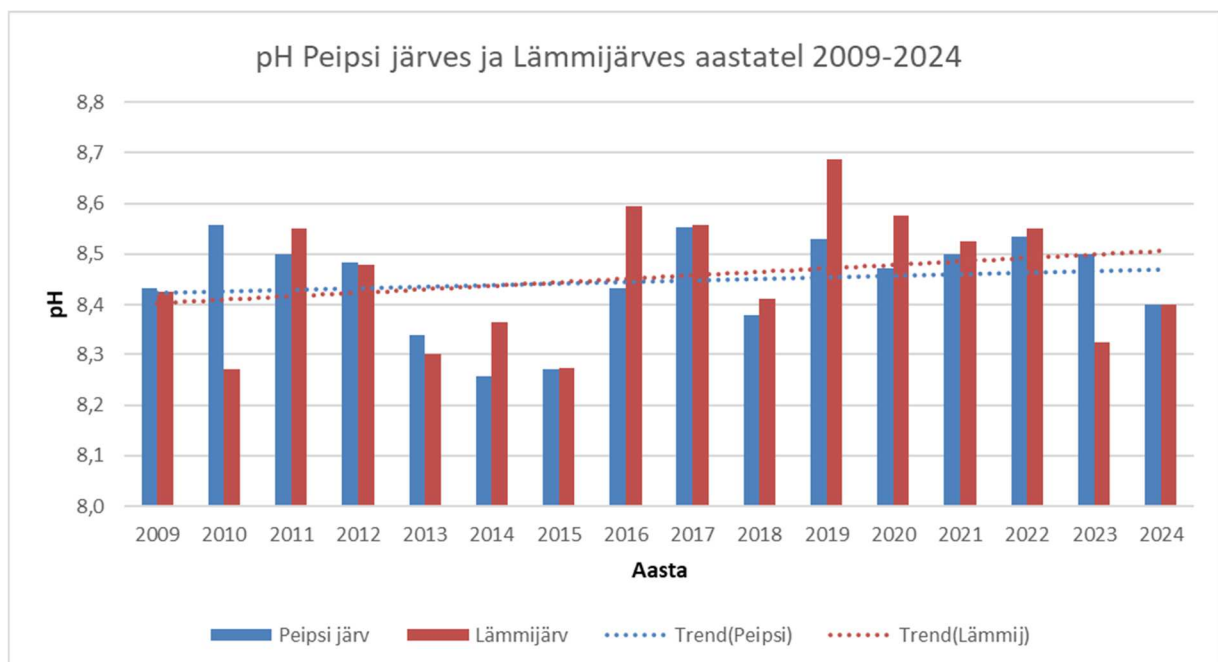


Joonis 22. Peipsi järve ja Lämmijärve füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud aastatel 2009-2024



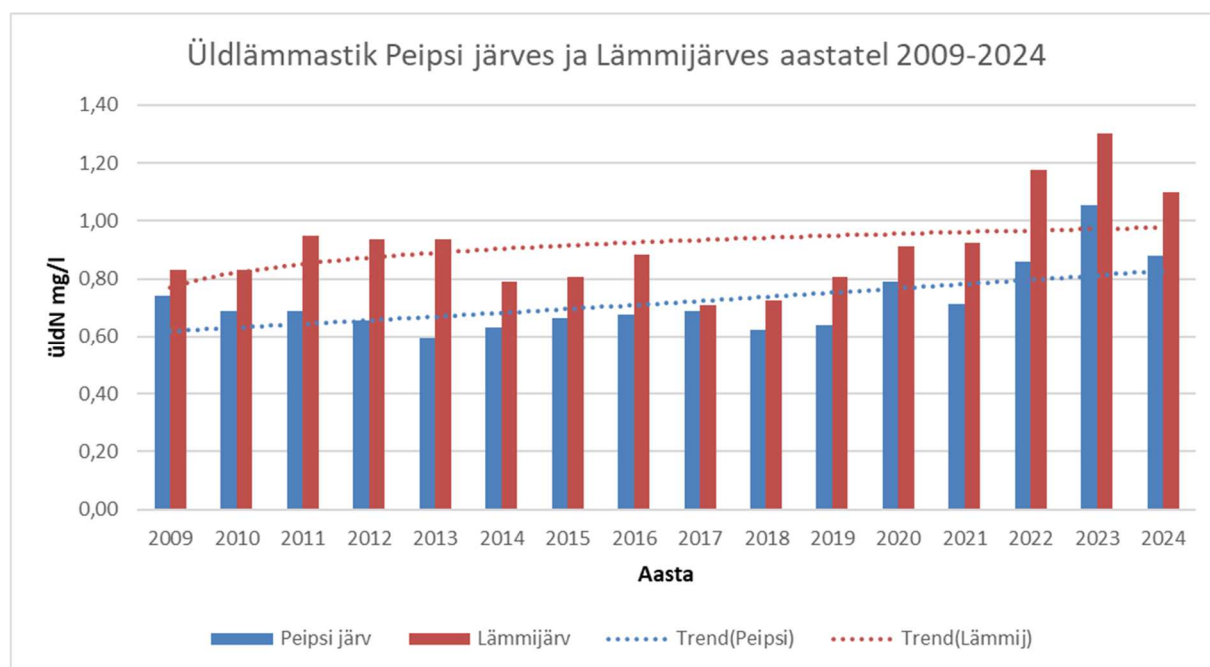
Järgnevatel joonistel on toodud kvaliteedinäitajate pH, üldN, üldP ja läbipaistvus 2009-2024. aastate Peipsi järve ja Lämmijärve riiklikest seirejaamadest 0.5 m sügavuselt pinnakihi vegetatsiooniperioodil võetud proovide analüüsitulemuste aritmeetilised keskmised koos trendijoontega. Lisaks on toodud Peipsi järve ja Lämmijärve füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud (ÖKS-d ehk ökoloogilised kvaliteedisuhted) aastatel 2009-2024. Arvuliselt näeb keskmisi tabelites 12-16 kahes viimases reas.

pH on olnud Peipsi järves ja Lämmijärves vaadeldud aastatel stabiilne. Madalamad pH väärtused olid aastatel 2013-2015 (Joonis 23).



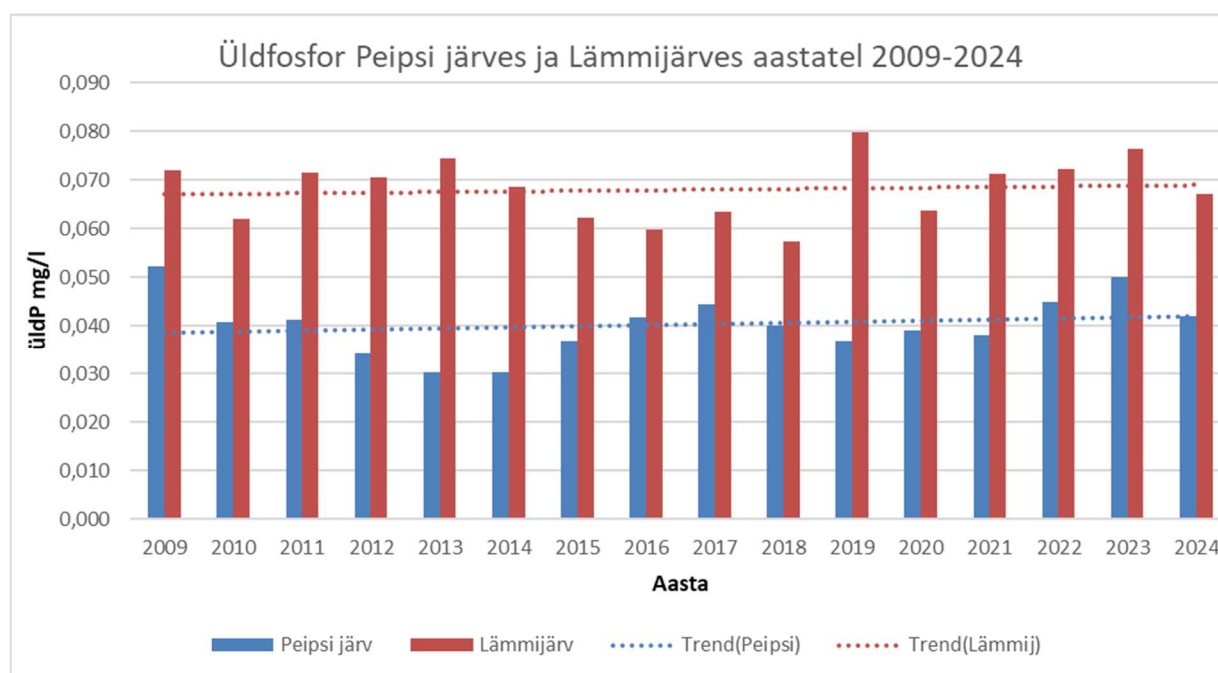
Joonis 23. Keskmised pH väärtused Peipsi järveosades vegetatsiooniperioodil 2009-2024

Üldlämmastiku sisaldused on mõlemas järveosas suhteliselt stabiilsed, kuid viimastel aastatel on näha üldN sisalduste tõusu (Joonis 24).



Joonis 24. Keskmised üldlämmastiku sisaldused Peipsi järveosades vegetatsiooniperioodil 2009-2024

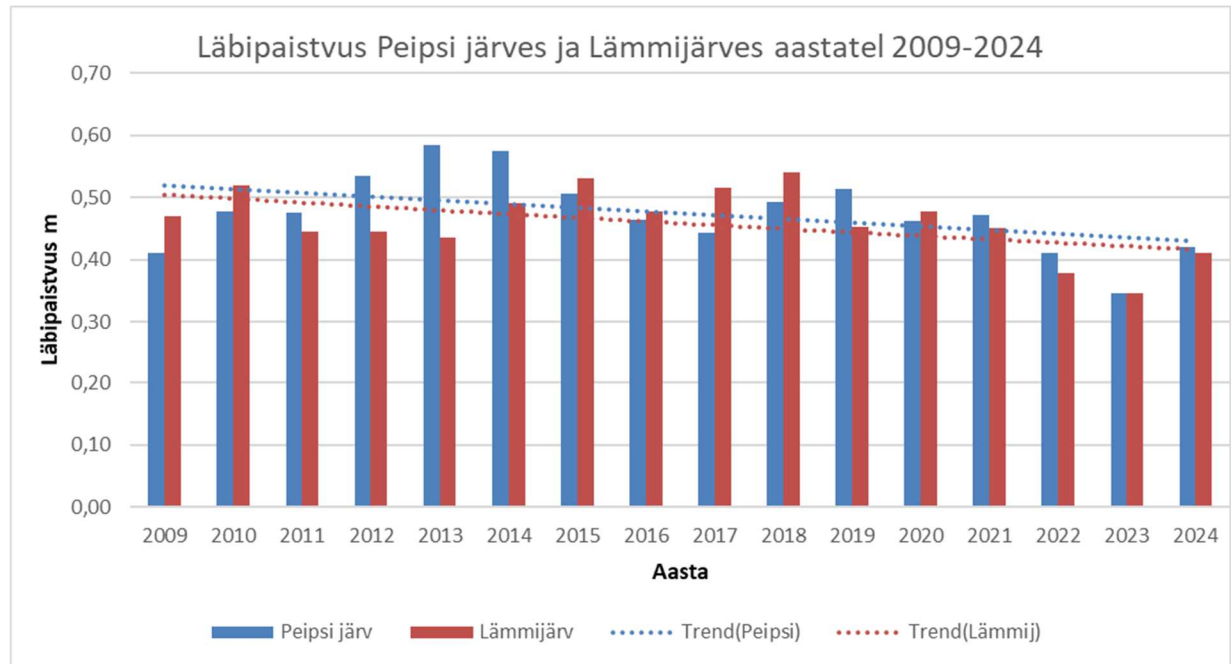
Üldfosfori sisaldused on mõlemas järveosas stabiilsed (Joonis 25).



Joonis 25. Keskmised üldfosfori sisaldused Peipsi järveosades vegetatsiooniperioodil 2009-2024

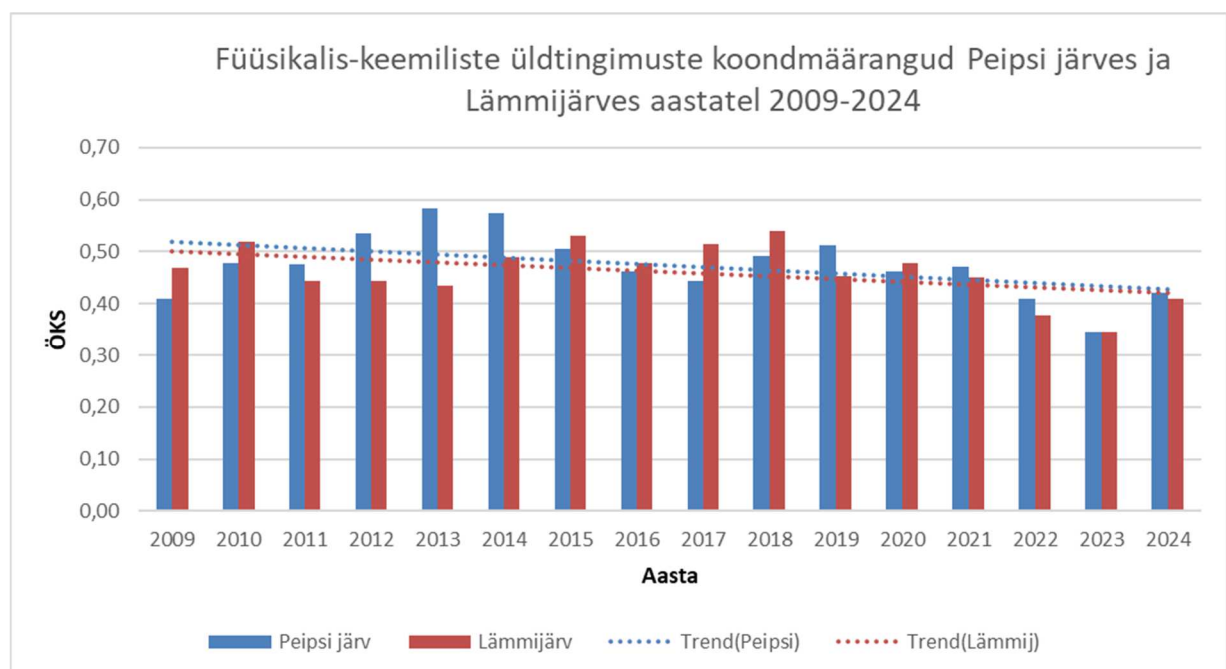


Vee läbipaistvus on mõlemas järveosas langeva trendiga ehk seisund on läbipaistvuse osas halvenev (Joonis 26).



Joonis 26. Keskmised vee läbipaistvused Peipsi järveosades vegetatsiooniperioodil 2009-2024

Füüsikalis-keemiliste üldtingimuste ökoloogilised kvaliteedisuhted on vahemikus 0.38 – 0.58 (kesises seisundiklassis (Tabel 16)). 2023. aastal oli ÖKS mõlemas järveosas halb. Ökoloogilised kvaliteedisuhted on väheneva suundumusega (Joonis 27), mis tähendab seisundi mõningat halvenemist.



Joonis 27. Keskmised füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud Peipsi järveosades vegetatsiooniperioodil 2009-2024



4.2 Saasteained, prioriteetsed ja prioriteetsed ohtlikud ained (osaline SPETS ja KESE)

2024. aasta märtsis ja augustis määrati Peipsi järve pinnakihi veeproovidest 1- ja 2 –aluselised fenoolid, naftasaadused ja raskmetallid Cd, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn ning Hg sisaldused 3 seirejaamast (4, 11, 17).

Määratud keemilise seisundi kvaliteedinäitajate (Hg, Cd, Ni, Pb) osas keskkonna kvaliteedi piirväärtuste ületamisi ei esinenud. Elavhõbeda ja kaadmiumi tulemused jäid alla kasutatud metoodikate määramispiire (vastavalt < 0.005 µg/l ja < 0.01 µg/l). Nikli sisaldused olid vahemikus 0.38-0.71 µg/l. Plii sisaldus jäid Peipsi järve seirejaamas 4 alla kasutatud metoodika määramispiiri (< 0.05 µg/l). Peipsi järve seirejaama 11 ja Lämmijärve seirejaama 17 proovides oli plii sisaldus märtsis vastavalt 0.054 µg/l ja 0.095 µg/l, augustis jäid plii sisaldused alla kasutatud metoodika määramispiiri.

Spetsiifiliste saasteainete hinnangud 2024. aasta seireandmete alusel (märts ja august) on toodud tabelites 17-19. Peipsi järve seirejaama 4 hinnang spetsiifiliste saasteainete järgi on **hea**, kuna tsingi keskmine sisaldus ületas 30% keskkonna kvaliteedi piirväärtust (Tabel 17). Peipsi järve seirejaama 11 ja Lämmijärve seirejaama 17 hinnangud spetsiifiliste saasteainete järgi on **väga head** (Tabelid 18-19).

Tabel 17. Peipsi järve seirejaama 4 spetsiifiliste saasteainete hinnangud 2024. aasta seireandmete alusel

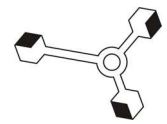
Nr	Aine nimetus	CASI number	Proovide arv vesi	Vesi (max sisaldus) µg/l	Vesi (aasta keskmine) µg/l	Seisundi hinnang vesi
3	Kroom ja selle ühendid	7440-47-3	2	< 0.050	0.025	Väga hea
5	Tsink ja selle ühendid	7440-55-6	2	7.9	4.3	Hea
6	Vask ja selle ühendid	7440-50-8	2	0.95	0.74	Väga hea
7	Fenool	108-95-2	2	< 0.30	0.15	Väga hea
8	o-kresool	95-48-7	2	< 0.30	0.15	Väga hea
9	p-/m-kresool	108-39-4; 106-44-5	2	< 0.30	0.15	Väga hea
10	2,3-dimetüülfenool	526-75-0	2	< 0.30	0.15	Väga hea
11	2,6-dimetüülfenool	576-26-1	2	< 0.30	0.15	Väga hea
12	3,4-dimetüülfenool	95-65-8	2	< 0.30	0.15	Väga hea
13	3,5-dimetüülfenool	108-68-9	2	< 0.30	0.15	Väga hea
14	Resortsiin	108-46-3	2	< 1.0	0.50	Väga hea
15	Naftasaadused (süsivesinikud C10 - C40)		2	< 10	5.0	Väga hea


Tabel 18. Peipsi järve seirejaama 11 spetsiifiliste saasteainete hinnangud 2024. aasta seireandmete alusel

Nr	Aine nimetus	CASI number	Proovide arv vesi		Vesi (max sisaldus) µg/l	Vesi (aasta keskmine) µg/l	Seisundi hinnang vesi
3	Kroom ja selle ühendid	7440-47-3	2		0.054	0.040	Väga hea
5	Tsink ja selle ühendid	7440-55-6	2		4.5	2.4	Väga hea
6	Vask ja selle ühendid	7440-50-8	2		1.0	0.85	Väga hea
7	Fenool	108-95-2	2	<	0.30	0.15	Väga hea
8	o-kresool	95-48-7	2	<	0.30	0.15	Väga hea
9	p-/m-kresool	108-39-4; 106-44-5	2	<	0.30	0.15	Väga hea
10	2,3-dimetüülfenool	526-75-0	2	<	0.30	0.15	Väga hea
11	2,6-dimetüülfenool	576-26-1	2	<	0.30	0.15	Väga hea
12	3,4-dimetüülfenool	95-65-8	2	<	0.30	0.15	Väga hea
13	3,5-dimetüülfenool	108-68-9	2	<	0.30	0.15	Väga hea
14	Resortsiin	108-46-3	2	<	1.0	0.50	Väga hea
15	Naftasaadused (süsivesinikud C10 - C40)		2	<	10	5.0	Väga hea

Tabel 19. Lämmijärve seirejaama 17 spetsiifiliste saasteainete hinnangud 2024. aasta seireandmete alusel

Nr	Aine nimetus	CASI number	Proovide arv vesi		Vesi (max sisaldus) µg/l	Vesi (aasta keskmine) µg/l	Seisundi hinnang vesi
3	Kroom ja selle ühendid	7440-47-3	2		0.34	0.20	Väga hea
5	Tsink ja selle ühendid	7440-55-6	2		4.2	2.2	Väga hea
6	Vask ja selle ühendid	7440-50-8	2		1.5	1.5	Väga hea
7	Fenool	108-95-2	2	<	0.30	0.15	Väga hea
8	o-kresool	95-48-7	2	<	0.30	0.15	Väga hea
9	p-/m-kresool	108-39-4; 106-44-5	2	<	0.30	0.15	Väga hea
10	2,3-dimetüülfenool	526-75-0	2	<	0.30	0.15	Väga hea
11	2,6-dimetüülfenool	576-26-1	2	<	0.30	0.15	Väga hea
12	3,4-dimetüülfenool	95-65-8	2	<	0.30	0.15	Väga hea
13	3,5-dimetüülfenool	108-68-9	2	<	0.30	0.15	Väga hea
14	Resortsiin	108-46-3	2	<	1.0	0.50	Väga hea
15	Naftasaadused (süsivesinikud C10 - C40)		2	<	10	5.0	Väga hea



4.3 Fütoplankton ja pigmendid

Fütoplanktoni biomassi sesoonne dünaamika ja dominandid

Talv 2023/24 oli Peipsi järv jääkate all, märtsi seires mõõdeti lõunapoolsemate punktide jääkihi paksuseks 10 cm, põhja pool Suurjärvel oli jääkate paksem, kuni 51 cm. Satelliitkaugseire alusel tekkis püsiv jääkate Peipsi järve lõunapoolsemas osas novembris ja põhjapoolsemas osas detsembri alguses (Joonis 28). Jääkate sulas Lämmijärves märtsi lõpus ning Peipsi Suurjärves aprilli alguses (Joonis 28).

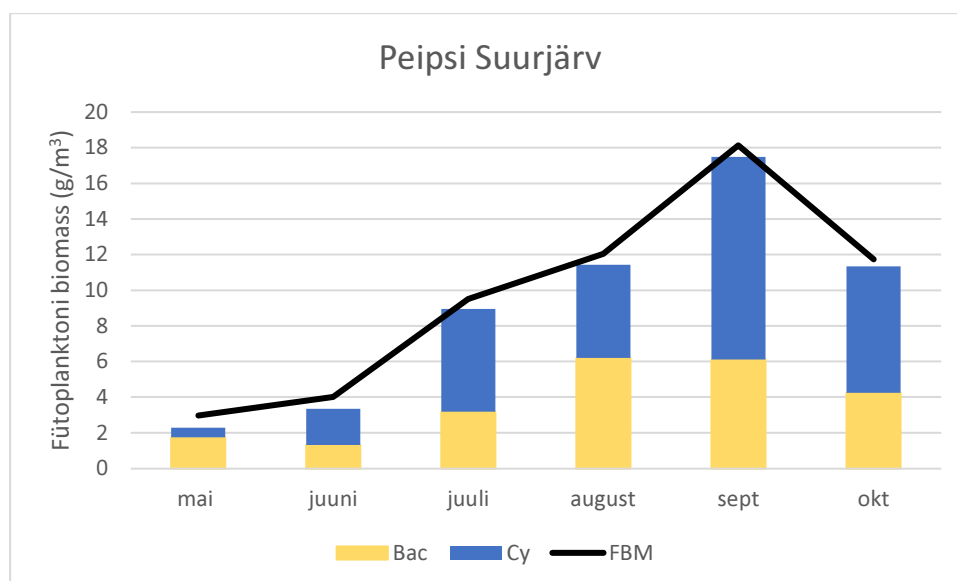


Joonis 28. Jääkate Peipsi järvel: teke ja sulamine. Allikas: SYKE poolt kombineeritud ja muudetud Copernicuse ja USGS/NASA Landsati programmi satelliidipildid (Sentinel 3/OLCI, Sentinel 2/MSI, Landsat 8,9/OLI), päritud 10.01.2025. <https://tarkka.syke.fi/>

Tavapäraselt domineerisid 2024. aastal nii Peipsi Suurjärve kui Lämmijärve fütoplanktonis sinivetikad ehk tsüanobakterid ja ränivetikad (Joonis 29 ja Joonis 30).

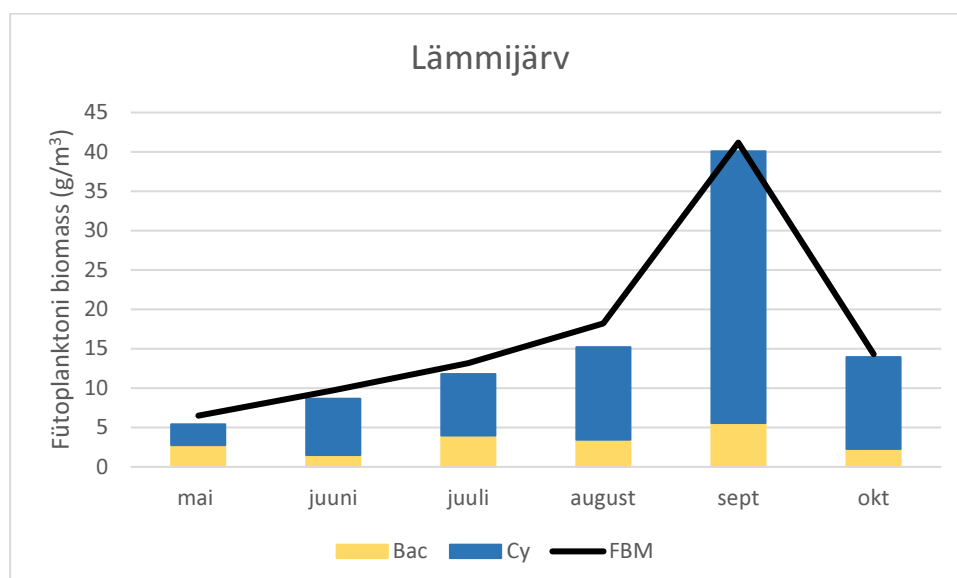
Fütoplanktoni biomassi (FBM) keskmine väärtus oli 2024. aasta vegetatsiooniperioodil Suurjärves 9,6 g/m³, mis oli pisut madalam eelmise aasta keskmisest väärtusest (10,8 g/m³) ning kõrgem pikaajalisest (1997-2023) keskmisest (6,7 g/m³). Fütoplanktoni keskmine biomass oli suurim septembris (18,4 g/m³) ning väikseim maikuu (3 g/m³).

Lämmijärves oli keskmine fütoplanktoni biomass 16,35 g/m³, mis on veidi väiksem eelmise aasta keskmisest biomassist (18,3 g/m³) ja suurem pikaajalisest (1997-2023) keskmisest (12,1 g/m³). Sarnaselt Suurjärvega oli Lämmijärves keskmine fütoplanktoni biomass suurim septembris (41,2 g/m³) ja väikseim maikuu (6,5 g/m³). Biomassi septembrikuus moodustasid peamiselt sinivetikad. Keskmine biomass Peipsi järves 2024. aastal (11,58 g/m³) oli sarnane möödunud aasta keskmise fütoplanktoni biomassiga (11,90 g/m³), aga erinevalt möödunud aastast, kus suurim biomass oli oktoobris, oli 2024. aastal suurim biomass septembris (Lisa 4 Joonis L1).



Joonis 29. Fütoplanktoni keskmine biomass (g/m^3) (TBM) ning räni- (Bac), sini- (Cyano) ja rohevetikate (Chloro) keskmise biomassi dünaamika Peipsi Suurjärves mai-oktoober 2024

Sinivetikate keskmine suhtarv fütoplanktoni biomassis (CY% FBM-s) oli 2024. aasta perioodil juuli-september Peipsi Suurjärves 53%, mis on pisut väiksem kui möödunud aastal (57,1%), ja suurem pikaajalisest (1997-2023) keskmisest (48%). Lämmijärves oli 2024. aasta vegetatsiooniperioodi keskmine sinivetikate osakaal biomassist 73%, mis oli samuti suurem kui pikaajaline (1997-2023) keskmine (66%).



Joonis 30. Fütoplanktoni keskmine biomass (g/m^3) (TBM) ning räni- (Bac), sini- (Cyano) ja rohevetikate (Chloro) keskmise biomassi dünaamika Peipsi Suurjärves mai-oktoober 2024

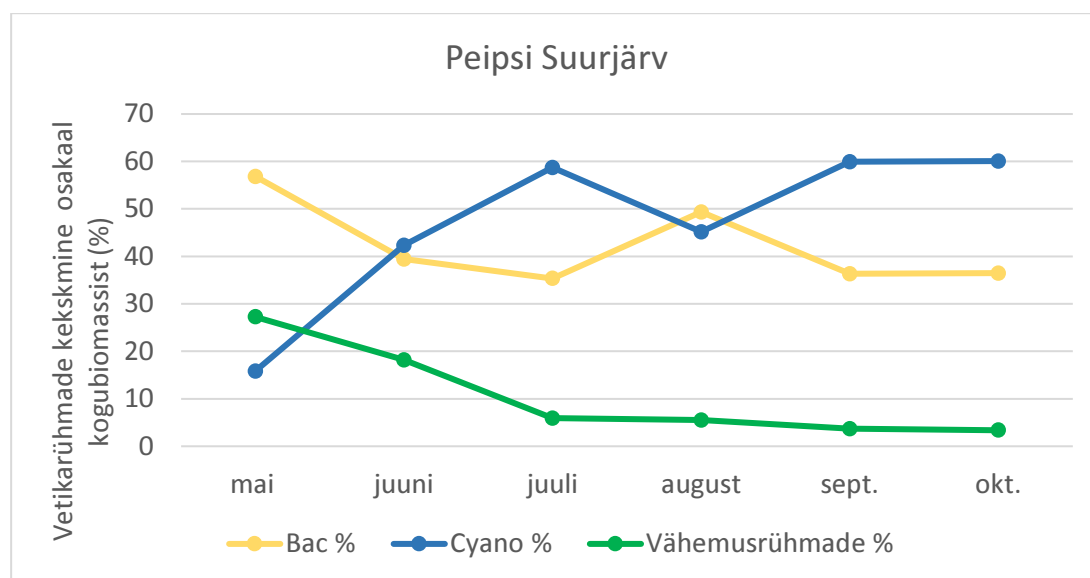
Keskmine fütoplanktoni biomass Peipsi Suurjärves oli mais ja juunis suhteliselt sarnane (3 ja 4 g/m^3), seejärel tõusis lineaarselt septembrini ja oli oktoobris jällegi väiksem ($11,7 \text{ g/m}^3$) (Joonis 29).



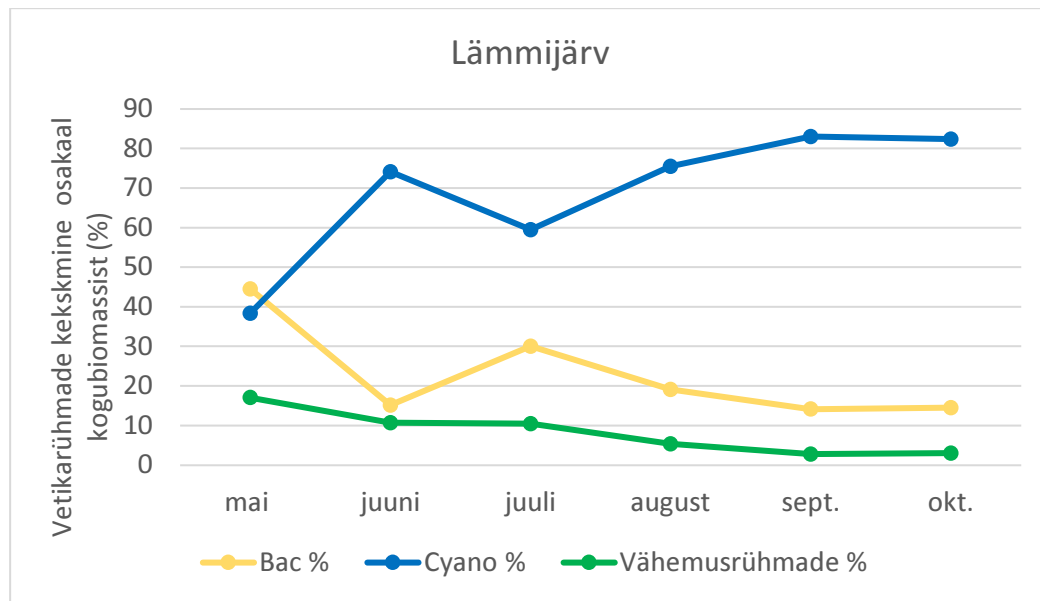
Lämmijärves oli fütoplanktoni keskmisel biomassil sarnane käik – väiksemad väärtused mais ja juunis ($6,5$ ja $9,7 \text{ g/m}^3$), seejärel biomassi suurenemine peamiselt sinivetikate biomassi kasvu tõttu juulis ja augustis ($13,1 \text{ g/m}^3$ ja $18,2 \text{ g/m}^3$) ning järsk kasv septembris ja taas langus oktoobris ($14,3 \text{ g/m}^3$).

Peipsi Suurjärves oli ränivetikate osakaal 2024. aastal keskmiselt suurem mais (57%) ja augustis (49,4%), teistel kuudel domineerisid sinivetikad (Joonis 31). Vähemusrühmade keskmine osakaal biomassis oli suurim maikuus (27,3 %) ning vähenes järjest sügise suunas.

Lämmijärves domineerisid maikuus keskmiselt ränivetikad, teistel kuudel selgelt sinivetikad (Joonis 32), nende keskmine osakaal oli nii suve kui sügiskuudel >50%, suurim septembris - 83 %. Vähemusrühmade osakaal oli Lämmijärves väiksem kui Peipsi Suurjärves, aga dünaamika oli sarnane – suurem osakaal kevadel ja väiksem sügisel.



Joonis 31. Räni- (Bac %) ja sinivetikate (Cyano %) ning ülejäänud vetikarühmade osakaal fütoplanktoni kogubiomassis Peipsi Suurjärves mai-oktoober 2024. a.



Joonis 32. Räni- (Bac %) ja sinivetikate (Cyano %) ning ülejäänud vetikarühmade osakaal fütoplanktoni kogubiomassis Lämmijärves mai-oktoober 2024. a.

Biomassi ja arvukuse dominandid

Maikuus domineerisid ränivetikad enamikes proovipunktides. Peipsi Suurjärves domineerisid peamiselt ketasränivetikad perekonnast *Stephanodiscus*, aga ka sulgränivetikas *Asterionella formosa* ja niitjas ränivetikas *Aulacoseira* sp. Maikuus domineerisid Peipsi Suurjärve punktides lisaks ränivetikatele neelvetikad perekonnast *Cryptomonas* sp. ja punktis 38, mida mõjutab Võrtsjärve vesi, domineerisid niitjas sinivetikas *Limnithrix redekei* ja koloonialine pikosuuruses rakkudega sinivetikas *Cyanodictyon planctonicum*.

Lämmijärve punktides domineerisid peamiselt ketasränivetikad *Cyclotella* ja *Stephanodiscus* sp., aga ka väikeste rakkudega sinivetikas *Aphanocapsa holsatica*. Arvukuselt olid dominantideks väikesed viburlased perekonnast *Chrysochromulina* koos neelvetikatega cf. *Plagioselmis lacustris* ja perekonnast *Cryptomonas*. Punktis 38 oli arvukas peenike niitjas sinivetikas *Limnithrix planctonica*.

Juunis domineerisid ränivetikad Peipsi Suurjärve punktides 92, 4 ja 11, peamiselt ketasränivetikad perekonnast *Stephanodiscus*, aga ka sulgränivetikas *Fragilaria crotonensis* ja kahes viimases punktis vaguviburvetikas *Ceratium hirundinella*. Punktis 2 domineeris väikeste rakkudega sinivetikaperekond *Anathece*. Punktis 38 domineerisid biomassis sinivetikad (*Microcystis wesenbergii* ning väikeste rakkudega sinivetikas *Cyanodictyon planctonicum*).

Lämmijärves domineerisid biomassis peamiselt väikeste rakkudega sinivetikad *Cyanodictyon planctonicum* ja *Aphanocapsa* sp.



Kõikides punktides olid arvukad väikesed neelvetikad cf. *Plagioselmis lacustris*, Suurjärve punktides ka ränivetikas *Asterionella formosa* ning Lämmijärves perekondade *Aphanocapsa* ja *Anathece* kolooniad.

Juulikuus domineerisid Peipsi Suurjärve põhjapoolsemates punktides (2 ja 92) niitjad ränivetikad *Aulacoseira granulata*, kaasdominandiks sinivetikas *Microcystis wesenbergii*. Lõunapoolsemates punktides oli domineeriv *M. wesenbergii*, ning *Aulacoseira granulata* oli kaasdominandiks. Punktis 38 domineerisid biomassis peale *M. wesenbergii* väikeste rakkudega sinivetikad *Cyanodictyon planctonicum* ja ränivetikas *Fragilaria crotonensis*.

Lämmijärves domineerisid punktis 16 väikeste rakkudega sinivetikad *Aphanocapsa* ja *Anathece* ning *Cyanodictyon planctonicum*, lisaks peenem ränivetikas *Aulacoseira granulata* v. *angustissima*, Punktis 17 domineerisid samuti sinivetikad, aga peamiselt liigid perekonnast *Microcystis* (*M. wesenbergii*, *M. viridis*).

Arvukuse dominantideks olid väikesed neelvetikad cf. *Plagioselmis lacustris*, punktis 38 *Chrysochromulina* sp. sinivetikas *Limnothrix planktonica* ning punktis 17 *Limnococcus limneticus*. Siilvetikas *Gloeotrichia echinulata* esines punktides 4, 11 ja 16.

Augustis domineerisid Peipsi Suurjärves peamiselt ränivetikad, eelkõige ketasränivetikad perekondadest *Actinocyclus*, *Cyclotella* ja *Stephanodiscus*, ning samuti perekond *Aulacoseira*, peamiselt *A. granulata* ja *A. ambigua*. Sinivetikatest domineerisid Lämmijärvega sarnaselt perekonna *Microcystis* liigid, peamiselt *M. wesenbergii* ja *M. viridis*, punktis 4 lisaks ka niitjas sinivetikas *Aphanizomenon klebahnii*.

Arvukuse dominandiks olid peaaegu kõikjal väikesed neelvetikad cf. *Plagioselmis lacustris*, punktis 16 olid arvukad ka pikasuures rakkudega koloonialised sinivetikad perekonnast *Aphanocapsa*. Varasemalt arvukat siilvetikat *Gloeotrichia echinulata* leiti vähesel määral fütoplanktoni proovidest punktides 4 ja 13, visuaalselt olid seire ajal kolooniad olemas pinnavees ka punktides 11, 92 ja 17.

Septembris domineerisid Peipsi Suurjärve põhjapoolsemate punktide biomassis ketasränivetikad (*Actinocyclus normanii* v. *subsalsus* ja *Stephanodiscus* sp.), kaasdominandiks olid sinivetikad, enamasti perekond *Microcystis* (*M. wesenbergii* ja *M. viridis*) ning *Aphanizomenon klebahnii*. Viimane domineeris Peipsi keskosa proovipunktides ja Lämmijärves, kaasdominandiks oli *Microcystis wesenbergii*.

Arvukuse dominantideks oli üldiselt *Aphanizomenon klebahnii*, punktis 38 *Romeria lepoliensis* ja punktis 2 *Plagioselmis lacustris* ja punktis 92 *Aphanocapsa* sp.



Oktoobris domineerisid Peipsi Suurjärves ketasränivetikad *Actinocyclus normannii* v. *subsalsus* ja sinivetikad *Aphanizomenon klebahnii* ning *Microcystis wesenbergii*, punktides 2 ja 38 ka *M. flos-aquae* ning punktis 13 *M. viridis*. Lämmijärves domineerisid *Aphanizomenon klebahnii*, *Microcystis wesenbergii* ning *M. viridis*. Arvukuselt domineeris kõikjal *Aphanizomenon klebahnii*, erandiks punkt 13, kus oli arvukas rohevetikas *Quadrigula* sp.

Kokkuvõttes, 2024. aastal domineerisid biomassis sinivetikad ja ränivetikad. Viimased olid dominantideks maikuus ning Peipsi Suurjärves põhja- ning keskosas juunis ja augustis, muul ajal olid nad kaasdominantideks. Fütoplanktoni biomass oli mõlemas järveosas kõrgeim septembris. Kõrgeim fütoplanktoni biomass leiti 16. septembril Lämmijärve punktis 17 ($49,6 \text{ g/m}^3$) ja siis mõõdeti ka klorofüll a maksimaalne väärtus (121 mg/m^3).

2024. aasta suviseks ja sügiseseks dominandiks oli perekond *Microcystis*, peamiselt *M. wesenbergii*, aga ka *M. viridis* ja *M. flos-aquae*. Neile lisandus alates augustikuust niitjas sinivetikas *Aphanizomenon klebahnii*, mis oli arvukuse ja kohati biomassi dominandiks septembris ja oktoobris. Peipsi Suurjärve punkt 38 oli mõjutatud kas Lämmijärve või Emajõe sissevoolust: seal domineerisid kas Lämmijärve dominantsed liigid (väikeserakulised sinivetikad ja perekond *Microcystis*) või Võrtsjärvele iseloomulikud liigid (*L. planctonica*).

Vähemusrühmad ja liigirikkus

Keskmiselt kõige suurema biomassiga domineerivat vähemusrühma 2024. aastal ei olnud (Joonised 33 ja 34). Vähemusrühmade keskmine biomass Peipsi Suurjärves oli kogu vegetatsiooniperioodi vältel $<1 \text{ g/m}^3$ ning Lämmijärves $<1,4 \text{ g/m}^3$. Peipsi Suurjärves domineerisid maikuus neelvetikad ($0,38 \text{ g/m}^3$), juunis vaguviburvetikad ($0,34 \text{ g/m}^3$) ja augustist oktoobrini rohevetikad (suurim keskmine väärtus septembris $0,33 \text{ g/m}^3$). Lämmijärves domineerisid keskmiselt vähemusrühmade hulgas neelvetikad mais ja juunis ($0,6 \text{ g/m}^3$) ning rohevetikad juulist oktoobrini. Rohevetikad olid rühmana kõige liigirikkamad, kõige rohkem oli erinevaid liike septembris punktis 38.

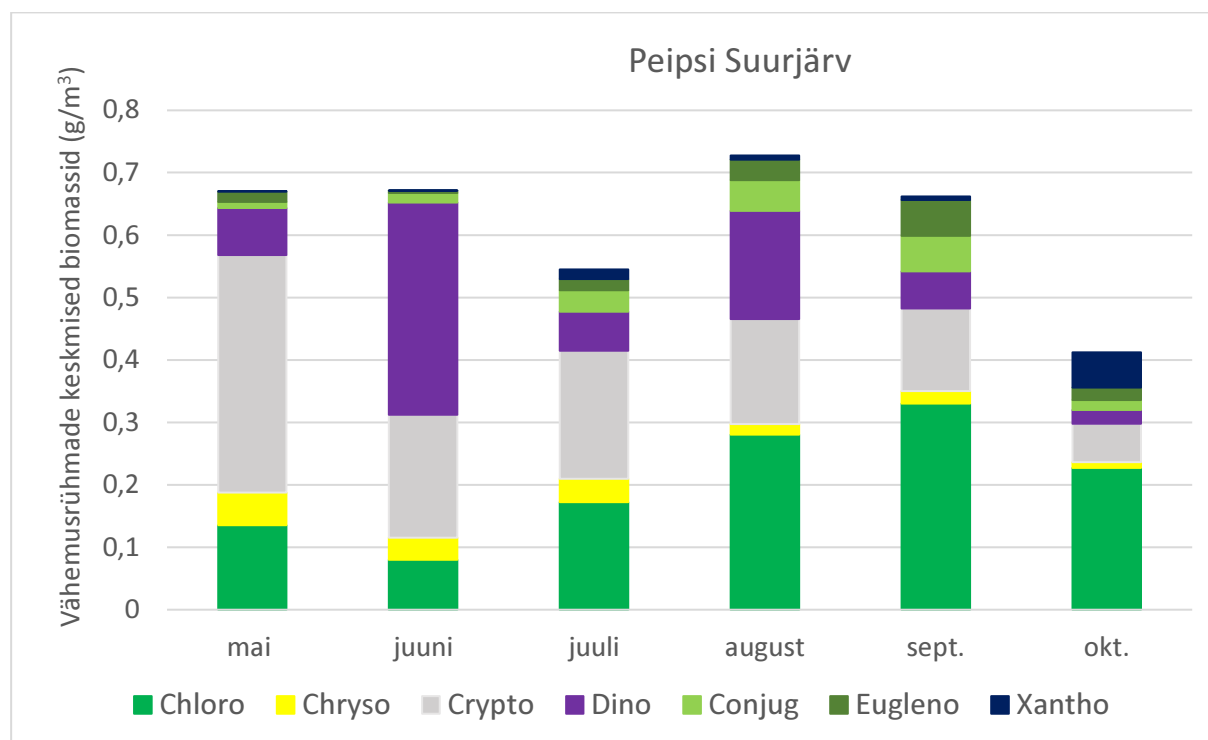
Koldvetikaid ja haptofüüte oli vähesel määral (kõige rohkem Peipsi Suurjärves $0,05 \text{ g/m}^3$ mais ja Lämmijärves $0,03 \text{ g/m}^3$ juunis) kogu vegetatsiooniperioodil, peamiselt olid esindatud perekonnad *Mallomonas* ja *Chrysochromulina*. Krüsotüütide liigirikkus oli üldiselt suurem punktis 38 (maksimaalselt 10 erinevat liiki).

Vähemusrühmadest olid fütoplanktoni koosluses terve vegetatsiooniperioodi vältel esindatud neelvetikad (krüptofüüdid), maksimaalse keskmise biomassiga ($0,5 \text{ g/m}^3$) nii Peipsi Suurjärves juunikuus kui Lämmijärves mais, peamiselt moodustasid biomassi perekonnad *Plagioselmis* ja *Cryptomonas*. Vaguviburvetikatest domineeris mõlemas järveosas peamiselt *Ceratium hirundinella*.

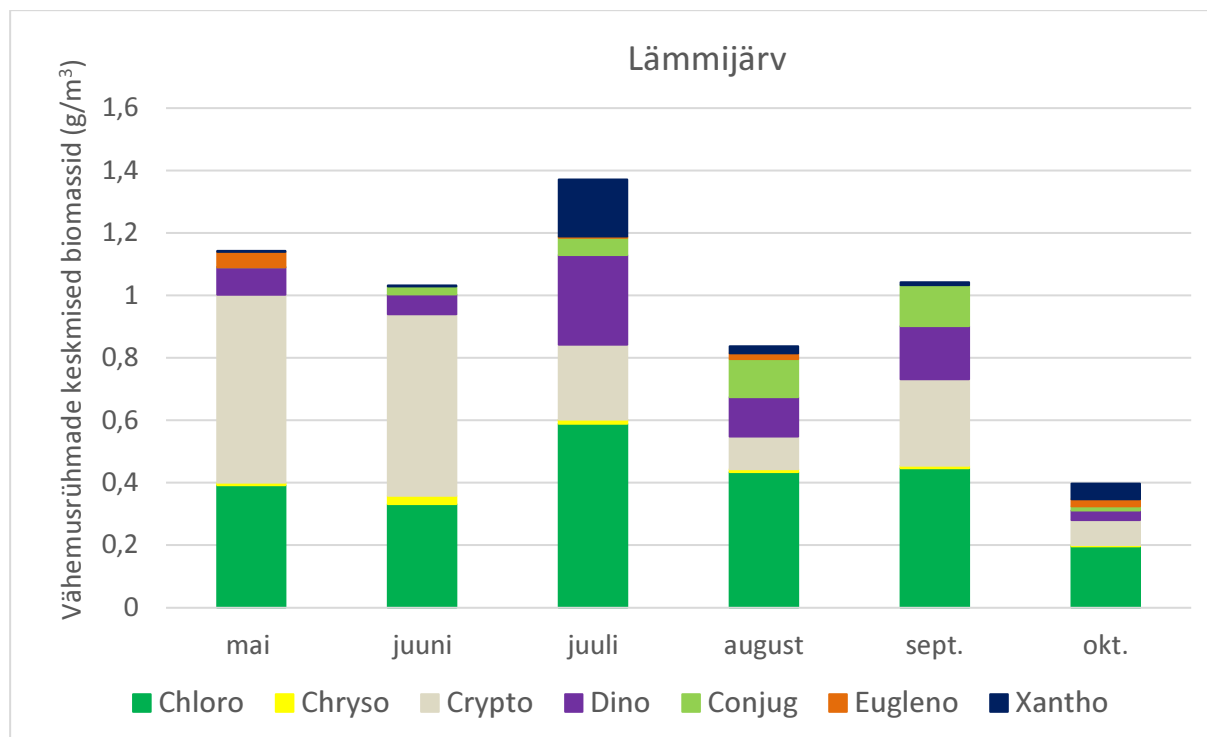


Euglenofüüte oli enamasti vähe, peamiselt *Euglena sp.* ja *Trachelomonas sp.*, ning paljudes proovides neid ei leidunud. Samuti polnud kõigis proovides eriviburvetikaid, vaguviburvetikaid ja ikkesvetikaid.

Sarnaselt 2023. aastaga olid ikkesvetikatest tavalisemad pigem eutroofseid tingimusi eelistavad *Closterium gracile*, *C. aciculare* ja *C. acutum v. variable* ning perekonna *Staurastrum* liigid. Kõige rohkem oli erinevaid ikkesvetikaid juunis, 5 liiki. Eriviburvetikaid oli vähe, tavalisim oli niitjas *Tribonema sp.*



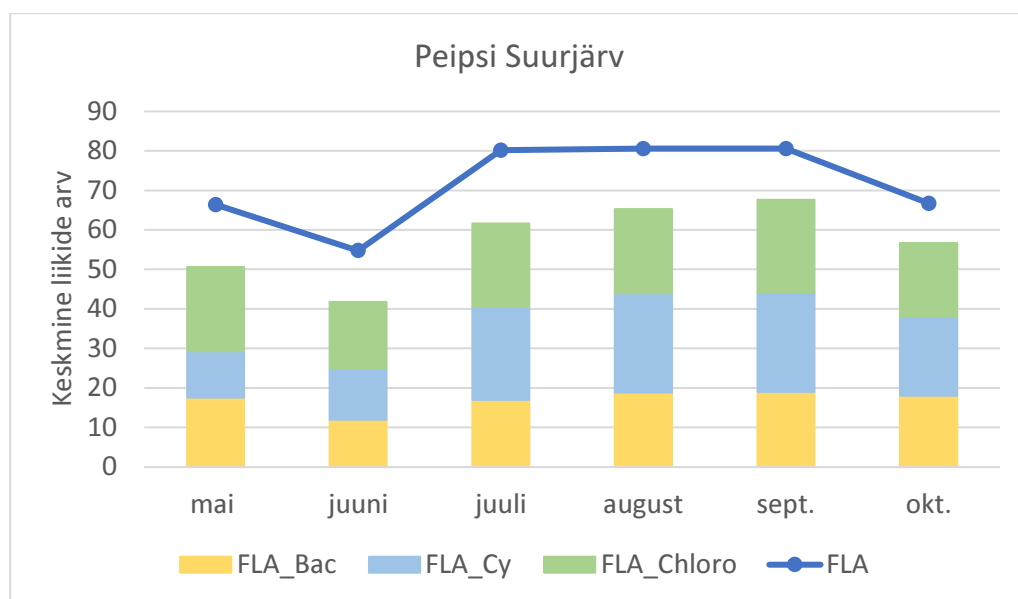
Joonis 33. Vähemusrühmade (Chloro – rohevetikad, Chryso – koldvetikad, Crypto – neelvetikad, Conjug – ikkesvetikad, Dino – vaguviburvetikad, Xanto – eriviburvetikad) keskmine biomass (g/m^3) Peipsi Suurjärves 2024. aasta maist oktoobrini.



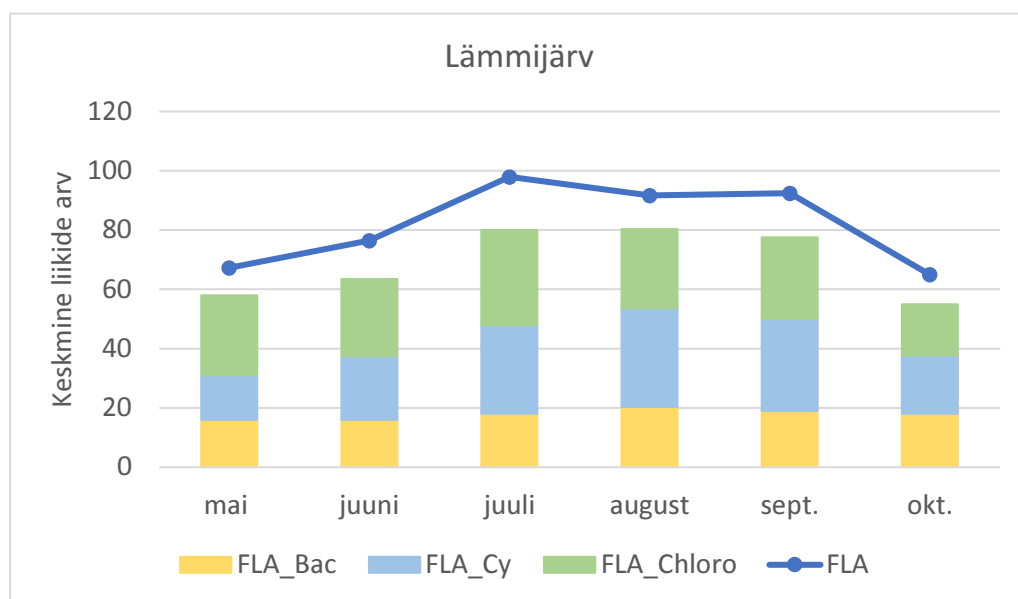
Joonis 34. Vähemusrühmade (Chloro – rohevetikad, Chryso – koldvetikad, Crypto – neelvetikad, Conjug – ikkesvetikad, Dino – vaguviburvetikad, Xanto – eriviburvetikad) keskmine biomass (g/m^3) Peipsi Suurjärves 2024. aasta maist oktoobrini.

Fütoplanktoni keskmine taksonite arv (FLA) oli 2024. aasta vegetatsiooniperioodil 71 Peipsi Suurjärves ja 81 Lämmijärves ning võrreldes pikaajaliste (1997-2023) keskmistega (vastavalt 54 ja 74) oli liike 2024. aastal rohkem. Keskmiselt rohkem liike oli punktis 38 (87 liiki). Keskmine liikide arv Peipsi Suurjärves oli sarnane juulist septembrini (81 liiki), kõige vähem oli liike keskmiselt juunikuus (55 liiki) (Joonis 35).

Kõige rohkem liike Peipsi Suurjärves oli Emajõe suudmes punktis 38 septembrikuus (115), jällegi tulenevalt sellest, et selles punktis on kombineeritud Võrtsjärvest sisse kandunud liigid ja Peipsi vetikaliigid. Rohevetikaid ja sinivetikaid oli seal kõige rohkem (vastavalt 37 liiki ja 40 liiki). Lämmijärves oli liike kõige rohkem juulis punktis 17 (100 liiki), seal oli 37 erinevat rohevetikaliiki ja 29 erinevat sinivetikaliiki.



Joonis 35. Fütoplanktoni keskmine liikide arv (FLA) Peipsi Suurjärves ning enamusrühmade (ränivetikad (FLA_Bac), rohevetikad (FLA_Chloro) ning sinivetikad (FLA_Cyano)) keskmised liikide arvud 2024. aasta vegetatsiooniperioodil.



Joonis 36. Fütoplanktoni keskmine liikide arv (FLA) Lämmijärves ning enamusrühmade (ränivetikad (FLA_Bac), rohevetikad (FLA_Chloro) ning sinivetikad (FLA_Cyano)) keskmised liikide arvud 2024. aasta vegetatsiooniperioodil.

Lämmijärves oli keskmine liikide arv ka 2024. aastal kõrgem kui Peipsi Suurjärves, seekord 10 liigi võrra. Kõige rohkem liike oli keskmiselt juulis (98 erinevat liiki), siis veidi vähem augustis ja septembris (92) (Joonis 36). Kõige vähem liike oli oktoobris (65), peamiselt sinivetikate ja rohevetikate liikide hulga vähenemise tõttu.



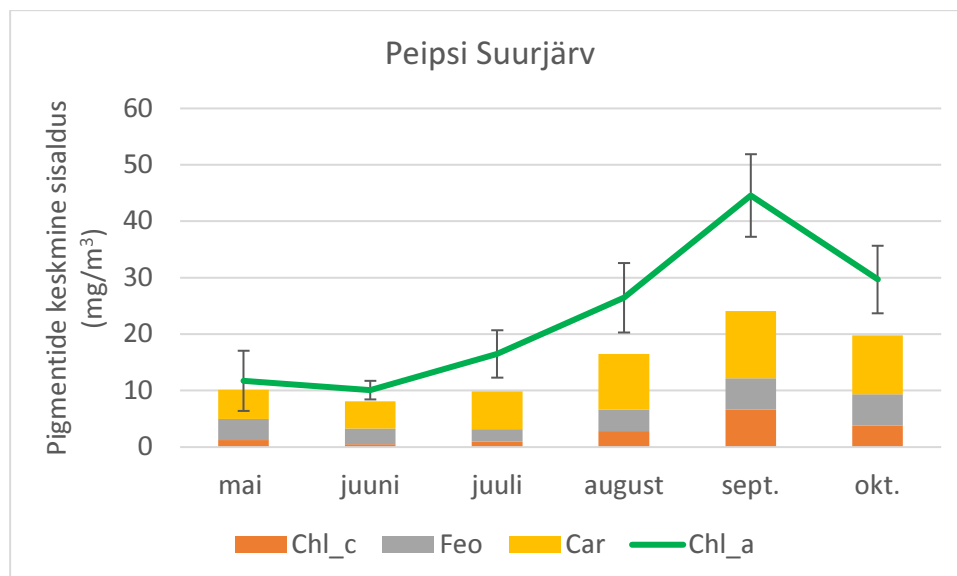
Pigmendid

2024. aasta vegetatsiooniperioodil oli keskmine klorofüll *a* sisaldus nii Peipsi Suurjärves (22,7 mg/m³) kui Lämmijärves (45 mg/m³) pikaajalisest (1997-2023) keskmisest kõrgem, vastavalt 21,9 ja 38,7 mg/m³.

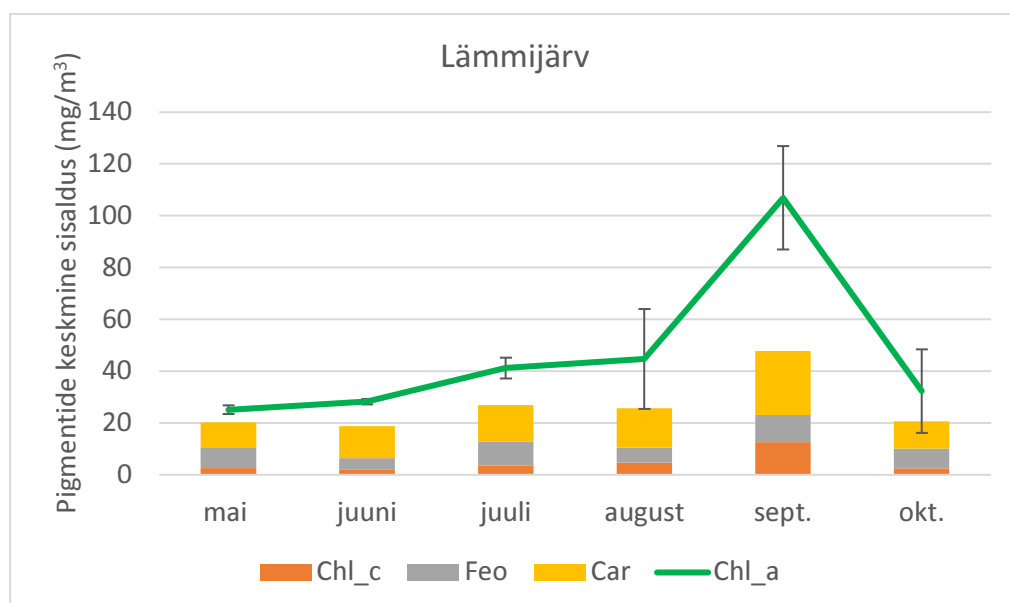
Kõige madalam klorofüll *a* sisaldus oli Peipsi Suurjärves juunis (10,1 mg/m³) ning Lämmijärves maikuus (25,1 mg/m³). Nii Peipsi Suurjärves kui Lämmijärves oli klorofüll *a* sisalduse maksimum septembris (Joonised 37 ja 38), mil klorofüll *a* keskmine sisaldus oli Peipsi Suurjärves keskmiselt 1,7x ja Lämmijärves 2,4x kõrgem kui augustis. Üksikute proovipunktide klorofüll *a* kontsentratsioonid olid kõige kõrgemad septembrikuus, erandiks oli punkt 38, kus augustikuine klorofüllisaldus oli septembri omast veidi kõrgem (Lisa 4, joonis L2). Peale suurt tõusu oli oktoobrikuu keskmine klorofüll *a* sisaldus taas madalam: Peipsi Suurjärves 29,7 mg/m³ ja Lämmijärves tunduvalt madalam, 32,3 mg/m³. Võrreldes möödunud aasta septembrikuuga oli Peipsi Suurjärves klorofüll *a* keskmine sisaldus 1,4x ja Lämmijärves 1,8x kõrgem. Klorofüll *b* sisaldus oli kõigis punktides alla määramispiiri.

Klorofüll *a* laguproduktide, feopigmentide, sisaldus oli 2024. aastal (Peipsi Suurjärves keskmiselt 3,7 ja Lämmijärves 8,2 mg/m³) madalam kui 2023. aastal (Peipsi Suurjärves 6,8 mg/m³ ja Lämmijärves 13,1 mg/m³) ja madalam kui pikaajaline (1997-2023) keskmine väärtus (Peipsi Suurjärves 7,8 mg/m³ ja Lämmijärves 12,9 mg/m³). Suurim feopigmentide väärtus oli Peipsi Suurjärves oktoobrikuus punktis 11 (10,8 mg/m³) ning Lämmijärves septembris punktis 17 (14,9 mg/m³). Keskmiselt oli nii karotinoide, feopigmentide kui klorofüll *c* sisaldus nii Peipsi Suurjärves kui Lämmijärves kõrgem septembrikuus. Peipsi Suurjärves oli klorofüll *c* sisaldus eriti madal juunis ja juulis (<1 mg/m³). Klorofüll *c* kõrgeim keskmine sisaldus oli septembris, ja Peipsi Suurjärves oli see 1,9x madalam kui Lämmijärves: 6,6 ja 12,6 mg/m³, feopigmentidel samuti 1,9x madalam (5,5 ja 10,5 mg/m³) ja karotinoididel 2x madalam (11,9 ja 24,7 mg/m³).

Klorofüll *c* keskmine sisaldus 2024. aastal Peipsi järves oli 2,6 mg/m³, s.o. madalam kui möödunud aastal (3,85 mg/m³).



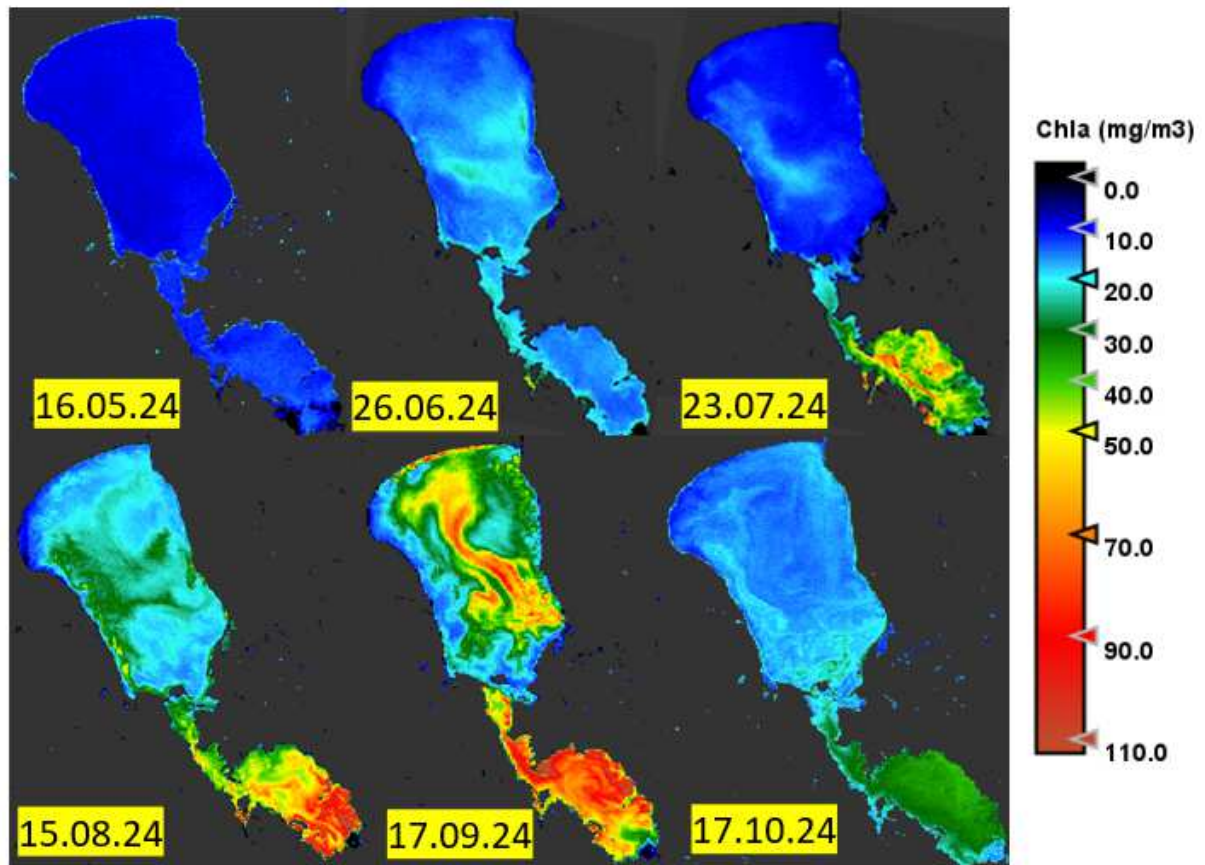
Joonis 37. Pigmentide (klorofüll *a* – Chl *a*, klorofüll *c* – Chl *c*, karotinoidid – Car) ja nende laguproduktide (feopigmentid- Feo) keskmine sisaldus Peipsi Suurjärves 2024. aasta mais-oktoobris.



Joonis 38. Pigmentide (klorofüll *a* – Chl *a*, klorofüll *c* – Chl *c*, karotinoidid – Car) ja nende laguproduktide (feopigmentid- Feo) keskmine sisaldus Lämmijärves 2024. aasta mais-oktoobris.

Horisontaalsed erinevused

Sarnaselt möödunud aastaga olid vetikakolooniad Peipsi Suurjärve pinnavees märgatavad juba juunis, eelkõige punktis 11. Kõrgemat klorofüllisisaldust on seal näha ka satelliidipildilt (Joonis 39). Juuli ja augusti välitööde ajal oli Peipsi Suurjärves samuti õitseng olemas, märgatavad olid nii perekondade *Microcystis*, *Aphanizomenon* kui ka *Gloeotrichia* kolooniad. Septembris olid *Aphanizomenoni* kimbud pinnavees väga arvukad.

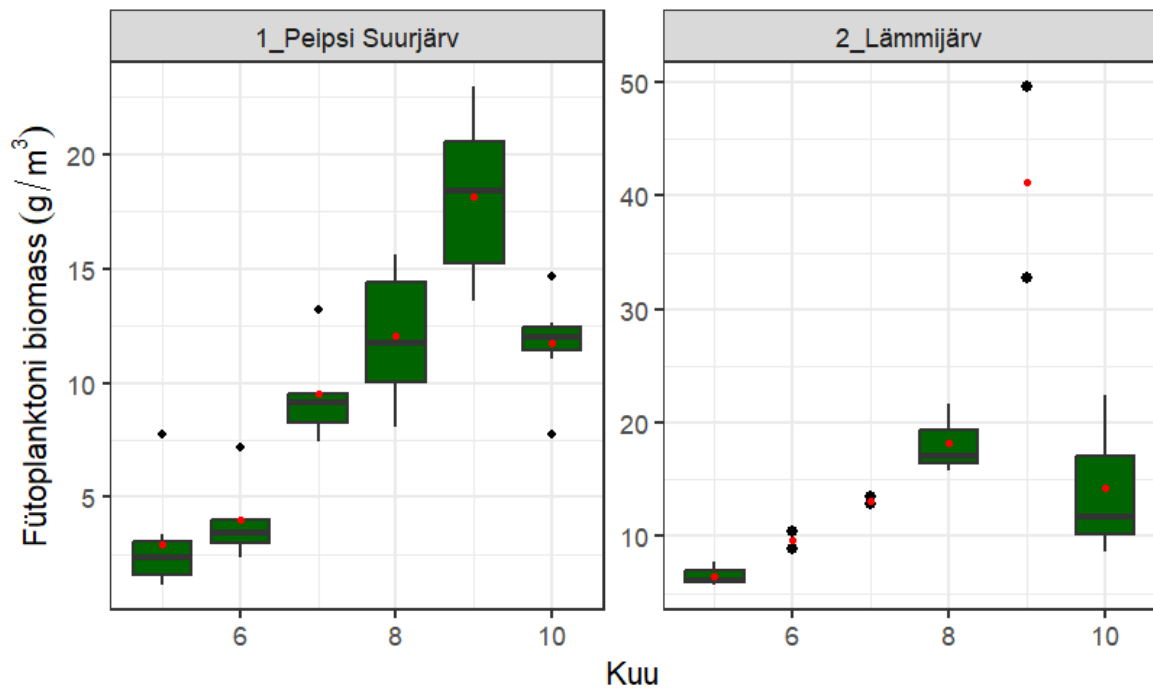
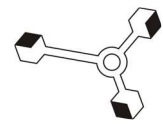


Joonis 39. Klorofüll a (mg/m^3) sisalduse ruumiline varieeruvus Peipsi järvel 2024. a. Pildid on töödeldud K. Kangro poolt Maa-ameti töötluskeskkonnas ESTHub, aluseks Sentinel 3A/OLCI pildid ja maksimaalse klorofüllsi indeks¹⁶ koos regionaalse klorofüllsi algoritmiga¹⁷

Satelliidipildid kinnitavad klorofüll a alusel õitsengu algust Peipsi Suurjärves juunikuus, samal ajal olid näiteks Pihkva järve klorofüllisisaldused pigem madalad. Augusti keskel, seire ajal oli kõrgem klorofüll pigem Peipsi Suurjärve läänekalda lähedal ja keskosas ning Pihkva järve lõunaosas. Tugevat õitsengut oli septembrikuus näha terves järves, suuremad klorofüllikontsentratsioonid olid Peipsi Suurjärve läänekaldast kaugemal, pigem keset järve, Lämmijärve lõunaosas ning Pihkva järve põhja- ja keskosas (Joonis 39).

¹⁶ Gower, J., S. King & P. Goncalves, 2008. Global monitoring of plankton blooms using MERIS MCI. International Journal of Remote Sensing 29: 6209-6216. <https://doi.org/10.1080/01431160802178110>

¹⁷ Alikas, K., K. Kangro & A. Reinart, 2010. Detecting cyanobacterial blooms in large North European lakes using the Maximum Chlorophyll Index. Oceanologia 52: 237–257



Joonis 40. Fütoplanktoni biomassi dünaamika ja ruumiline varieerumine 2024. aastal vegetatsiooniperioodi jooksul Peipsi Suurjärves ja Lämmijärves. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.

Fütoplanktoni biomass varieerus 2024. aastal kõige rohkem Lämmijärves, septembrikuus, kus olid oluliselt suuremad biomassiväärtused kui teistel kuudel (Joonis 40). Punktis 16 oli biomass väiksem ($32,8 \text{ g/m}^3$) ja punktis 17 suurim ($49,6 \text{ g/m}^3$), seal oli ka sinivetikate biomass oluliselt suurem. Mai, juuni ja juuli biomassiväärtused olid Lämmijärve punktides sarnased. Ka Peipsi Suurjärves oli biomassi varieeruvus punktide vahel suurem septembrikuus, kus põhjapoolsetes punktides oli biomass väiksem ja Peipsi keskosas suurem, peamiselt sinivetikate biomassi muutuse tõttu. Mais põhjustas erindi suurem biomass punktis 13, mille moodustasid peamiselt erinevad ränivetikad.

Ajalised muutused

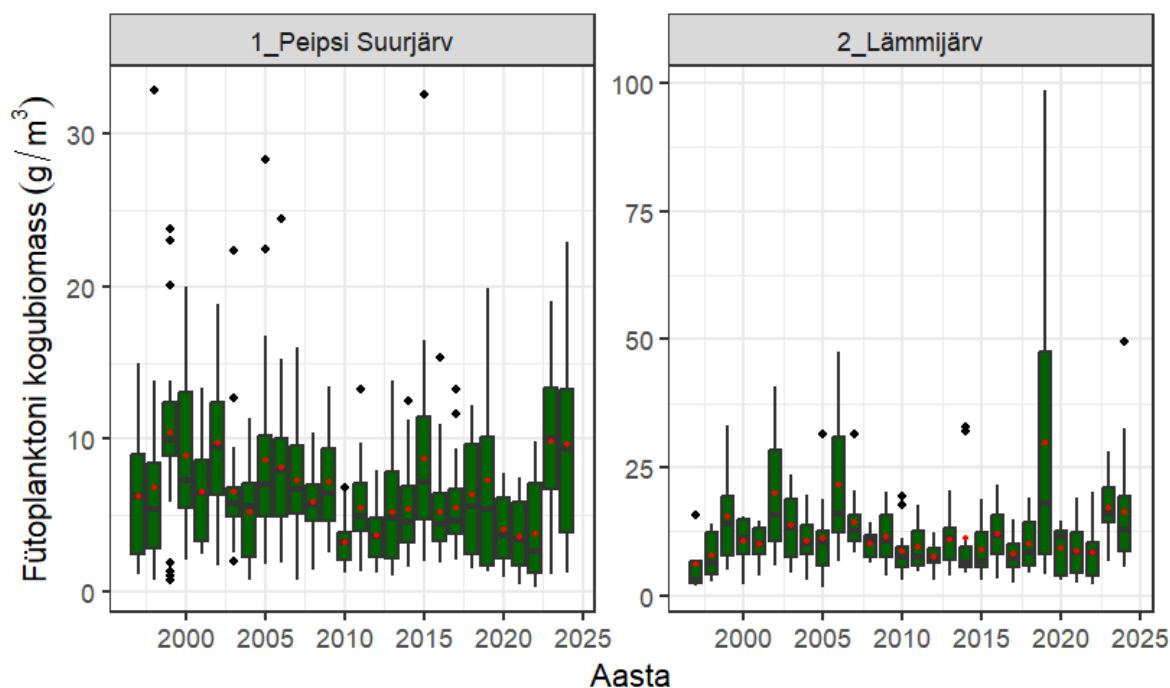
Fütoplanktoni biomass oli 2024. aastal nii Peipsi Suurjärves kui Lämmijärves üldiselt võrreldav 2023. aastaga (Joonis 41), aga kuna Lämmijärves olid septembrikuised biomassid oluliselt suuremad kui möödunud aastal, põhjustas see erindi biomassi andmetes. Samas oli keskmine biomass tunduvalt suurem nii Peipsi Suurjärves kui Lämmijärves võrreldes perioodiga 2020-2022, Lämmijärves jäid biomassiväärtused väiksemaks 2019. aastal mõõdetud suurest biomassist, Peipsi Suurjärves oli biomassi maksimaalne väärtus 2019. aasta kõrgeimast biomassist veidi suurem. Keskmised biomassiväärtused perioodist 2016-2021 olid tunduvalt väiksemad ($5,3 \text{ g/m}^3$ Peipsi Suurjärves ja 13 g/m^3 Lämmijärves) kui 2024. aastal nii Peipsi Suurjärves ($9,6 \text{ g/m}^3$) kui Lämmijärves ($16,35 \text{ g/m}^3$).



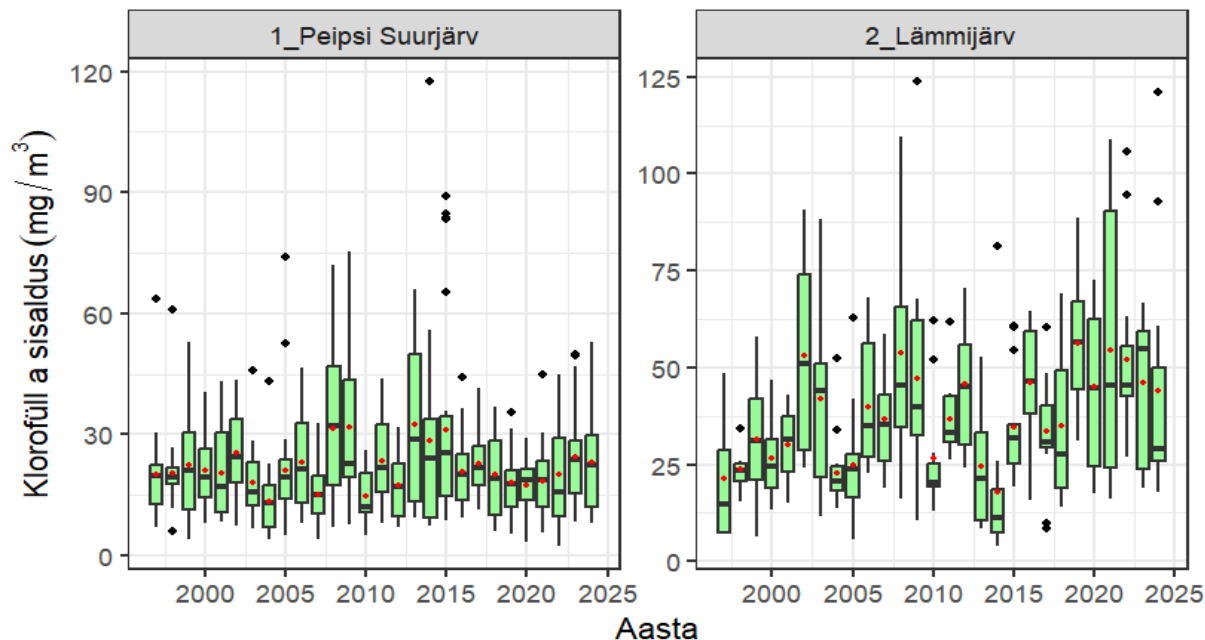
Klorofüll a sisaldus oli Peipsi Suurjärves sarnane möödunud aastaga, nii mediaanväärtus kui aritmeetiline keskmine olid suuremad võrreldes perioodiga 2020-2022 (Joonis 42). Lämmijärves tingis septembrikuine väga kõrge klorofüll a sisaldus erindi, mis oli sarnane 2009. aastal mõõdetuga. Klorofüll a sisalduse aritmeetiline keskmine oli Lämmijärves veidi väiksem möödunud aastast, mediaanväärtus aga oli möödunud aastast oluliselt väiksem. Keskmised klorofüllisisaldused aastal 2024 olid veidi madalamad (22,7 mg/m³ Peipsi Suurjärves ja 45 mg/m³ Lämmijärves) kui 2023. aastal (24,6 mg/m³ Peipsi Suurjärves ja 46,3 mg/m³ Lämmijärves), aga siiski kõrgemad kui perioodi 2016-2021 keskmine klorofüllisisaldus Peipsi Suurjärves (19,6 mg/m³). Lämmijärves oli varasema perioodi keskmine klorofüllisisaldus 45,1 mg/m³, seega 2024. aasta keskmine väärtus oli sellega sarnane.

Peamiselt moodustasid kõrgema fütoplanktoni biomassi sinivetikad ja ränivetikad. Sinivetikate keskmine biomass Peipsi Suurjärves oli sarnane 2023. aasta vegetatsiooniperioodi biomassiga ning tunduvalt suurem kui sinivetikate biomass perioodil 2020-2022 (Joonis 43) ning ka ränivetikate biomass oli 2024. aastal veidi suurem kui 2023. aastal ja perioodil 2019-2022 (Joonis 44). Lämmijärves oli sinivetikate biomass suurem kui eelnenud aastal ja ka perioodil 2020-2022 ning taas väiksem kui 2019. aasta rekordkõrge biomass (Joonis 43). Ränivetikate keskmine biomass oli Lämmijärves 2024. aastal oluliselt suurem kui perioodil 2019-2022 ning võrreldav 2018. aasta biomassiga, samas jäädes 2023. aastast madalamaks (Joonis 44).

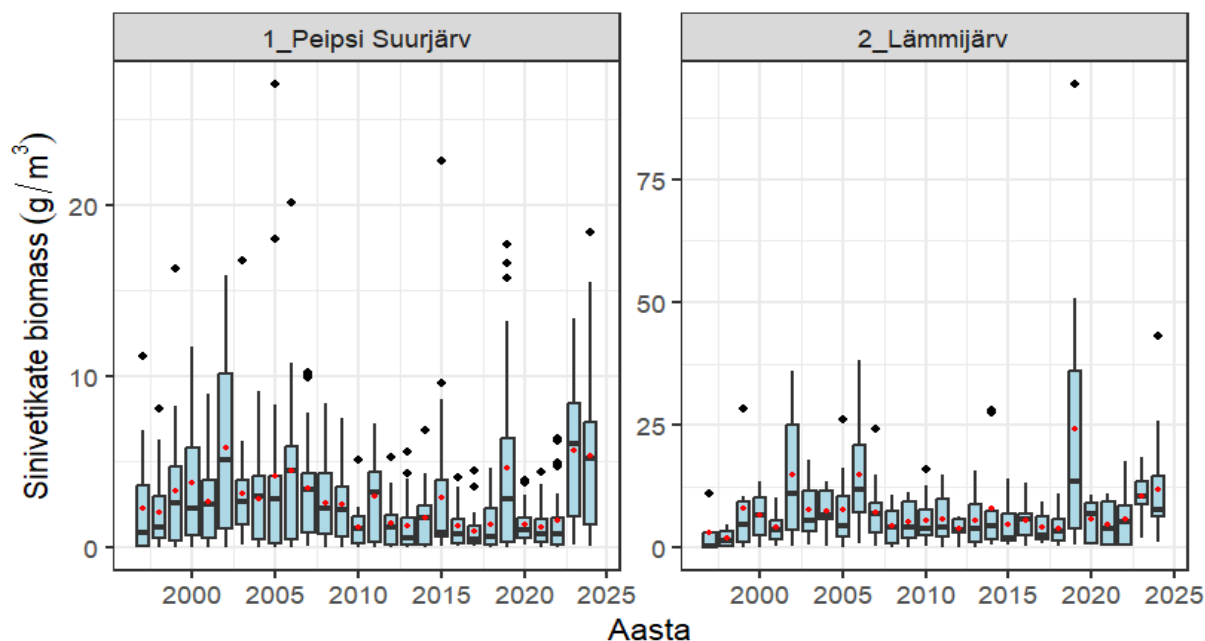
Varasemalt Peipsi Suurjärves tugevaid veeõitsenguid põhjustanud siilvetikas *Gloeotrichia echinulata* esines järves 2024. aastal juulis ja augustis, peamiselt olid kolooniad nähtavad Peipsi Suurjärve pinnavees, fütoplanktoni loendusproovidesse sattus seda liiki aga vaid vähesel määral.



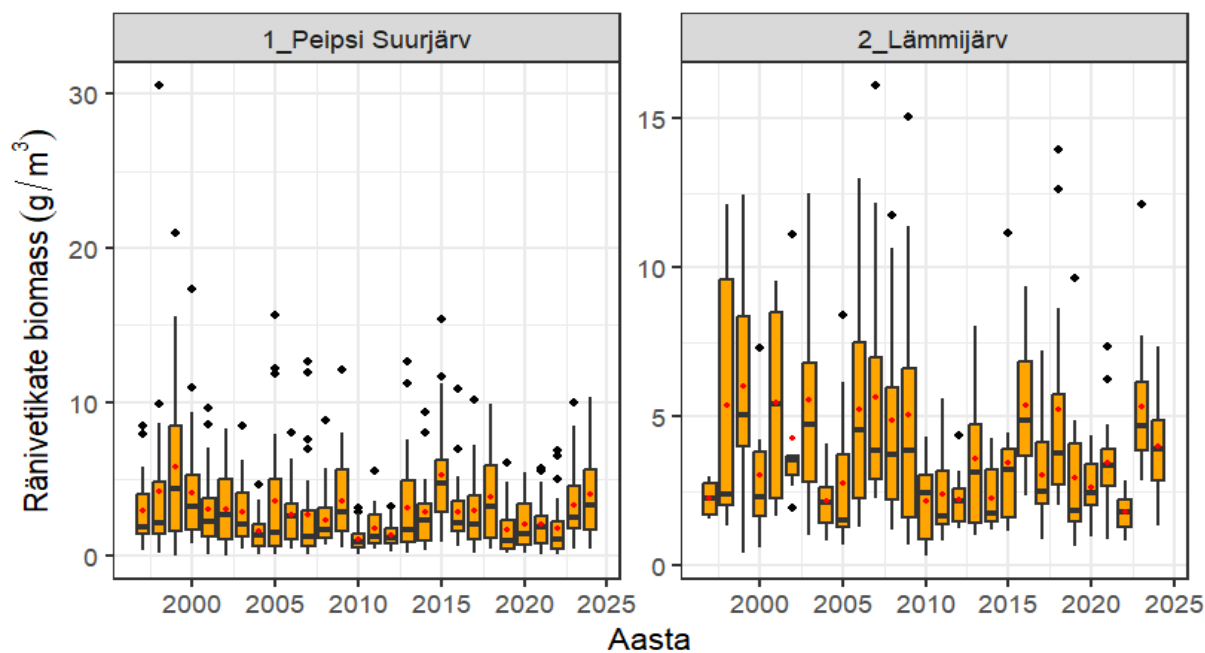
Joonis 41. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve fütoplanktoni biomassi pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.



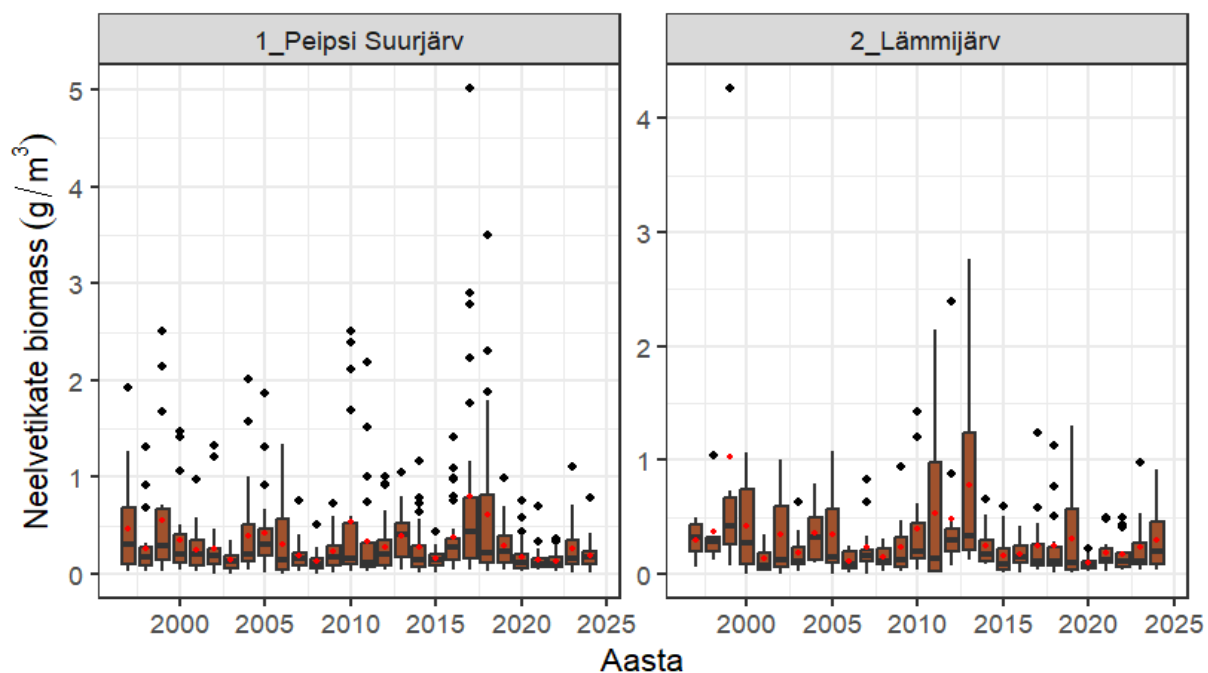
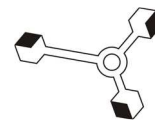
Joonis 42. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve klorofüll *a* sisalduse pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.



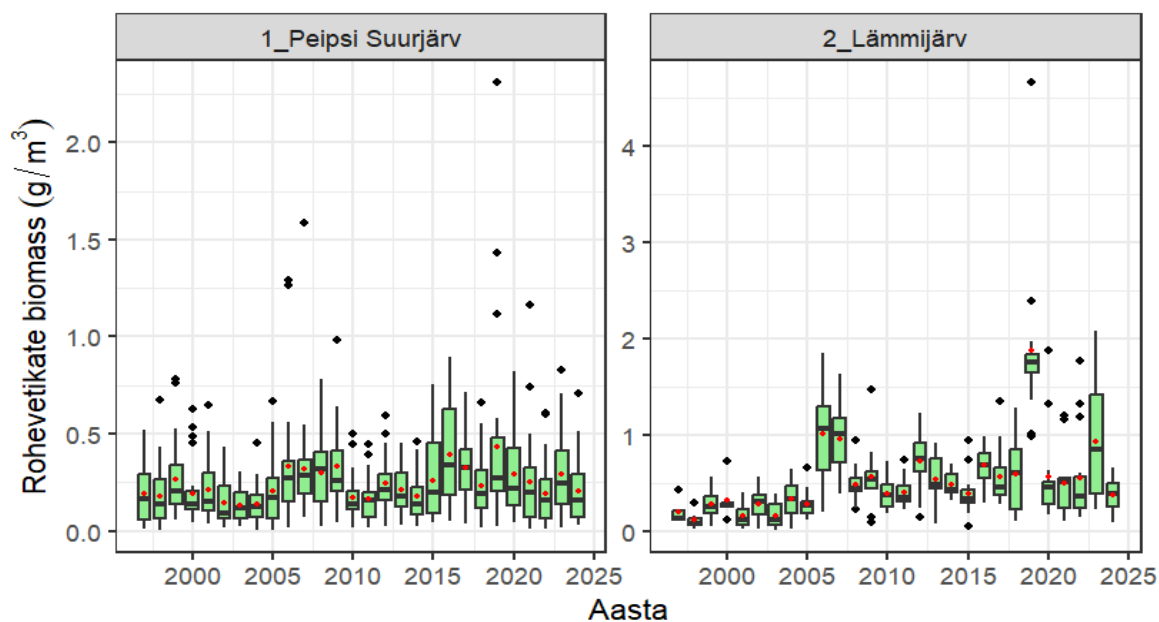
Joonis 43. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve sinivetikate biomassi pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.



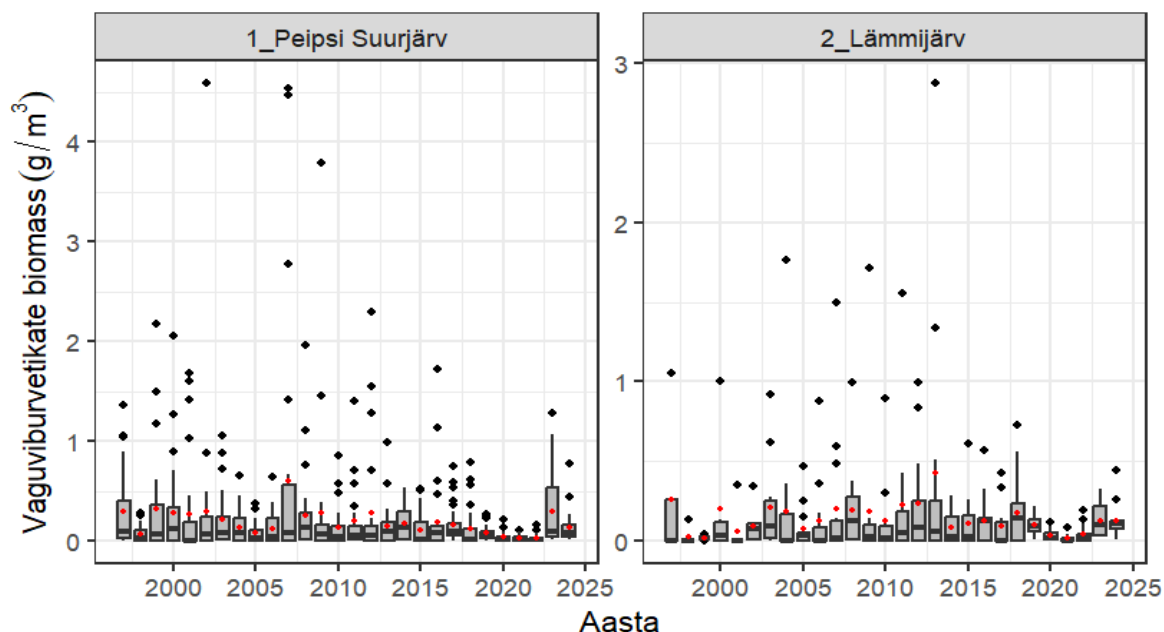
Joonis 44. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve ränivetikate biomassi pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.



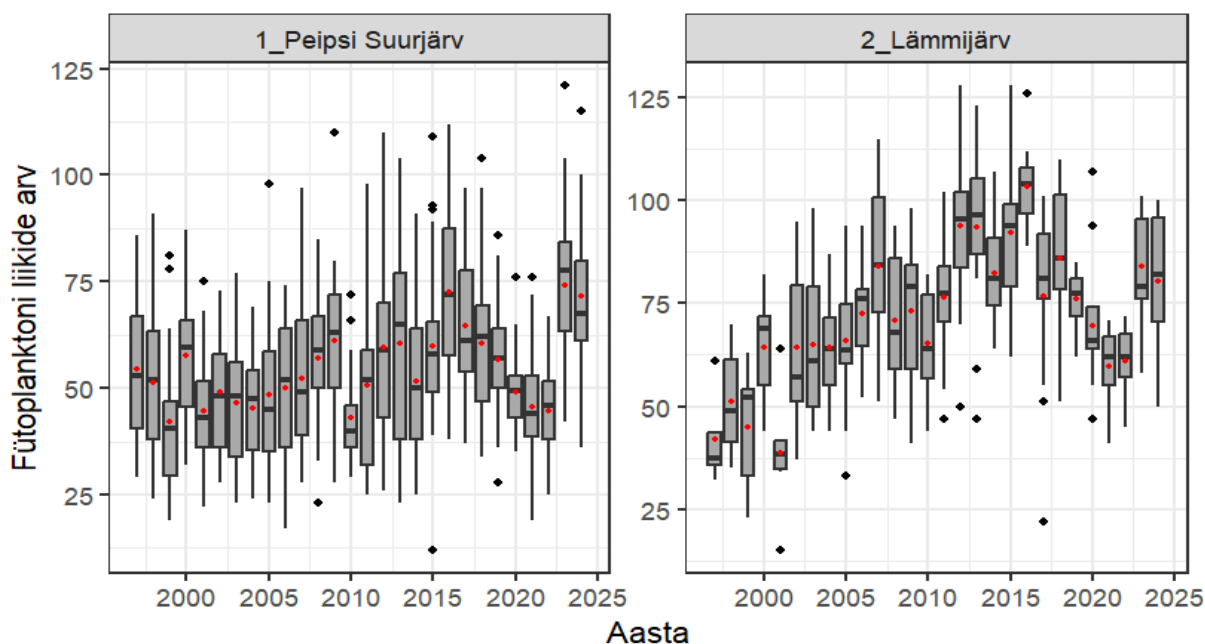
Joonis 45. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve neelvetikate biomassi pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.



Joonis 46. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve rohevetikate biomassi pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.



Joonis 47. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve vaguivurvetikate biomassi pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.



Joonis 48. Peipsi Suurjärve ja Lämmijärve fütoplanktoni liikide arvu pikaajaline (1997-2024) dünaamika, aluseks vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) andmed. Tume kriips kasti keskel tähistab mediaanväärtust ja punane täpp aritmeetilist keskmist. Must täpp tähistab erindit.

Neelvetikate biomassi mediaanväärtused olid ka 2024. aastal Peipsi Suurjärves pigem madalad (Joonis 45), varieeruvus oli sarnane 2019. aastaga. Ka Lämmijärves oli neelvetikate biomassi varieeruvus sarnane 2019. aastaga, aritmeetiline keskmine oli kõrgem võrreldes perioodiga 2020-2023 ning Lämmijärves oli nende biomass suurem punktis 16 (nii mais kui juunis, vastavalt 0,88 ja 0,92 g/m³).



Neelvetikate keskmine biomass 2024. aastal oli Peipsi Suurjärves väiksem ($0,19 \text{ g/m}^3$) kui perioodil 2016-2021 ($0,3 \text{ g/m}^3$) ja Lämmijärves veidi suurem ($0,31 \text{ g/m}^3$ ja $0,2 \text{ g/m}^3$).

Rohevetikate biomass oli ka 2024. aastal küllalt väike, hoolimata suurest liigilisest mitmekesisusest. Peipsi Suurjärves ja Lämmijärves jääb rohevetikate biomass enamasti alla 2 g/m^3 (Joonis 46), erandiks oli 2019. aasta, mil rohevetikate biomass Lämmijärves ulatus üle 4 g/m^3 . Rohevetikate biomass Peipsi Suurjärves jäi aastal 2024 alla $<1 \text{ g/m}^3$ ning oli võrreldav aastatega 2021 ja 2022. Lämmijärves oli rohevetikate biomass väike, varieeruvus oli väiksem kui 2023. aastal ning sarnane perioodiga 2020-2022, vaadates selle perioodi rohevetikate biomassi ilma erinditeta.

Keskmine rohevetikate biomass oli 2024. aastal nii Peipsi Suurjärves kui Lämmijärves oluliselt väiksem ($0,2$ ja $0,4 \text{ g/m}^3$) kui aastate 2016-2021 keskmine väärtus (Peipsi Suurjärves $0,3 \text{ g/m}^3$ ja Lämmijärves $0,8 \text{ g/m}^3$).

Vaguviburvetikate biomassi iseloomustab suur varieeruvus proovipunktide vahel. Mediaanväärtused on tavaliselt madalad, aga vahel võib biomass erindina olla kuni 5 g/m^3 . Vaguviburvetikate biomass 2024. aastal oli Peipsi Suurjärves üldiselt väike, mõningate kõrgemate erinditega, ja sarnane 2018. aasta biomassiga. Suurim vaguviburvetikate biomass oli juunis Peipsi Suurjärve keskosas, punktis 11 ($0,77 \text{ g/m}^3$), põhjuseks *Ceratium hirundinella* rohkearvuline esinemine. Perioodil 2016-2021 olid keskmised väärtused pisut madalamad ($0,1 \text{ g/m}^3$ Peipsi Suurjärves ja $0,09 \text{ g/m}^3$ Lämmijärves) võrreldes 2024. aastaga ($0,13 \text{ g/m}^3$ Peipsi Suurjärves ja $0,12 \text{ g/m}^3$ Lämmijärves).

Fütoplanktoni liikide arv oli 2024. aastal Peipsi Suurjärves suurem kui viimasel kuuel aastal ning võrreldav aastatega 2016 ja 2023, mil samuti oli liikide arv küllalt suur (Joonis 48). Lämmijärves oli liikide arv suurem kui perioodil 2021-2022 aastal ning sarnane 2023. aastale, aga suurema varieeruvusega. Liikide arv Lämmijärves jäi oluliselt väiksemaks kui perioodi 2012-2018 (Joonis 48). Fütoplanktoni keskmine liikide arv oli 2024. aastal Peipsi Suurjärves 13 liigi võrra suurem ja Lämmijärves 3 liigi võtta suurem kui perioodil 2016-2021 keskmiselt.

Seosed kliimaga

Temperatuur

Temperatuur on esimeseks oluliseks teguriks fütoplanktoni biomassi ja õitsengute kujunemisel. Kogu vegetatsiooniperiood aastal 2024 oli keskmisest soojem ja enamasti ka päikesepaistelisem – mais oli Eesti keskmine õhutemperatuur oli $3,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ normist kõrgem, juunis $2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, juulis ja augustis $1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$,



septembris 3,6°C ja oktoobris 2,1°C (Keskkonnaagentuur¹⁸). Vegetatsiooniperioodil oli Eesti keskmisena päikesepaistet enamasti üle normi (mais 137%, juunis 119%, juulis 163%, septembris 141% ja oktoobris 136%) ning ainult augustis oli päikesepaistet normist vähem (85%).

Taas sobisid kõrgemad temperatuurid hästi sinivetikaperekonnale *Microcystis*, mis oli kas dominandiks või kaasdominandiks sinivetikakoosluses mõlemas järveosas nii suvel kui sügisel. Kuna perekonna *Microcystis* liigid on potentsiaalselt mürgised^{19,20}, tuleks jällegi rõhutada, et domineerimise korral oleks mõistlik uurida mürgitootmise geenide olemasolu²¹ või mõõta veesambas mikrotsüstiinide sisaldust, sest mürgid võivad teoorias kanduda mööda toiduahelat ja mõjutada lõpptarbijat ehk inimest. Ka on leitud, et *Aphanizomenon klebahnii*, mis Peipsi järves oli eriti arvukas septembrikuus, võib toota toksiine²² ja et teised arvukamad perekonna *Aphanizomenon* liigid Peipsi järves, *A. gracile* ja *A. issatchenkoi*, on samuti võimelised mürke tootma²³, mis muudab veelgi olulisemaks selle, et toksiinisaldust vees ja kalades peaks määrama ja jälgima.

Üldiselt, mida soojemad on juuni ja oktoober, seda pikemalt tulevikus vetikaõitsengud kestavad, sest õitsengute algus nihkub järjest varasemaks ja õitsengud ei lõpe septembriga ära.

Teiseks oluliseks teguriks õitsengute kujunemisel on toiteained ja nende piisav olemasolu. Kuna Peipsi järv on madal (eriti suve teisel poolel ja varasügisel) ja kuna seal on setetes rohkesti toiteainevarusid, mida tugevamad tuuled üles keerutavad, võib sellistes tingimustes fosfori sisekoormus ületada väliskoormust²⁴ ja seetõttu õitsengut lõpetavat fosforipuudust ei teki. Lisaks fosforile on vetikatel ka lämmastikku tarvis, perekonnad *Microcystis* ja *Planktothrix* ise lämmastikku ei seo, nende massiliseks arenguks on vaja piisava lahustunud orgaanilise või anorgaanilise lämmastiku olemasolu

¹⁸ <https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kuukokkuvotted/>

¹⁹ Valério E. 2010. Diversity and impact of prokaryotic toxins on aquatic environments: a review. *Toxins* 2: 2359–2410. <https://doi.org/10.3390/toxins2102359>

²⁰ Chorus, I., J. Fastner & M. Welker, 2021. Cyanobacteria and Cyanotoxins in a Changing Environment: Concepts, Controversies, Challenges. *Water* 13: 2463. <https://doi.org/10.3390/w13182463>

²¹ Panksep, K., M. Tamm, E. Mantzouki, A. Rantala-Ylinen, R. Laugaste, K. Sivonen, O. Tammeorg & V. Kisand, 2020. Using Microcystin Gene Copies to Determine Potentially-Toxic Blooms, Example from a Shallow Eutrophic Lake Peipsi. *Toxins*, 12 (4), ARTN 211. <https://doi.org/10.3390/toxins12040211>.

²² Briant L., Lengronne M., Bormans M., Fastner J. 2009. First occurrence of cylindrospermopsin in freshwater in France. *Environ. Toxicol.* 24: 415–420. doi: 10.1002/tox.20439

²³ Scoglio, G.D., Jackson, H.O. & Purton, S. 2024. The commercial potential of *Aphanizomenon flos-aquae*, a nitrogen-fixing edible cyanobacterium. *J. Appl. Phycol.* 36: 1593–1617. <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03214-0>

²⁴ Tammeorg, O. J. Niemistö, T. Möls, R. Laugaste, K. Panksep & K. Kangur, 2013. Wind-induced sediment resuspension as a potential factor sustaining eutrophication in large and shallow Lake Peipsi. *Aquatic Sciences*, 75: 559–570. <https://doi.org/10.1007/s00027-013-0300-0>



veesambas^{25,26}. Nii *Dolichospermum*, *Aphanizomenon* kui *Gloeotrichia* võivad ise õhulämmastikku fikseerida heterotsüstide abil, aga kuna see on energeetiliselt kulukas, eelistavad nemadki pigem vees olevat lämmastikku kasutada.

Veetase

Kolmas fütoplanktoni biomassi oluliselt mõjutav faktor on veetase. 2024. aasta veetaseme dünaamika kuni septembrikuuni oli sarnane 2023. aastaga. Vegetatsiooniperioodi alguses (aprillis ja mais) oli veetase pigem kõrge, seejärel veetase langes sujuvalt (Joonis 49), jäädes siiski suhteliselt kõrgeks ka sügisesel perioodil, võrreldes varasemate aastatega (erand 2017). Üldiselt on kõrget veetaset ja jahedaid suviseid temperatuure Peipsi Suurjärves varasemalt seostatud madalamate biomassiväärtustega, millega kaasnes ka paranenud seisundihinnang^{27,28}. Madal veetase aga seostub kõrgema fütoplanktoni biomassiga (2019. aasta madal veetase on näha joonisel 49 ja rekordkõrge fütoplanktoni biomass, eriti Lämmijärves, joonisel 41). Veetase mõjutab öitsengute intensiivsust ja kestust, eriti just Lämmijärves ja Pihkva järves, kus kõrge veetaseme korral olid öitsengud oluliselt lühemad²⁹.

Seega ainult veetaseme alusel oleks 2024. aasta pidanud olema väiksema fütoplanktoni biomassi ja parema seisundihinnanguga, aga ilmselt kompenseerisid kõrgemad temperatuurid ja piisav toiteainete olemasolu veetaseme positiivse mõju. Samas satelliidipiltide alusel oligi Pihkva järves klorofüllisisaldus vähemalt suve alguses madalam.

Keskmine vee läbipaistvus Lämmijärves oli 2024. aasta vegetatsiooniperioodil 0,75 m, mis on oluliselt suurem kui 2023. aasta keskmine väärtus (0,57 m).

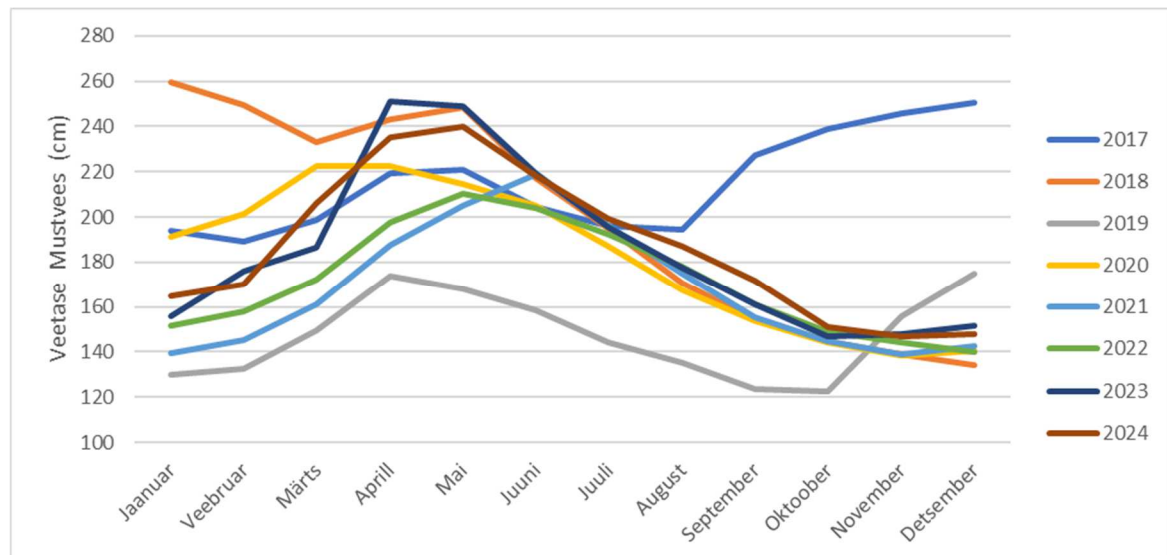
²⁵ Hamilton, D., Salmaso, N., H. W. Paerl, 2016. Mitigating harmful cyanobacterial blooms: strategies for control of nitrogen and phosphorus loads. *Aquatic Ecology* 50: 1-16. DOI: [10.1007/s10452-016-9594-z](https://doi.org/10.1007/s10452-016-9594-z)

²⁶ Newell, S. E., T. W. Davis, T. H. Johengen, D. Gossiaux, A. Burtner, D. Palladino & M. J. McCarthy, 2019. Reduced forms of nitrogen are a driver of non-nitrogen-fixing harmful cyanobacterial blooms and toxicity in Lake Erie. *Harmful Algae* 81: 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.11.003>

²⁷ Blank, K., Loigu, E., Laugaste, R., Haberman J., 2017. The ecological state of Lake Peipsi (Estonia/Russia): improvement, stabilization or deterioration? *Proc. Estonian Acad. Sci.*, 66, 1, 18-28.

²⁸ Peipsi seire 2022. Peipsi järve hüdrobioloogiline seire ja uuringud 2021.aastal. Lõpparuanne. Leping nr. 4-3/21/7. 2022. EMÜ, Tartu.

²⁹ Kangro, K., Pall, A.-M., Luagaste, R., Piirsoo, K., Maileht, K., Rahn, I.-A., Alikas, K. 2024. Two decades of cyanobacterial bloom dynamics in a shallow eutrophic lake - remote sensing methods in combination with light microscopy. *Hydrobiologia*, 852(2):425-442. DOI:[10.1007/s10750-024-05546-x](https://doi.org/10.1007/s10750-024-05546-x)



Joonis 49. Veetaseme sesoonne dünaamika Mustvee mõõtepunktis, perioodil 2017-2024.

Seisundi hinnang fütoplanktoni näitajate alusel

Hinnangu andmiseks järve seisundile vaadati 2024. aasta fütoplanktoni näitajaid integraalsete proovide aritmeetilise keskmise alusel kogu vegetatsiooniperioodi jooksul (Chl a, FBM) ja või vahemikus juuli-september (CY%) eraldi kahes erinevas veekogutüübis:

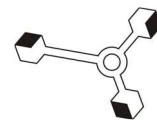
- 1) S7-1 – Peipsi järve looduslikult rohketoiteline osa (Lämmijärv ja Pihkva järv);
- 2) S7-2 – Peipsi järve looduslikult kesktoiteline osa (Peipsi s.s.).

Vaadeldi fütoplanktoni näitajate asetumist veekvaliteedi klassidesse, mille piiride vahemik on vastu võetud 21.04.2020³⁰.

- 1) S7-1 – Peipsi järve looduslikult rohketoiteline osa (Lämmijärv ja Pihkva järv)

2024. aastal oli seisundihinnang Lämmijärve kohta **halb** kõigi fütoplanktoni näitajate (Tabel 20).

³⁰ Pinnaveekogumite nimekiri, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogilise seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused. 2020. RT I, 21.04.2020,61 <https://www.riigiteataja.ee/akt/121042020061>



Tabel 20. Fütoplanktoni näitajad 2024. a., 2023. a. ja perioodil 2016-2021. a. (Chl_a, FBM, CY%) veekogutüübis S7-1: Peipsi järve looduslikult rohketoitelises osas (Lämmijärv ja Pihkva järv) ja vee kvaliteediklassid³¹

Lämmijärv	aritm. keskm. 2024	artim. keskm. 2023	aritm. keskm. 2016-2021	Väga hea	Hea	Kesine	Halb	Väga halb
Chl a, mg/m ³ (mai-oktoober)	45	46,27	45,1	<=6,0	6,1-13	13,1-37	37,1-75	>75
FBM, g/m ³ (mai-oktoober)	16,35	17,2	13	<=2,6	2,7-6,4	6,5-16,1	16,2-37	>37
Cy% FBM-s (juuli-september)	73	62,8	62,3	<=7,0	8,0-37	38-70	71-90	<90

2) S7-2 – Peipsi järve looduslikult kesktoiteline osa (Peipsi s.s.).

Peipsi Suurjärves oli seisund klorofüll a ja fütoplanktoni biomassi alusel **halb** ning sinivetikate % alusel **kesine** (Tabel 21).

Tabel 21. Fütoplanktoni näitajad (Chl_a, FBM, CY%) 2024. a., 2023. a. ja perioodil 2016-2021. a. veekogutüübis S7-2: Peipsi järve looduslikult kesktoitelises osas (Peipsi s.s.) ja vee kvaliteediklassid⁴²

Peipsi Suurjärv	aritm. keskm. 2024	artim. keskm. 2023	aritm. keskm. 2016-2021	Väga hea	Hea	Kesine	Halb	Väga halb
Chl a, mg/m ³ (mai-oktoober)	22,7	24,6	19,6	<=3,0	3,1-8,0	8,1-20	20,1-38	>38
FBM, g/m ³ (mai-oktoober)	9,6	9,8	5,3	<=1,0	1,1-2,6	2,7-9,4	9,5-17,3	>17,3
Cy% FBM-s (juuli-september)	53	57,1	40	<=3,0	3,1-20,9	21-60,9	61-82,0	>82

Peipsi Suurjärves oli seisund fütoplanktoni näitajate alusel 2024. aastal võrreldes 2023. aastaga jäänud samaks ning Lämmijärv oli kõigi fütoplanktoni näitajate alusel hinnanguliselt seisus **halb**, aastal 2024 näitas seda ka CY%, mis 2023. aastal andis hinnanguks **kesine**. Võrreldes eelmise raporteerimisperioodiga (2016-2021) on seisundi hinnang fütoplanktoni alusel 2024. aastal halvenenud mõlemas veekogumis – siis oli Peipsi Suurjärves seisund kõigi näitajate alusel **kesine** ja Lämmijärves näitas hinnangut **halb** ainult klorofüll a sisaldus, teised näitajad andsid hinnangu **kesine**. Võrreldes eelmise raporteerimisperioodiga (2016-2021) on perioodil 2022-2024 kõik fütoplanktoni näitajad keskmiselt kõrgemate väärtustega mõlemas järveosas, näidates üldist seisundi halvenemist.

³¹ Pinnaveekogumite nimekiri, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogilise seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused. 2020. RT I, 21.04.2020,61 <https://www.riigiteataja.ee/akt/121042020061>



4.4 Metazooplankton

Käesoleva aruande peatükk käsitleb Peipsi järve zooplanktoni 2024. aasta vegetatsiooniperioodi (mai-oktoober) proovide analüüsitulemusi. Zooplanktoni andmeanalüüsi eesmärk oli hinnata Peipsi järve ökoloogilist seisundit.

Zooplanktoni liigiline mitmekesisus ja dominandid

Peipsi järve zooplankton on liigirikas. 2024. aasta vegetatsiooniperioodil sattus zooplanktoni kvantitatiivsetesse seireproovidesse 62 taksonit (Tabel 22): 35 kerilooma taksonit, 16 vesikirbulise taksonit, 10 aerjalgse taksonit ning limustest rändkarbi *Dreissena polymorpha* vastsed. Petri tassi järelvaatamisel leiti proovidest lisaks veel 4 zooplanktoni taksonit: 1 keriloom, 2 vesikirbulist ning 1 aerjalgne (Tabel 22). Proovide järelvaatamine tõestas, et Peipsi järve zooplanktoni liigiline koosseis on mõnevõrra rikkalikum kui kvantitatiivsete proovide andmed näitasid. Samuti selgus, et Peipsi vees on sagedasti suuri isendeid (nt vesikirbuline *Leptodora kindtii* ning täiskasvanud aerjalgsed), kes on kvaliteetseks toiduks kaladele.

Tabel 22. 2024. a vegetatsiooniperioodil Peipsi järve kvantitatiivsetes proovides leitud zooplanktoni taksonid ning nende osakaal (%) kogu zooplanktonist. Sinisega on esitatud zooplanktoni taksonid, kes lisaks leidsid Petri tassil oleva proovi järelvaatamisel

Keriloomad (56%)	Vesikirbulised (26%)	Aerjalgsed (16%)	Limused (2%)
<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Bosmina berolinensis</i>	<i>Cyclops bohater</i>	<i>Dreissena polymorpha</i> juv.
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	<i>B. coregoni</i>	<i>C. insignis</i>	
<i>A. minima</i>	<i>B. gibbera</i>	<i>Eucyclops serrulatus</i>	
<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>B. longirostris</i>	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	
<i>Brachionus angularis</i>	<i>B. longispina</i>	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	
<i>B. d. diversicornis</i>	<i>B. thersites</i>	<i>Thermocyclops crassus</i>	
<i>Collotheca mutabilis</i>	<i>Bythotrephes longimanus</i>	<i>T. oithonoides</i>	
<i>Coleurella colurus</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	koepodiit (Calanoida)	
<i>Conochilus hippocrepis</i>	<i>Daphnia cristata</i>	koepodiit (Cyclopoida)	
<i>C. unicornis</i>	<i>D. cucullata</i>	nauplius	
<i>Euchlanis d. luksiana</i>	<i>D. galeata</i>	*Harpacticoida	
<i>Filinia longiseta</i>	<i>D. longispina</i>		
<i>Gastropus stylifer</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		
<i>Kellicottia longispina</i>	<i>Leptodora kindtii</i>		
<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Limnospira frontosa</i>		
<i>K. c. tecta</i>	Cladocera juv.		
<i>K. quadrata</i>	* <i>Acroperus harpae</i>		
<i>K. testudo</i>	* <i>Alona quadrangularis</i>		
<i>Lecane luna</i>			
<i>L. lunaris</i>			
<i>Notholca squamula</i>			
<i>Polyarthra dolichoptera</i>			



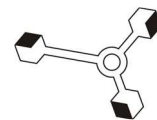
Keriloomad (56%)	Vesikirbulised (26%)	Aerjalgsed (16%)	Limused (2%)
<i>P. luminosa</i>			
<i>P. major</i>			
<i>P. remata</i>			
<i>Pompholyx sulcata</i>			
<i>Trichocerca capucina</i>			
<i>T. cylindrica</i>			
<i>T. pusilla</i>			
<i>T. porcellus</i>			
<i>T. rousseleti</i>			
<i>T. similis</i>			
<i>Trichotria pocillum</i>			
<i>Brachionus</i> spp.			
<i>Synchaeta</i> spp.			
<i>*Ploesoma hudsoni</i>			

2024. aasta vegetatsiooniperioodil leidsid Peipsi järve proovides nii eutroofsetele veekogudele iseloomulikud liigid (nt *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus* spp, *Collotheca mutabilis*, *Filinia longiseta*, *Keratella c. tecta*, *Pompholyx sulcata*, *Synchaeta* spp, *Trichocerca* spp, *Bosmina longirostris*, *Bosmina thersites*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*) kui ka madalamat troofsust näitavad liigid (nt *P. hudsoni**, *Conochilus* spp, *Gastropus stylifer*, *Kellicottia longispina*, *Bosmina berolinensis*, *Daphnia cristata*, *Daphnia galeata*, *Limnosida frontosa*). Selline koosseisestamine on võimalik tänu Peipsi järve suurusele (järveosade erinev troofsus, elupaikade mitmekesisus), kuid olulist rolli mängib ka Suurjärve üleminekufaas mõõdukalt eutroofsest seisundist eutroofsema seisundi suunas³².

Lisaks liigilisele koosseisule iseloomustavad nii zooplanktoni struktuuri, veekogu seisundit kui ka kalade toidubaasi kvaliteeti hästi zooplanktonis domineerivad taksonid. Domineerivaks peame zooplanktoni taksoneid, kelle arvukus või biomass moodustab kogu zooplanktonist vähemalt 20%. Eutroofsele veekogule omaselt domineerivad Peipsi järve zooplanktonis arvukuselt peamiselt väikesemõõdulised keriloomad, kuid biomassis oluliselt suuremate mõõtmetega vesikirbulised ja aerjalgsed. Tabelis 23 on esitatud 2024. aasta vegetatsiooniperioodi zooplanktoni dominandid Peipsi Suurjärves ja Lämmijärves.

2024. aasta vegetatsiooniperioodil domineerisid Peipsi Suurjärve zooplanktonis arvukuselt peamiselt keriloom *Keratella cochlearis* ning aerjalgsete noorvormid naupliused (Tabel 23). Kosmopoliitne *K. cochlearis* on keskkonnatingimuste suhtes tolerantne liik. Ka Peipsi järveosades on ta tüüpiline keriloom, kes leidub järves aastaringelt, eriti arvukalt soojadel suvekuudel. *K. cochlearis*-t ei peeta otseselt veekogu kõrge troofsuse näitajaks, kuid sellegipoolest kasvab tema arvukus koos veekogu

³² Haberman, J., Laugaste, R., Nöges, T., 2007. The role of cladocerans reflecting the trophic status of two large and shallow Estonian lakes. *Hydrobiologia* 584: 157–166.



produktiivsusega³³. Noorte aerjalgsete, naupliuste, tugev domineerimine näitab, et aerjalgsetel oli suur paljunemiskiirus, kuid madal ellujäämismäär. Selle tulemusena oligi planktonis vähe täiskasvanud isendeid ning palju naupliusi. Suure tõenäosusega on tegu röövloomade (nt kalamaimude) tugeva kisklussurvega aerjalgsetele³⁴. Lämmijärve zooplanktoni arvukuses domineerisid *K. cochlearis*-e kõrval ka *K. c. tecta* ja *Polyarthra luminosa* (Tabel 23). *K. c. tecta* on tugevalt eutroofsete vete indikaatorliik, kes on arvukas soojemal perioodil. Ka *P. luminosa* on termofiilne liik, kuid teda ei peeta tugevaks troofsuse indikaatoriks.

Nii nagu varasematelgi aastatel, domineerisid 2024. aasta vegetatsiooniperioodil nii Peipsi Suurjärves kui ka Lämmijärves zooplanktoni biomassis suuremad vesikirbulised ja aerjalgsed (Tabel 23). Peamised dominandid aerjalgsete seas olid *Eudiaptomus gracilis* ning vanema arengujärgu noorvormid – kopepodiidid. Aerjalgne *E. gracilis* on troofsuse suhtes tolerantne liik, keda leidub Peipsi järve eri troofsusega järveosades üpris võrdväärselt. Vesikirbulistest domineerisid zooplanktoni biomassis peamiselt *D. galeata*, *D. cucullata* ja *Diaphanosoma brachyurum*. Nii *D. galeata* kui *D. brachyurum* domineerisid Peipsi Suurjärves. Ka kirjanduse andmeil on need liigid arvukamad meso-eutroofsetes veekogudes^{35,36,37}. Seevastu *D. cucullata*-t peetakse eutroofsuse indikaatoriks^{38,41}. 2024. aasta vegetatsiooniperioodil oli *D. cucullata* Lämmijärve zooplanktoni biomassi sage dominant (Tabel 23).

2024. aasta vegetatsiooniperioodil domineerisid zooplanktoni biomassis suured isendid, kes on väärtuslikuks toiduks Peipsi järve kalamaimudele ja planktofaagidele.

Tabel 23. Zooplanktoni arvukuse ja biomassi dominandid Peipsi Suurjärves (seirepunktid 92, 2, 4, 11, 38) ja Lämmijärves (16, 17) 2024. a vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober)

Punkt	ARVUKUS	BIOMASS
	Mai	
92	<i>Keratella cochlearis</i> 31%; nauplius 31%	<i>Cyclops bohater</i> 24%
2	<i>K. cochlearis</i> 35%; nauplius 31%	<i>C. bohater</i> 25%; nauplius 25%
4	Nauplius 40%	<i>C. bohater</i> 27%
11	Nauplius 26%; <i>K. cochlearis</i> 20%	dominant puudub
38	<i>Synchaeta</i> spp 57%	Kopepodiit (Cyclops) 51%
16	<i>Polyarthra luminosa</i> 33%	Kopepodiit (Cyclops) 53%
17	<i>P. luminosa</i> 32%	Kopepodiit (Cyclops) 29%; <i>Asplanchna priodonta</i> 20%
Juuni		

³³ Čeirāns, A., 2007. Zooplankton indicators of trophy in Latvian lakes. Acta Universitatis Latviensis 723, Biology, pp. 61–69.

³⁴ Nogueira, M.G., Reis Oliveira, P.C., Tenorio de Britto, Y., 2008. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). Limnetica 27: 151–170.

³⁵ Мяметс, А., 1980. Изменение зоопланктона. В кн. Антропогенное воздействие на малые озера. с. 54–64.

³⁶ Haberman, J., Laugaste, R., Nöges, T., 2007. The role of cladocerans reflecting the trophic status of two large and shallow Estonian lakes. Hydrobiologia 584: 157–166.

³⁷ Luoto, T.P., Nevalainen, L., Sarmaja-Korjonen, K., 2013. Zooplankton (Cladocera) in assessments of biologic integrity and reference conditions: application of sedimentary assemblages from shallow boreal lakes. Hydrobiologia 707: 173–185.



Punkt	ARVUKUS	BIOMASS
	Mai	
92	<i>K. cochlearis</i> 58%	<i>Daphnia galeata</i> 23%
2	<i>K. cochlearis</i> 51%; nauplius 20%	<i>D. galeata</i> 48%
4	<i>K. cochlearis</i> 51%; nauplius 25%	<i>D. galeata</i> 43%; <i>Bosmina gibbera</i> 24%
11	<i>K. cochlearis</i> 37%; nauplius 32%	<i>D. galeata</i> 70%
38	<i>Dreissena polymorpha</i> 69%	<i>Daphnia longispina</i> 29%
16	<i>K. cochlearis</i> 26%; <i>Keratella c. tecta</i> 25%	<i>Daphnia cucullata</i> 29%
17	<i>K. cochlearis</i> 20%	<i>D. cucullata</i> 29%; kopepodiid (Cyclopoida) 22%
Juuli		
92	Nauplius 21%	<i>D. galeata</i> 27%; kopepodiid (Cyclopoida) 25%
2	Nauplius 42%	<i>D. galeata</i> 73%
4	<i>P. luminosa</i> 33%	<i>A. priodonta</i> 79%
11	<i>P. luminosa</i> 23%; nauplius 20%	<i>D. galeata</i> 57%
38	<i>P. luminosa</i> 31%	<i>D. galeata</i> 32%; kopepodiid (Cyclops) 26%
16	<i>Trichocerca similis</i> 23%	<i>D. cucullata</i> 23%
17	dominant puudub	<i>D. cucullata</i> 50%
August		
92	Nauplius 21%	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> 54%
2	Nauplius 22%	kopepodiid (Cyclopoida) 33%; <i>D. brachyurum</i> 27%
4	<i>K. cochlearis</i> 28%; nauplius 22%	<i>D. brachyurum</i> 52%; <i>Eudiaptomus gracilis</i> 23%
11	Nauplius 24%; <i>K. cochlearis</i> 21%	Kopepodiid (Cyclopoida) 23%; <i>E. gracilis</i> 21%; <i>D. brachyurum</i> 20%
38	Nauplius 30%	<i>D. brachyurum</i> 30%; <i>D. galeata</i> 23%
16	<i>K. c. tecta</i> 25%	<i>D. cucullata</i> 33%; <i>A. priodonta</i> 20%
17	<i>K. c. tecta</i> 35%	<i>D. cucullata</i> 36%; <i>E. gracilis</i> 31%
September		
92	<i>K. cochlearis</i> 49%	Kopepodiid (Calanoida) 36%
2	<i>K. cochlearis</i> 34%	<i>D. brachyurum</i> 39%; kopepodiid (Cyclopoida) 25%
4	<i>K. cochlearis</i> 36%; <i>K. c. tecta</i> 26%	Kopepodiid (Cyclopoida) 26%; <i>E. gracilis</i> 21%
11	<i>K. c. tecta</i> 25%; <i>K. cochlearis</i> 20%	<i>Bythotrephes longimanus</i> 76%
38	<i>K. c. tecta</i> 26%; <i>K. cochlearis</i> 21%	<i>D. cucullata</i> 43%
16	<i>K. c. tecta</i> 23%	<i>Leptodora kindtii</i> 20%; kopepodiid (Cyclops) 20%
17	<i>K. c. tecta</i> 24%	<i>D. cucullata</i> 53%
Oktoober		
92	<i>K. cochlearis</i> 73%	<i>E. gracilis</i> 33%
2	<i>K. cochlearis</i> 71%	<i>E. gracilis</i> 42%; <i>D. galeata</i> 32%
4	<i>K. cochlearis</i> 67%	<i>D. galeata</i> 35%; <i>E. gracilis</i> 25%
11	<i>K. cochlearis</i> 73%	<i>D. galeata</i> 21%
38	<i>K. cochlearis</i> 61%	<i>D. galeata</i> 24%; <i>D. longispina</i> 22%
16	<i>K. cochlearis</i> 52%	<i>D. galeata</i> 31%
17	<i>K. cochlearis</i> 48%	<i>Chydorus sphaericus</i> 52%

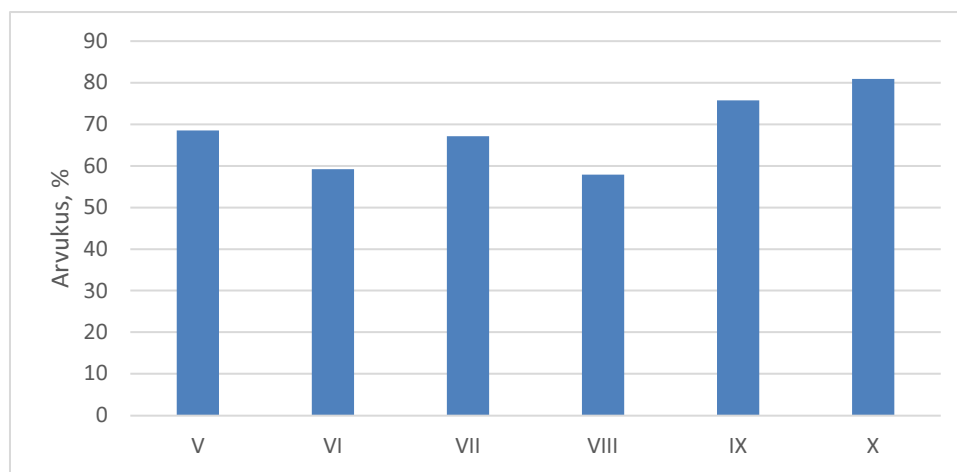


Zooplanktoni rühmad

Peipsi järve zooplankton koosneb neljast erineva funktsionaalsusega rühmast: keriloomad (*Rotifera*), vesikirbulised (*Cladocera*), aerjalgsed (*Copepoda*) ja limused (*Mollusca*).

Keriloomad on zooplanktereist kõige väiksemad (~0,1-0,2 mm). Nad on väga olulised bioindikaatorid ja veekogu troofsuse näitajad. Keriloomadel on lühike eluiga ja nad reageerivad väga kiiresti keskkonnamuutustele. Keriloomad on oluliseks esmaseks toiduks vastkoorunud kalavastsetele, kuid kalamaimudele ja täiskasvanud planktofaagidele (sh Peipsi tint ja räabis) on nad toiduks liiga väikesed.

2024. aasta vegetatsiooniperioodil moodustasid keriloomad zooplanktonist väga olulise osa. Nende suhteline arvukuse osakaal kogu zooplanktonist oli 19-94%, vegetatsiooniperioodi keskmine oli 68%. Keriloomade hulk kasvab veekogu eutrofeerumisega. Eriti suur oli keriloomade suhteline arvukus 2024. aasta vegetatsiooniperioodi lõpukuudel (Joonis 50), kuna tegu oli erakordselt soojade sügiskuuudega, mis pikendas termofiilsete keriloomade (nt *K. c. tecta*, *P. luminosa*, *P. sulcata*, *Trichocerca* spp) kasvuperioodi.



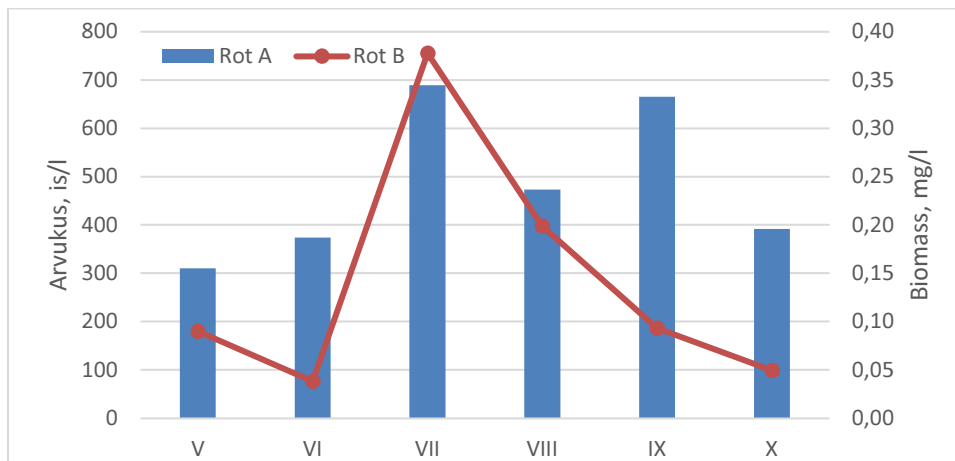
Joonis 50. Keriloomade suhteline arvukus Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

2024. aasta vegetatsiooniperioodil kõikis keriloomade arvukus piirides 135-1250 is/l, keskmine 484 is/l. Kõige enam (689 is/l) leidis keriloomi juulis (Joonis 51), kui domineeris soojalembene keriloom *P. luminosa*. Perekond *Polyarthra* liigid pole otseselt eutroofsuse indikaatorid, kuid sellegi poolest leidub neid eutroofsetes veekogudes arvukamalt. Kui võrdleme keriloomade arvukust kahes järveosas, siis kõrgema troofsusega Lämmijärves (705 is/l) oli neid oluliselt rohkem kui Suurjärves (395 is/l). Mõlemas järveosas oli dominandiks *K. cochlearis*, kelle arvukus oli vastavalt 174 is/l ja 179 is/l. Kirjanduse andmeil on *K. cochlearis* arvukus eutroofsemates veekogudes suurem³⁸. Ka Peipsi varasemad

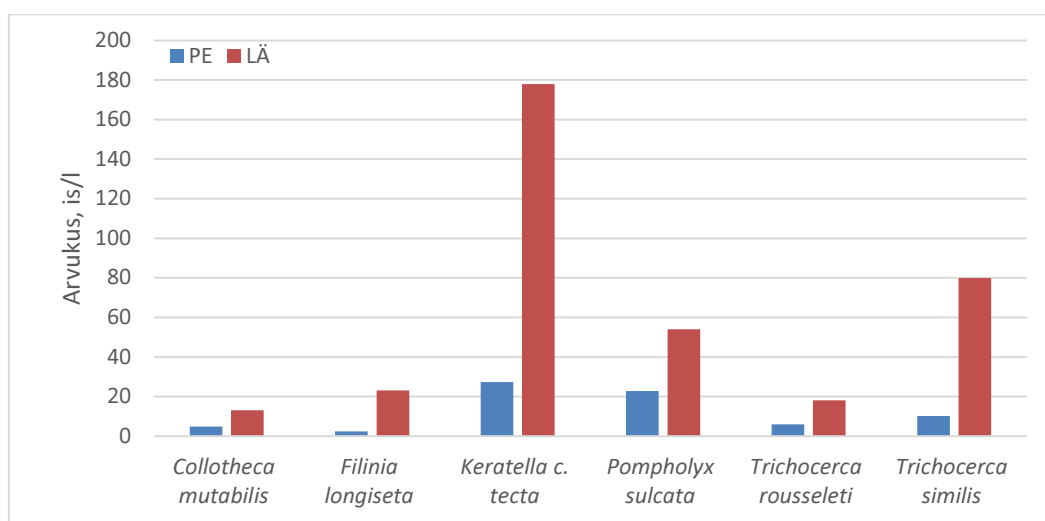
³⁸ Čeirāns, A., 2007. Zooplankton indicators of trophy in Latvian lakes. Acta Universitatis Latviensis 723, Biology, pp. 61–69.



andmed kinnitavad, et enamus aastaid on *K. cochlearis* Lämmijärves oluliselt arvukam kui Suurjärves. Kuid 2024. aasta vegetatsiooniperioodi andmeil vihjavad Lämmijärve kõrgemale troofsusele keriloomaliigid *C. mutabilis*, *F. longiseta*, *K. c. tecta*, *P. sulcata*, *T. rousseleti* ja *Trichocerca similis*, kellede arvukus oli oluliselt kõrgem kui Suurjärves (Joonis 52).



Joonis 51. Keriloomade arvukus (Rot A) ja biomass (Rot B) Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil



Joonis 52. Eutroofsetele veekogudele iseloomulike keriloomade arvukus Peipsi Suurjärves (PE) ja Lämmijärves (LÄ) 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

2024. aasta vegetatsiooniperioodil kõikus keriloomade biomass piirides 0,012 mg/l kuni 1,634 mg/l, perioodi keskmine oli 0,141 mg/l. Enamus keriloomi on mõõdukt väga väikesed (~0,1-0,2 mm), kuid erandiks on keriloom *Asplanchna priodonta*, kelle pikkus võib vahel ületada ka vesikirbuliste ja aerjalgsete omi. Oma suuremõõtmelisuse (kuni 2 mm) poolest võiks *A. priodonta* olla potentsiaalne kalatoit, kuid läbipaistva keha tõttu on tema tarbimine kalade poolt pigem ebatõenäoline³⁹, kuna kalad

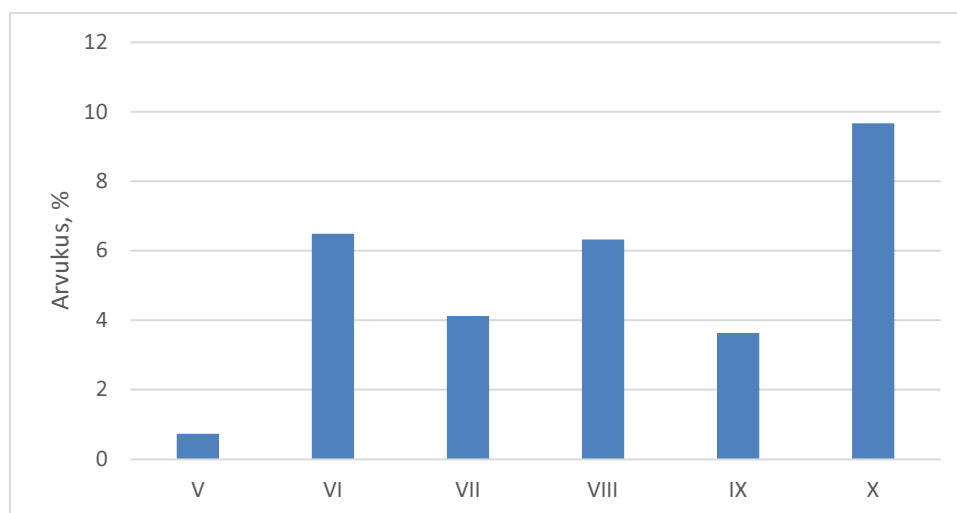
³⁹ Kappes, H., Mechenich, C., Sinsch U., 2000. Long-term dynamics of *Asplanchna priodonta* in Lake Windsborn with comments on the diet. *Hydrobiologia* 432: 91–100.



jahivad saaki visuaalselt. 2024. aasta vegetatsiooniperioodil leidis *A. priodonta* kõige enam juulis, mis tõstis oluliselt ka keriloomade biomassi sel kuul (Joonis 51).

Vesikirbulised on veekogu ökosüsteemis väga oluline zooplanktoni rühm. Nad toituvad vetikatest ja on toiduks planktontoidulistele kaladele ning on seeläbi põhilised veekogus oleva orgaanilise aine ja energia transportijad vetikatest kaladeni. Suured vesikirbulised määravadki veekogus valitseva toiduahela tüübi ning selle efektiivsuse⁴⁰. Vähesel hulgal ilmuvad vesikirbulised Peipsi planktonisse mais, intensiivne areng algab juunis ning maksimumi saavutavad juulis-augustis. Pärast suve hakkab nende hulk vähenema ning kahaneb talvise miinimumini.

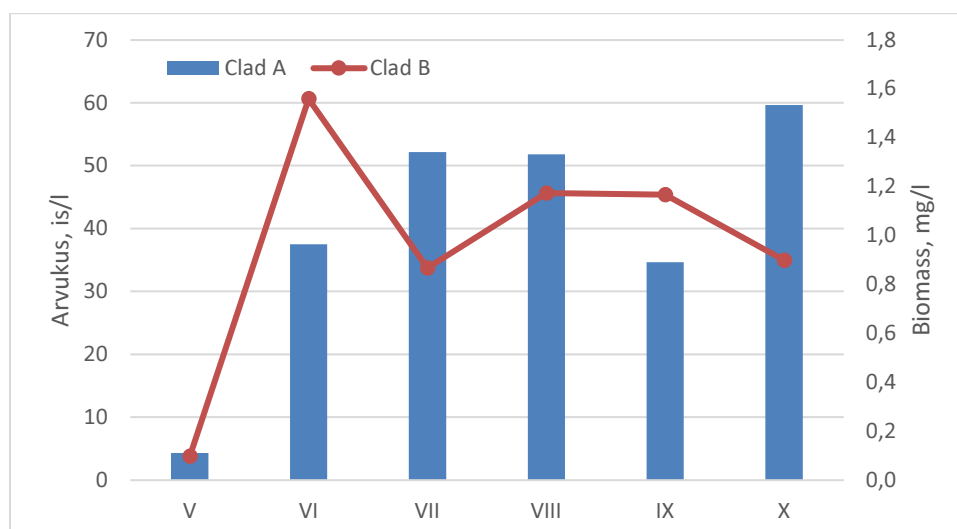
Vesikirbuliste suhteline arvukus kogu zooplanktonis oli 2024. a kevadel madal (Joonis 53), kuna veetemperatuur ei soosinud soojalembeste vesikirbuliste aktiivset arengut. Suvekuudel nende osakaal planktonis kasvas ning saavutas maksimumi sügisel (Joonis 53). Vesikirbuliste suhteline arvukuse osakaal kogu zooplanktonist kõikis piirides 0–21%.



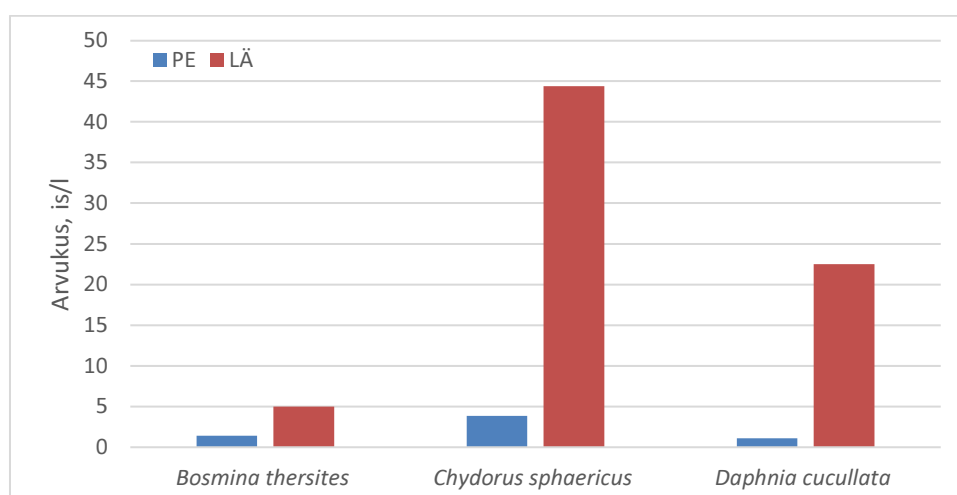
Joonis 53. Vesikirbuliste suhteline arvukus Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

2024. aasta vegetatsiooniperioodil kõikis vesikirbuliste arvukus piirides 0 kuni 248 is/l, perioodi keskmine 40 is/l. Biomass varieerus vastavalt 0 kuni 3,489 mg/l, keskmine 0,961 mg/l. 2024. aasta vegetatsiooniperioodil leidis vesikirbulisi kõige enam oktoobris (Joonis 54), kus vesikirbuliste seas domineeris eutroofsete vete liik *C. sphaericus*. *C. sphaericus* oli kõrgema troofsusega Lämmijärves oluliselt arvukam kui Suurjärves – vastavalt 44 ja 4 is/l (Joonis 55). Eutroofsetes vetes on arvukad vesikirbulised ka *B. thersites* ja *D. cucullata*, kelle hulk 2024. aasta vegetatsiooniperioodil oli Lämmijärves kõrgem kui Peipsi Suurjärves (Joonis 55).

⁴⁰ Haberman, J., Virro, T., Krikmann, K., 2008. Zooplankton. Peipsi. Eesti Loodusfoto, Tartu, lk 271–290.



Joonis 54. Vesikirbuliste arvukus (Clad A) ja biomass (Clad B) Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

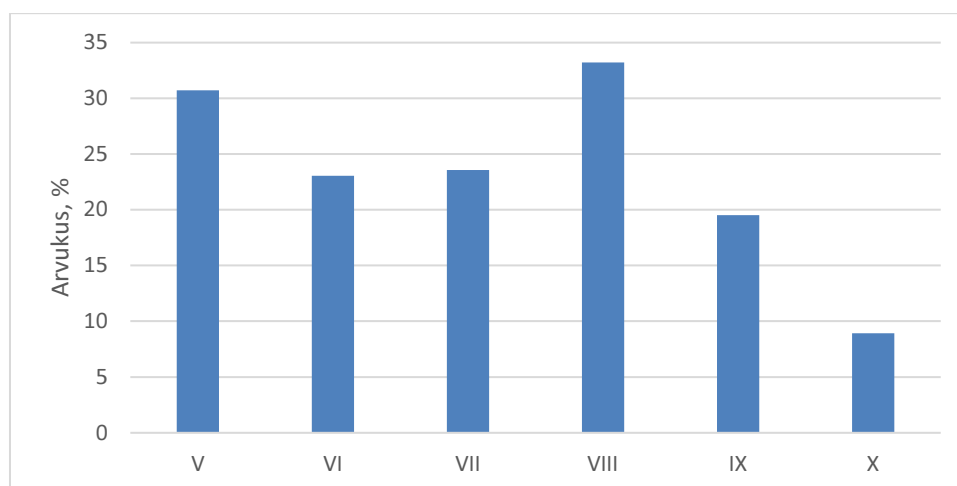


Joonis 55. Eutroofseid veekogusid eelistavate vesikirbuliste arvukus Peipsi Suurjärves (PE) ja Lämmijärves (LÄ) 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

Aerjalgsed on zooplankterid, kes läbivad moondega arengu. Seetõttu kohtame planktonis sagedasti nende noorvorme – naupliusi ja kopepodiite. Suhteliselt suurte zooplankteritena (~0,5-1,5 mm) on aerjalgsed tähtsad kalade toiduobjektid, kuid teistest zooplankteritest toitujatena on nad ühtlasi ka kalade toidukonkurendid⁴¹.

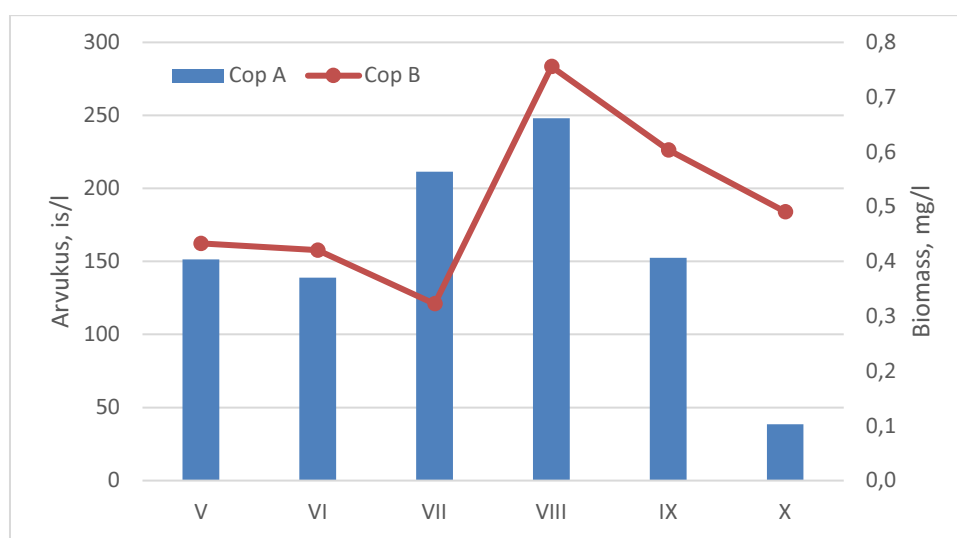
2024. aasta kevadel ja suve alguses oli aerjalgsete suhteline arvukus suur. Sügisel nende osakaal planktonis vähenes, kuna aerjalgsete intensiivne arenguperiood oli läbi saanud (Joonis 56). Aerjalgsete suhteline arvukuse osakaal kogu zooplanktonist kõikus piirides 5-45%.

⁴¹ Ibnejeva, N. I., 1983. Exploitation of food resources by planktophagous fishes in Lake Peipsi-Pihkva. Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKh, 209, 44–50 (in Russian).



Joonis 56. Aerjalgsete suhteline arvukus Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

2024. aasta vegetatsiooniperioodil kõikus aerjalgsete arvukus piirides 15 kuni 358 is/l, perioodi keskmine 157 is/l. Biomass vastavalt 0,043 mg/l kuni 1,319 mg/l, keskmine 0,504 mg/l. Kõige enam leitud aerjalgseid augustis (Joonis 57), kui ülekaalukalt domineerisid nende noorvormid – naupliused (64% aerjalgsetest). Ka järveosade analüüs näitas, et nii Peipsi Suurjärve kui Lämmijärve aerjalgsete dominandiks olid naupilused – suhteline arvukus vastavalt 71% ja 63%. Naupliuseid peetakse eutroofsete tingimuste suhtes tolerantseteks. Nii nagu varasemal aastailgi, oli ka 2024. aasta vegetatsiooniperioodil täiskasvanud aerjalgseid planktonis vähe. Kõige arvukam täiskasvanud aerjalgne nii Suurjärves kui Lämmijärves oli *E. gracilis* – Euroopa levinuim kalanoid, keda leidub erineva troofsusega veekogudes⁴². Täiskasvanud aerjalgsete vähesus planktonis viitab kalamaimude tugevale toitumissurvele.



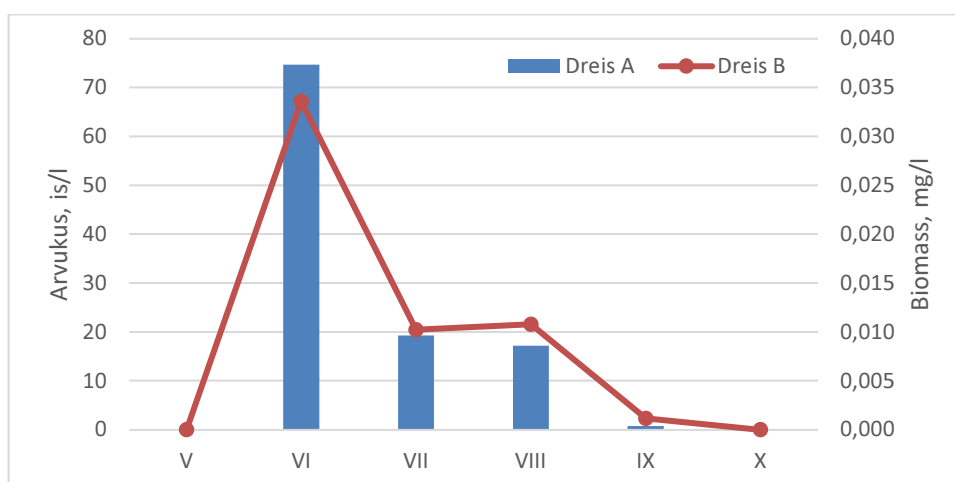
Joonis 57. Aerjalgsete arvukus (Cop A) ja biomass (Cop B) Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

⁴² Błędzki, L.A., Rybak, J.I., 2016. Freshwater crustacean zooplankton of Europe. Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. Springer, 918lk.



Rändkarbi vastsed (*D. polymorpha* juv.) on planktilise eluviisiga, täiskasvanud rändkarp on oma eluviisilt põhjaloom. Nende paljunemine algab 15 °C veetemperatuuri juures⁴³, mistõttu leiame planktilisi vastseid arvukalt vaid soojal perioodil (Joonis 58). Rändkarbi vastsed on herbivoorse toitumisega ja neist endist toituvad selgrootud röövloomad.

2024. aasta vegetatsiooniperioodil kõikus rändkarbi vastsete arvukus piirides 0 kuni 493 is/l, perioodi keskmine 19 is/l. Biomassi väärtused vastavalt 0 kuni 0,217 mg/l, keskmine 0,009 mg/l. Väga arvukalt leidis rändkarbi vastseid juunis (Joonis 58), 11% kogu zooplanktonist. Suur enamus juuni rändkarbi vastsetest leidis Emajõe mõjupiirkonda jäävas proovipunktis 38 (jõe sissevoolu mõju). Järveosade võrdlus näitas, et rändkarbi vastseid oli Suurjärves (24 is/l) oluliselt rohkem kui Lämmijärves (4 is/l).



Joonis 58. Rändkarbi *Dreissena polymorpha* vastsete arvukus (Dreis A) ja biomass (Dreis B) Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

Zooplanktoni koguarvukus ja -biomass

Keriloomade, vesikirbuliste, aerjalgsete ning limuste rühmad kokku moodustavad kogu zooplanktoni arvukuse ja biomassi.

Lämmijärves oli zooplanktoni arvukus (961 is/l) tänu keriloomadele oluliselt suurem kui Suurjärves (603 is/l). Ka zooplanktoni biomassides oli selge erinevus – Suurjärves 1,324 mg/l, Lämmijärves 2,363 mg/l. Zooplanktoni vegetatsiooniperioodi maksimumid võivad aastati langeda eri kuudele, sõltudes tugevasti vee kevadisest soojenemisest ning sügisest jahtumisest või veetasemest ning suvistest

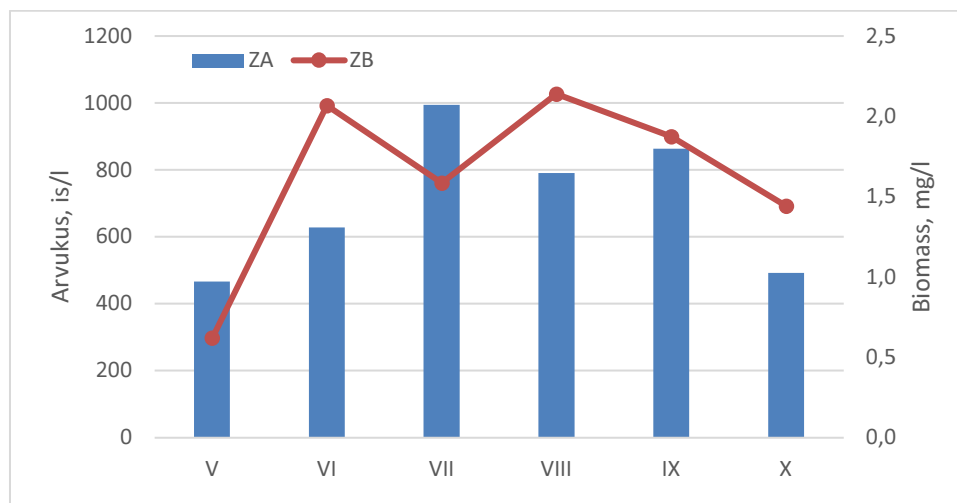
⁴³ Frances, L., 2006. Early life stages of *Dreissena polymorpha* (zebra mussel): the importance of long-term datasets in invasion ecology. *Aquatic Invasions* 1: 171–182.



veeõitsengutest. 2024. aasta vegetatsiooniperioodil oli zooplanktoni arvukus 248 is/l kuni 1630 is/l, perioodi keskmine 706 is/l. Biomass vastavalt 0,066 mg/l kuni 5,031 mg/l, keskmine 1,621 mg/l.

2024. aasta vegetatsiooniperioodil oli zooplanktonit enim juulis (Joonis 59), kui domineeris keriloomade rühm (suhteline arvukus 67%), liikidest domineeris Peipsi Suurjärves soojalembene keriloom *P. luminosa* (37% keriloomade arvukusest), Lämmijärves aga eutroofsete vete indikaator keriloom *T. similis* (26% keriloomade arvukusest). Zooplanktoni biomassi maksimum oli augustis (Joonis 59), selle moodustas peamiselt vesikirbuliste rühm (suhteline biomass 51%). Suurjärves domineeris sel kuul puhtamates veekogudes arvukalt leiduv vesikirbuline *D. brachyurum* (70% vesikirbulistest). Samal ajal domineeris Lämmijärves eutroofsete veekogude indikaator *D. cucullata* (61% vesikirbulistest).

Zooplanktoni arvukus, liigiline koosseis ning dominandid näitavad, võrreldes Suurjärvega, Lämmijärve oluliselt kehvemad seisundit.



Joonis 59. Zooplanktoni koguarvukus (ZA) ja kogubiomass (ZB) Peipsi järves 2024. aasta vegetatsiooniperioodil

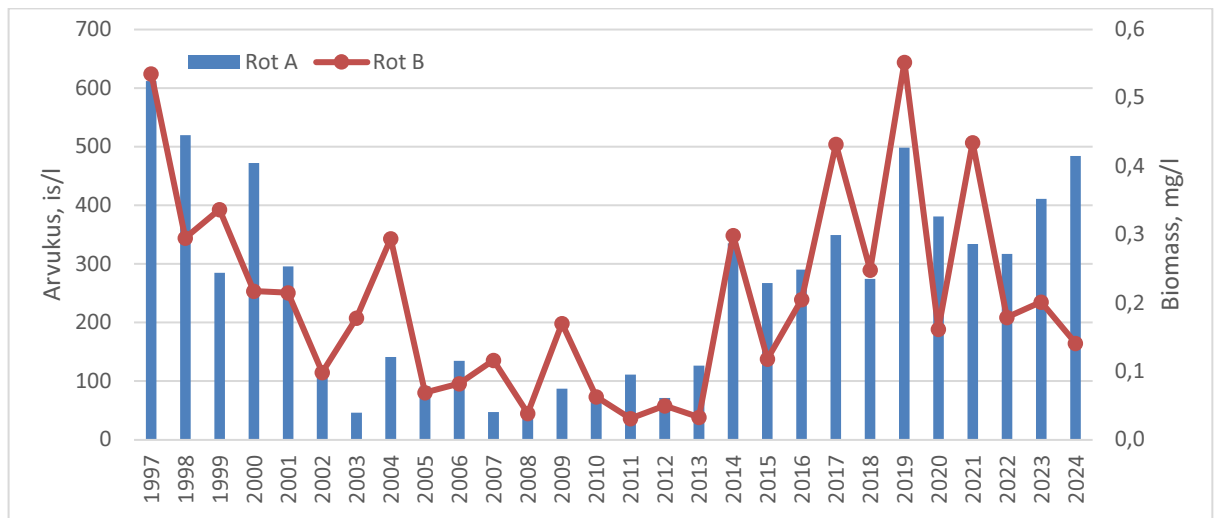
Ajalised muutused

On väga oluline jälgida zooplanktoni muutuseid ka pikas ajaperioodis, et tuvastada muutuste trende. Joonisel 60 on esitatud keriloomade vegetatsiooniperioodi arvukuse ja biomassi dünaamika perioodil 1997-2024. Uurimisperioodi algusaastatel (1997-2001) oli keriloomade arvukus Peipsi järves suur, kuid periood 2002-2013 tõi kaasa keriloomade hulga olulise vähenemise. Perioodil 2014-2024 kasvas paraku keriloomade arvukus taas. 2024. aasta vegetatsiooniperioodi keriloomade arvukuse keskväärts (484 is/l) oli pikaajalisest (1997-2023) keskmisest (249 is/l) kaks korda suurem. Soojalembeste keriloomade arvukuse kasvu võis soodustada ka 2024. aasta soe suvi ja sügis. On teada, et keriloomade

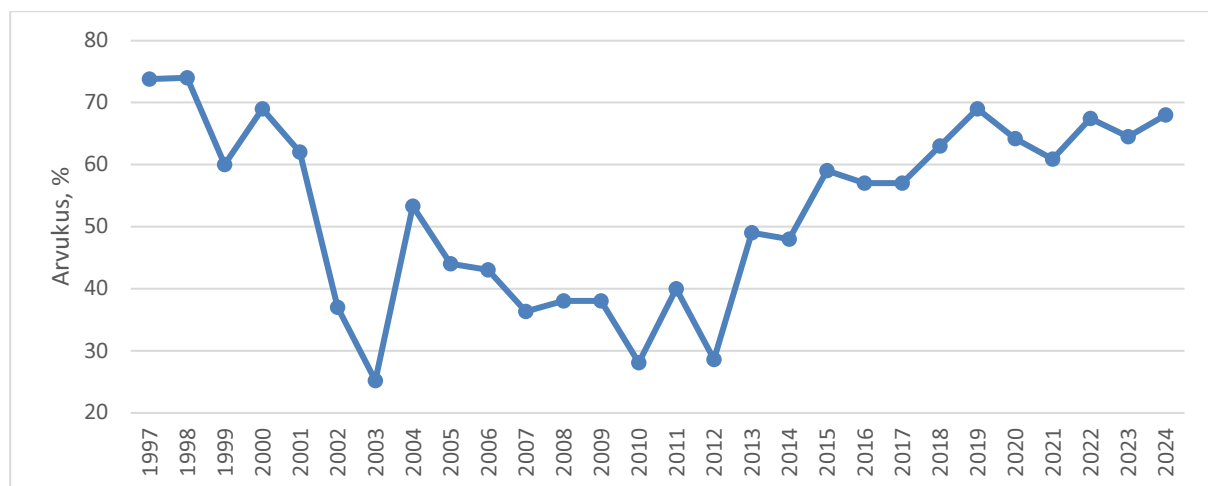


arvukus suureneb paralleelselt järve troofsuse kasvuga – keriloomade ohtrus on märk järve kesisest seisundist.

Muutuseid täheldati ka keriloomade suhtelises arvukuses. 2024. aasta vegetatsiooniperioodi keriloomade suhteline arvukus (68%) oli oluliselt suurem pikaajalise (1997-2023) suhtelise arvukuse keskväärtusest (52%). Keriloomade absoluutne arvukus (Joonis 60) ja ka suhteline arvukus (Joonis 61) planktonis on suurenemas, mis on halb märk järve seisundi kohta.



Joonis 60. Keriloomade arvukus (Rot A) ja biomass (Rot B) uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober) Peipsi s.l. järves. *2020-2024. aasta andmed ainult Suurjärve ja Lämmijärve kohta



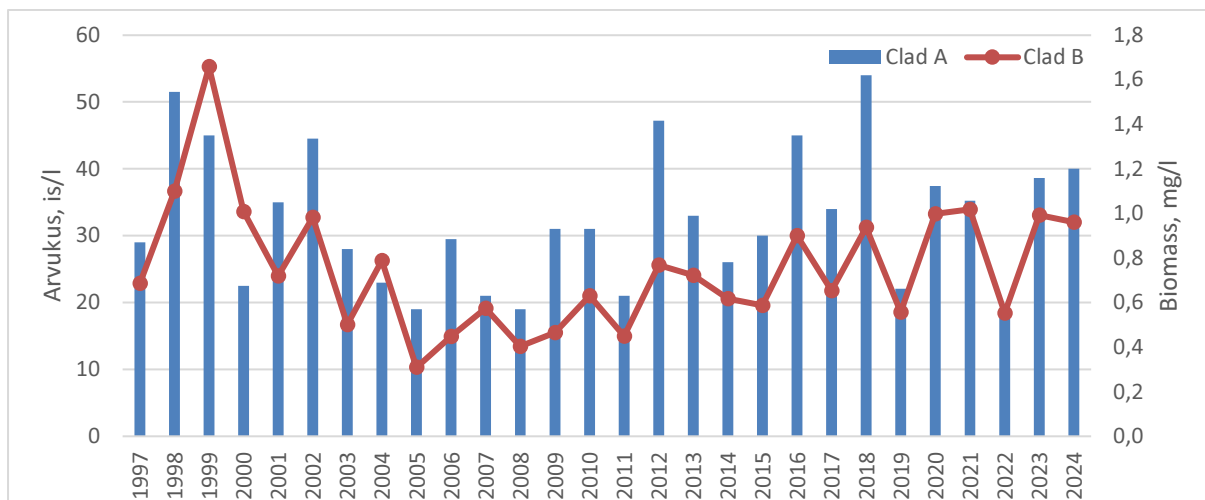
Joonis 61. Keriloomade suhteline arvukus Peipsi järves uuritud aastate vegetatsiooniperioodil

Ka vesikirbuliste arvukus on aastati varieeruv (Joonis 62). Sarnaselt keriloomade pikaajalisele arvukuse dünaamikale (Joonis 61) oli ka vesikirbuliste arvukus perioodi alguses suur, alates 2003. aastast oli arvukus mõnevõrra väiksem ning aastast 2012 on nende hulk taas suurenemas (Joonis 62). 2024. aasta

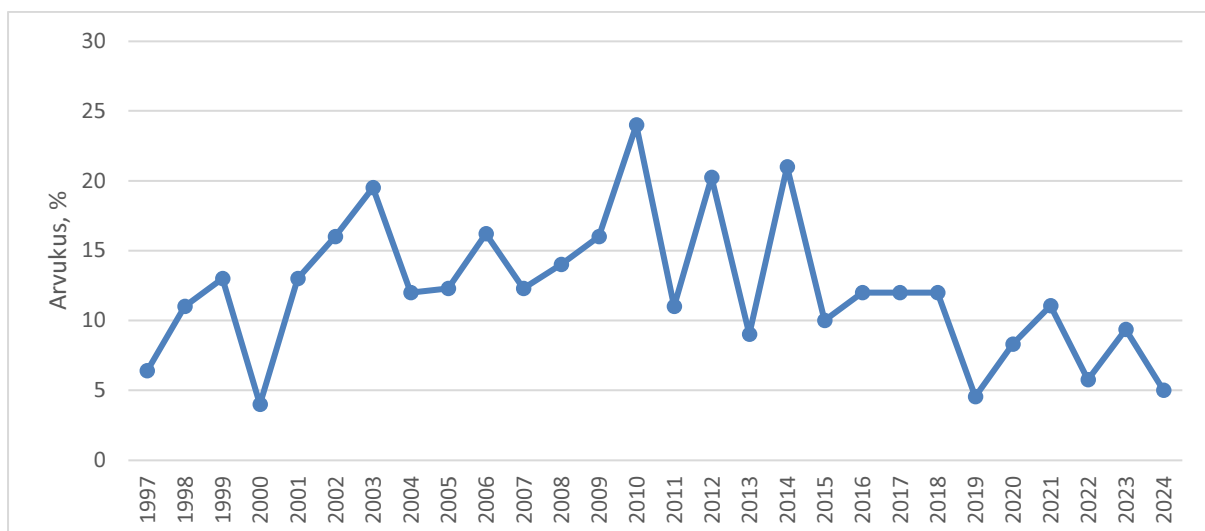


vegetatsiooniperioodi vesikirbuliste arvukuse keskväärtus (40 is/l) oli pikaajalisest (1997-2023) keskmisest (32 is/l) veidi kõrgem.

2024. aasta vesikibuliste keskmine suhteline arvukus (5%) oli oluliselt madalam pikaajalise (1997-2023) suhtelise arvukuse keskväärtusest (12%). Ka joonis 63 näitab, et uurimisperioodi (1997-2024) teisel poolel on vesikirbuliste arvukuse osakaal kogu zooplanktonis vähenemas. Selle on põhjustanud keriloomade arvukuse (Joonis 60) ja suhtelise arvukuse osakaalu (Joonis 61) oluline suurenemine planktonis.



Joonis 62. Vesikirbuliste arvukus (Clad A) ja biomass (Clad B) uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober) Peipsi s.l. järves. *2020-2024. a andmeid ainult Suurjärve ja Lämmijärve kohta



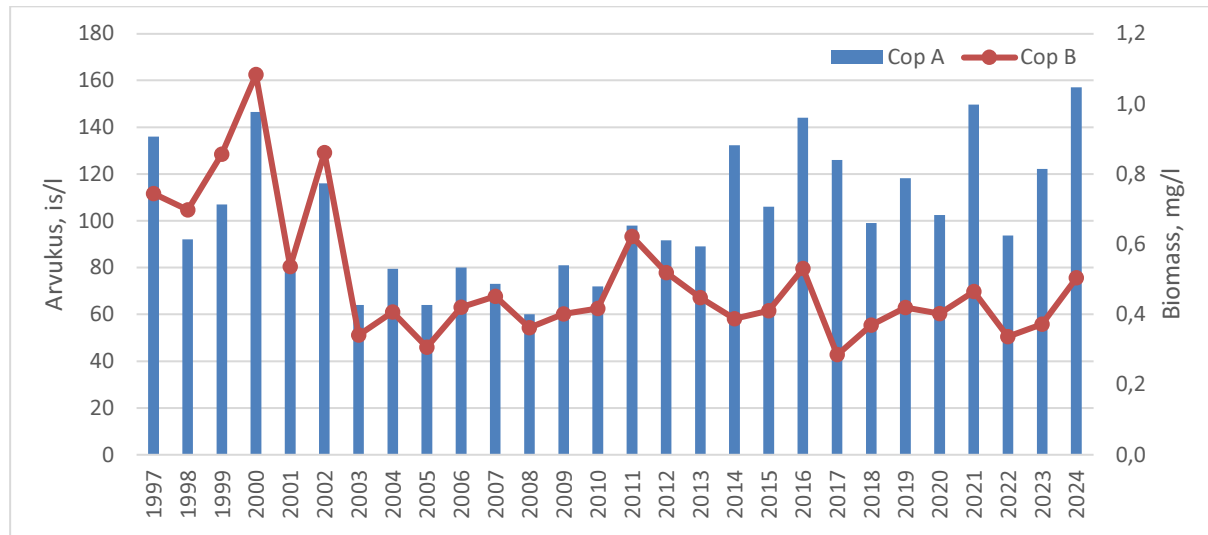
Joonis 63. Vesikirbuliste suhteline arvukus Peipsi järves uuritud aastate vegetatsiooniperioodil

Sarnaselt keriloomadele ja vesikirbulistele on ka aerjalgsete arvukus olnud seireperioodi alguses suur, läbinud seejärel kahanemisperioodi ning on viimasel dekaadil taas kasvavas trendis (Joonis 64).

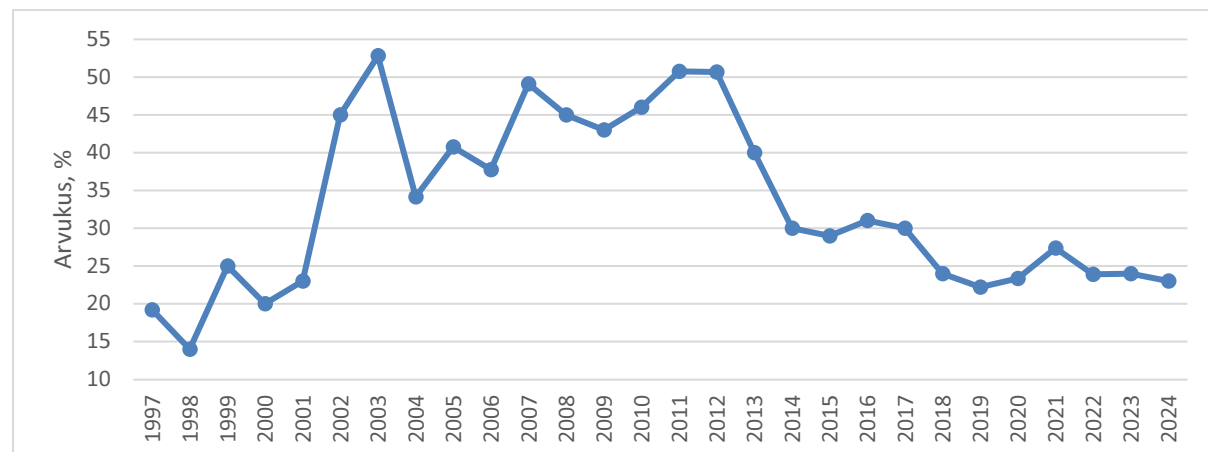


2024. a vegetatsiooniperioodi aerjalgsete arvukuse keskväärtus (157 is/l) oli pikaajalisest (1997-2023) keskväärtusest (101 is/l) kõrgem.

2024. aasta aerjalgsete keskmine suhteline arvukus (23%) oli pikaajalise (1997-2023) suhtelise arvukuse keskväärtusest (33%) madalam. Aerjalgsete suhteline arvukus on viimasel 12 aastal kahanenud (Joonis 65), mille põhjuseks oli keriloomade arvukuse osakaalu oluline suurenemine zooplanktonis (Joonis 61).

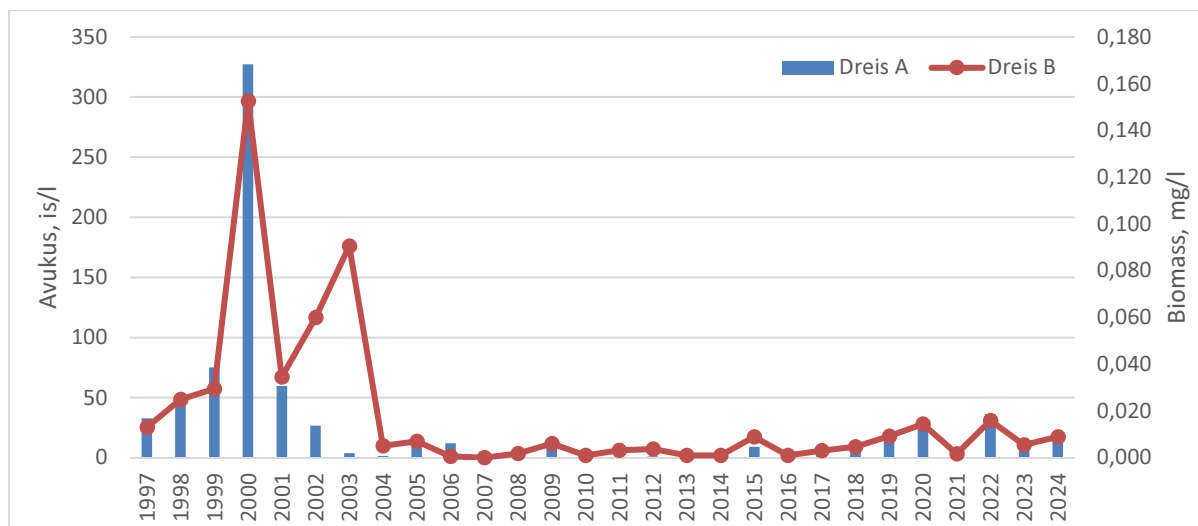


Joonis 64. Aerjalgsete arvukus (Cop A) ja biomass (Cop B) uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober) Peipsi s.l. järves. *2020-2024. a andmeid ainult Suurjärve ja Lämmijärve kohta



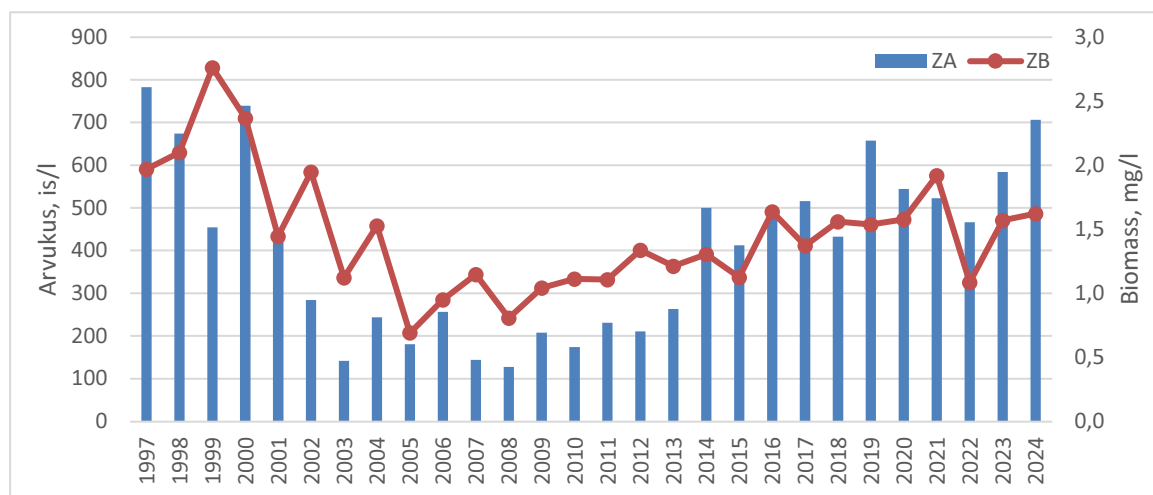
Joonis 65. Aerjalgsete suhteline arvukus Peipsi järves uuritud aastate vegetatsiooniperioodil

Rändkarbi vastsed on samuti teinud ajas suure muutuse. Uurimisperioodi alguses oli rändkarbi vastseid Peipsi järves arvukalt. Alates aastast 2003 on nende hulk tugevasti vähenenud. Mõnel aastal puuduvad nad planktonist sootuks (Joonis 66). 2024. aasta rändkarbi vastsete arvukuse keskväärtus (19 is/l) oli pikaajalisest (1997-2023) keskväärtusest (28 is/l) oluliselt madalam.

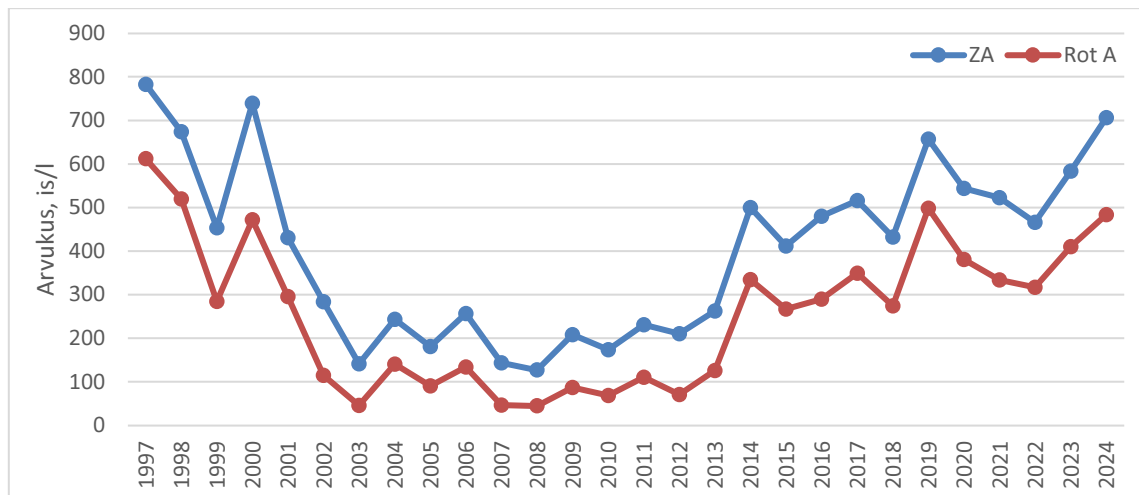
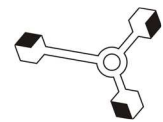


Joonis 66. Rändkarbi *Dreissena polymorpha* vastsete arvukus (Dreis A) ja biomass (Dreis B) uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober) Peipsi s.l. järves. *2020-2024. a andmeid ainult Suurjärve ja Lämmijärve kohta

Zooplankton hõlmab endas kõiki nelja rühma – keriloomad, aerjalgsed, vesikirbulised ja rändkarbi vastsed. Zooplanktoni hulk Peipsi järve vees on aastati varieeruv, alates aastast 2014 on zooplanktoni arvukus taas suurenemas (Joonis 67). Joonis 68 näitab selgelt, et uurimisperioodi vältel on zooplanktoni arvukuse kasvu põhjustanud peamiselt keriloomad – zooplanktoni arvukuse muutused toimuvad sünkroonis keriloomade arvukuse kõikumistega. See näitab järve jätkuvat eutrofeerumist.



Joonis 67. Zooplanktoni koguarvukus (ZA) ja kogubiomass (ZB) uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober) Peipsi järves. *2020-2024. a andmeid ainult Suurjärve ja Lämmijärve kohta



Joonis 68. Zooplanktoni (ZA) ja keriloomade (Rot A) arvukus uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober) Peipsi järves. *2020-2024. a andmeid ainult Suurjärve ja Lämmijärve kohta

4.5 Planktilised ripsloomad (*Ciliophora*)

Kevadtalvises faasis (märtsis) domineerisid Peipsis eelsuulised, eriripsmelised, haardsuulised ja ratasripsmelised. Arvukused olid madalad (keskmiselt 1,2 is/ml). Hoolimata väiksest arvukusest olid 2024. aasta märtskuised biomassid suhteliselt suured (keskmise 72,9 µg/l), kuna domineerisid suuremõõtmelised liigid.

Kevadel hakkasid Suurjärve proovipunktides domineerima suured herbivoorsed väheripsmelised ja kõldsuulised (*Pelagostrombidium* spp., *Limnostrombidium* spp., *Disematostoma tetraedricum*), Lämmijärves aga väheripsmelised ja piugsuulised bakterivoorid (*Rimostrombidium* sp. Ø <40µm, *Uronema* sp., *Scuticociliatida* spp.) ja röövtoidulised haardsuulised (*Didinium nasutum*). Suuremate liikide esinemine kevadel on üldiselt tingitud soodsa toidubaasi olemasolust arvuka fütoplanktoni näol, samal ajal kui toidukonkurents ja ärasööm metazooplanktoni (vesikirbuliste ja aerjalgsete) poolt on veel väike. Herbivoorsete liikide vähesus Lämmijärves võib viidata sobiva toidubaasi puudumisele.

Suvel domineerisid kõikjal väikesed väheripsmelised ja piugsuulised bakterivoorid. Sesonsetest proovides leiti kõrgeimad arvukused juulis Lämmijärves (punkt nr.17; 79,8 is/ml) (Joonis 69). Lämmijärve proovipunktis nr. 16 oli juulis ka mõõdukalt röövtoidulisi haardsuid. Peipsi Suurjärve juulikuine ripsloomade arvukus ja biomass olid madalad (keskmised näitajad 1,0 is/ml; 17,5 µg/l) (Joonis 70).

Sügisel said kogu järves valdavateks bakteri-herbivoorsed liigid (näit. *Limnostrombidium* sp., *Coleps spetai*). Septembris oli kogu aasta kõrgeim biomass (punkt nr. 17; 1684,9 µg/l). Oktoobris



tõusis arvukus ja biomass Suurjärves (keskmised näitajad 4,5 is/ml; 165,9 µg/l), kuid jäi võrreldes Lämmijärvega ikkagi väikseks (Lämmijärve oktoobri keskmine biomass oli 1512,9 µg/l).

Peipsi järve planktiliste tsiliaatide arvukus ja biomass olid üldiselt keskmised ning võrreldavad teiste parasvöötme järvede vastavate näitajatega. Proovipunktides 2, 4, 11, 12, 38 ja 92 leitud ripsloomade arvukus langeb vahemikku, mis on tüüpiline mesotroofsetele parasvöötme järvedele; proovipunktides 13, 14, 16 ja 17 aga eutroofsetele järvedele.

Ajalised muutused

Võrreldes varasemate aastatega olid märtsikuised arvukused ootuspärased – näiteks vastavad näitarvud aastal 2019 olid 1,67 is/ml, ning aastal 2007 1,54 is/ml. Lähiaastatest oli erandlik 2020, mil kevadtalvised arvukused olid tavapärasest suuremad: 13,3 is/ml. Sarnaselt eelmise aastaga olid Peipsi Suurjärve juulikuine ripsloomade arvukus ja biomass tavapärasest väiksemad (Joonis 70). Seda võis tingida suurenenud kisklus metazooplanktoni poolt, kuid välistada ei saa ka sobiva toidubaasi nappust. Lämmijärves ripsloomade suvine arvukus kergelt langes. Samuti langes biomass punktis nr. 17, kuid kasvas punktis nr. 16. Selle tingis suuremate haardsuuliste liikide esinemine selles proovipunktis.

Tavaliselt langevad Peipsis arvukuse ja biomassi maksimumid kokku ja esinevad juulis. Viimased kaks aastat on selles osas olnud erinevad. Sarnaselt aastaga 2023, olid nüüd Suurjärves arvukuse ja biomassi maksimumid mais (erandiks Emajõe suue, punkt nr. 38, kus arvukuse maksimum esines augustis ja biomassi maksimum mais). Lämmijärves oli arvukuse maksimum küll tavapäraselt juulis, kuid biomassi ülemäär leiti septembris (Joonis 69). Seda tingis bakteri-herbivoorsete liikide tavalisest kõrgem sügisene arvukus ning nende suuremad mõõtmed.

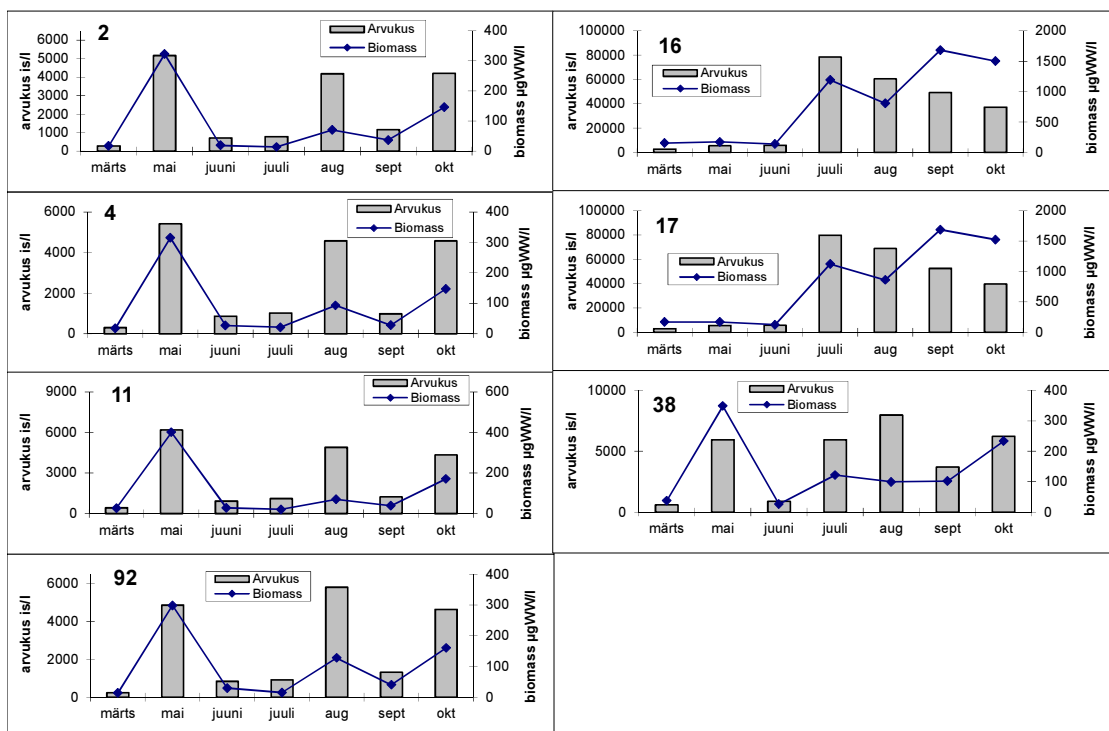
Kui mitmeid varasemaid aastaid on iseloomustanud erakordselt lihtne sesoonne dünaamika – koosluses domineerivad pidevalt bakterivoorset liigid ning teravaid arvukuse kõikumisi pole, siis aastal 2024 olid kevadel arvukamad vetiktoidulised, suvel bakterivoorset ja sügisel bakteri-herbivoorset liigid. Vastavalt võis ka eristada kevadist, suvist ja sügist arvukusemaksimumi (Joonis 69).

Võrreldes eelneva seisundihindamise perioodiga (2016-2021) olid 2024. aasta vegetatsiooniperioodi keskmised näitajad Peipsi järves arvukuse osas madalamad ja biomassi osas kõrgemad (Joonis 71): aastate 2016-2021 keskmine arvukus ja biomass vastavalt 14,7 is/ml ja 318,4 µg/l, aasta 2024 keskmine arvukus ja biomass 14,1 is/ml ja 346,2 µg/l (proovipunktid 2, 4, 11, 16, 17, 38, 92). Biomassi kasvu tingis keskmise rakusuuruse suurenemine: 2016-2021 oli 10^6

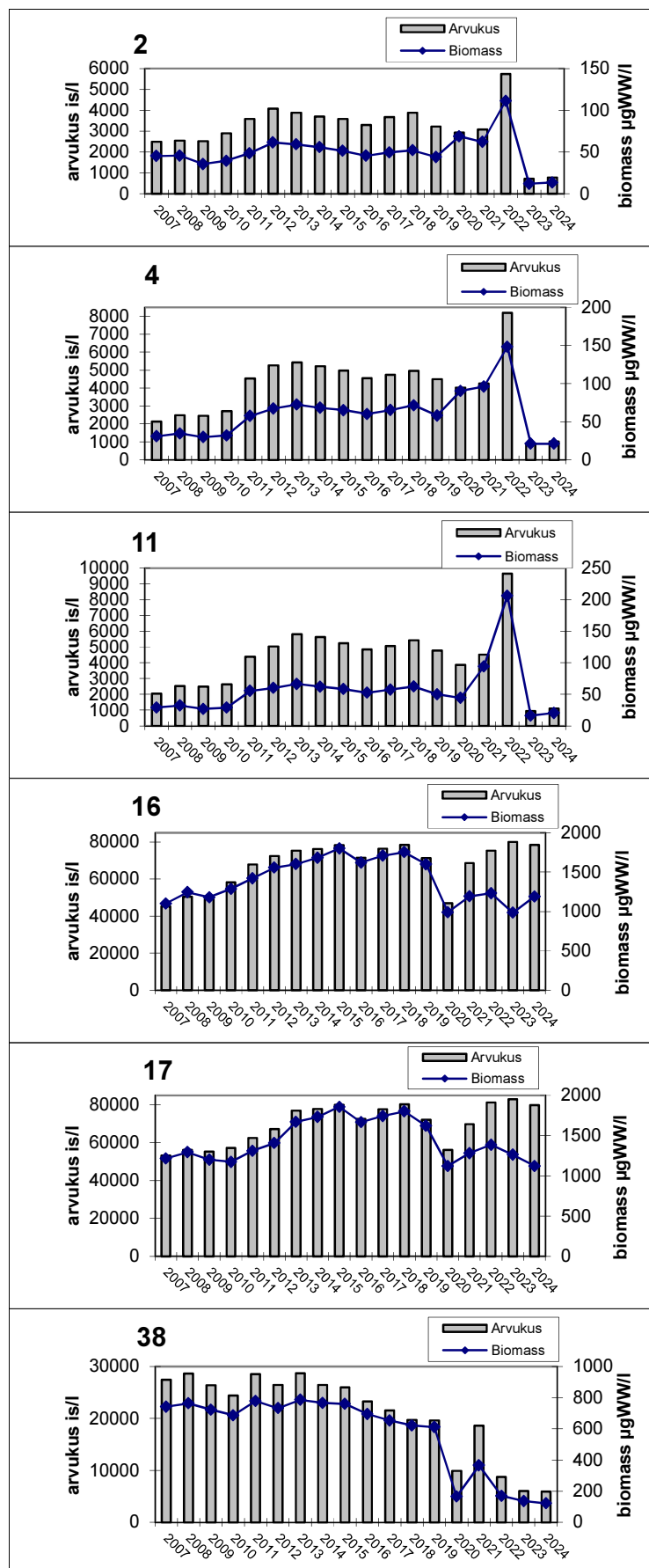
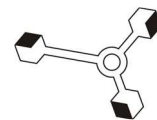


isendi biomass 21,6 mg, aastal 2024 10^6 isendi biomass 24,6 mg. Rakusuuruse suurenemise taga oli tavapärasest suuremate isendite esinemine kevadel (mais) ja eriti sügisel (september ja oktoober). See tingis ka eelneva seisundihindamise perioodiga võrreldes suuremad kevadised ja sügisesed biomassid (Joonis 71). 2024. aastat iseloomustab eelneva seisundihindamise perioodiga võrreldes ka Suurjärve väike ripsloomade suvine arvukus (eriti juulis). Emajõe suudmes (punkt nr. 38) on eelneva perioodiga võrreldes ripsloomade arvukus üldiselt vähenenud ning see ongi proovipunkt, kus võib jälgida pidevat langustrendi. Kuid jällegi – tänu suuremate isendite esinemisele kevadel ja sügisel oli biomass nendel perioodidel eelmise perioodi keskmistest suurem.

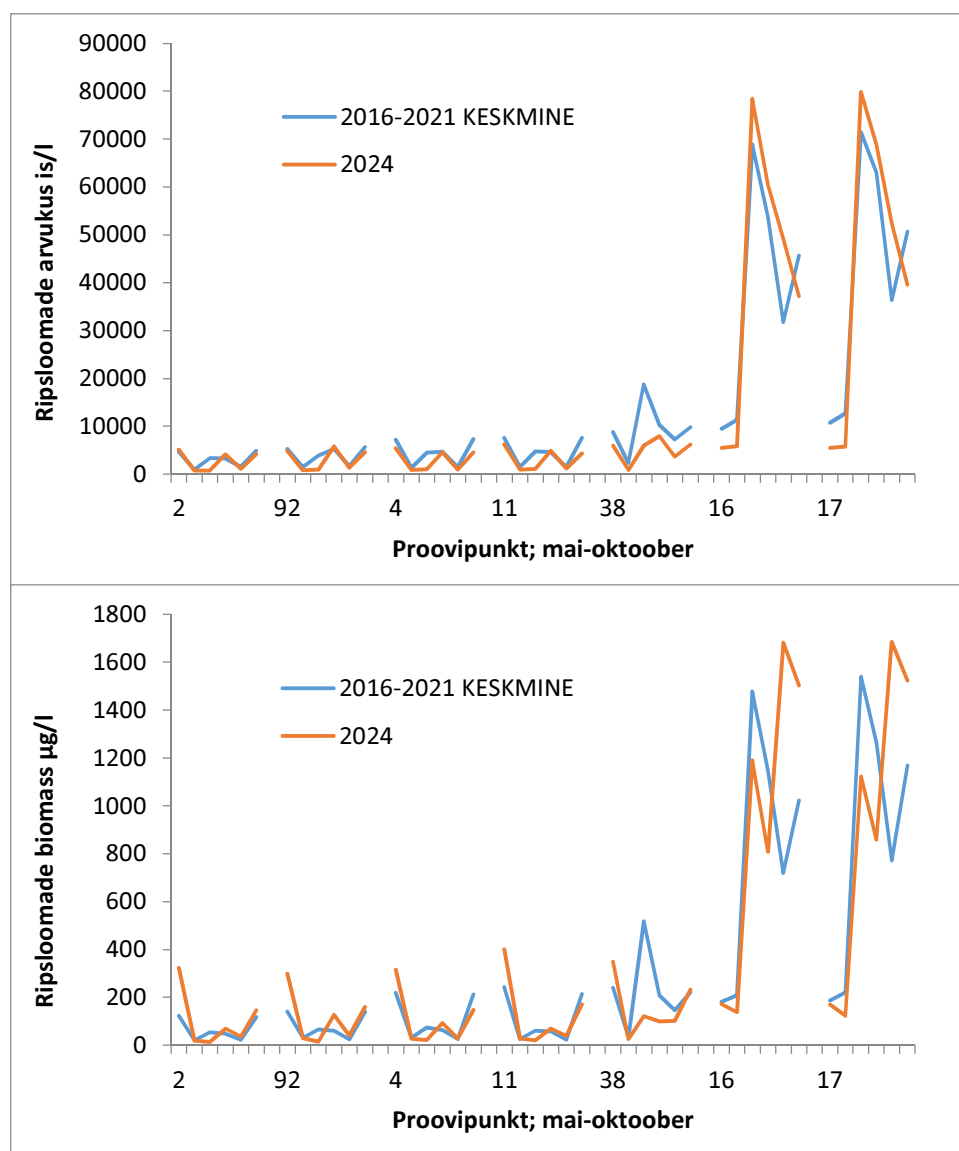
Ripsloomade biomassi kasv (võrreldes eelneva seisundihindamise perioodiga) võib viidata sellele, et klassikaline toiduahel on Peipsi järves nõrgenemas. Kliima edasisel soojenemisel võib oodata tormide sagenemist. Kuna ripsloomad on väga kiirekasvulised liigid, siis sobib neile hästi toitainete lisandumine tormist tingitud impulssidena (põhjasetetest), mis soodustab nende toidulaua (bakterid) kiiret kasvu. Seega võib ripsloomade osatähtsus tulevikus suureneda ning sellega seoses kaudselt langeda klassikalise aineringe üldine tõhusus.



Joonis 69. Ripsloomade arvukus ja biomass Peipsi järves 2024. aastal



Joonis 70. Ripsloomade arvukus ja biomass Peipsi järves juulis aastatel 2007-2024



Joonis 71. Ripsloomade arvukus ja biomass Peipsi järve proovipunktides 2, 92, 4, 11, 16, 17 ja 38 eelneval seisundihindamise perioodil (aastatel 2016-2021) ja aastal 2024.



4.6 Fütobentos

31. juulil ja 1. augustil 2024. aastal oli Peipsi järve veeseis suhteliselt kõrge ja vesi oli sogane. Järve kümnest proovipunktist määrati 128 taksonit bentilisi ränivetikaid, milledest 5 taksonit (*Achnanthes conspicua*, *A. minutissima* s.l., *Cocconeis placentula*, *Fragilaria pinnata* ja *Nitzschia fonticola*) esines kõigis proovides ja 26 taksonit leiti ainult ühes uurimiskohas (lisa 5).

Rannapungerja

Proovikohas oli terve rand üles küntud, taimed puudusid. Proovikoha setetes domineeris liiv, esines üksikuid kive. Vees leidus niitrohevetikate kogumikke ja pilliroo risoome. Proovist määrati 54 taksonit bentilisi ränivetikaid, dominant ei eristunud. Arvukalt oli esindatud *Achnanthes minutissima* s.l., ja *Fragilaria construens* ja *F. capucina* var. *vaucheriae* (lisa 5). Kõik ränivetikaindeksid näitasid head seisundit, järelkult oli Peipsi järve seisund Rannapungerja lõigus **hea** (Tabel 24).

Tammispää

Proovikohas oli põhi liivane, muuli otsas leidus kive. Pilliroo-ja kaislakogumikud asusid eemal. Veel esines valget kasteheina, kaelus- ning kammpenikeelt, vesikerssa ja alssi. Taimede vahel oli näha niitrohevetikate kogumikke. Vesi oli selge. Proovist määrati 46 taksonit bentilisi ränivetikaid, domineeris *Achnanthes minutissima* s.l., teised arvukad liigid puudusid (lisa 5). Kõik indeksid näitasid, et Peipsi järve seisund Tammispää lõigus oli **väga hea** (Tabel 24).

Raja

Proovikohas olid järvepõhi liivane, esines ka üksikuid kive. Kaugemal oli tihe roostik, vees oli näha niitrohevetikate kogumikke. Kalda ääres leidus kammpenikeelt ja alssi. Kokku määrati 69 taksonit bentilisi ränivetikaid. Dominant ei eristunud. Arvukalt oli esindatud *Achnanthes minutissima* s.l., ja *Fragilaria construens* (lisa 5). Kõik ränivetikaindeksid näitasid head seisundit, järelkult oli Peipsi järve seisund Raja lõigus **hea** (Tabel 24).

Kodavere

Proovikohas Kodavere surnuaia taga oli rand kivine-liivane. Eemal olid pilliroo puhmad, kalda ääres leidus saledat tarna, vees oli näha niitrohevetikate kogumikke. Proovist määrati 57 taksonit bentilisi ränivetikaid, dominant ei eristunud. Arvukalt esinesid *Cocconeis placentula* ja *Achnanthes minutissima* s.l. (lisa 5). Kõik ränivetikaindeksid näitasid, et Peipsi järve seisund Kodavere lõigus on **hea** (Tabel 24).



Lahepera

Proovikohas oli rand liivane, suurtaimestikuga tihedasti asustatud. Seal kasvasid pilliroog, suur parthein, vesikupp ja kaisel, leidus ka vesikerssa, kõõluslehte, vesikuuske, jõgiputke, konnakilbukat, kammpenikeelt ja vesikarikat. Proov koguti makrofüütidelt. Proovist määrati 59 taksonit benthilisi ränivetikaid, arvukad taksonid puudusid (lisa 5). Kõik ränivetikaindeksid näitasid ühtemoodi **kesist** seisundit (Tabel 24).

Varnja

Proovikohas oli järvepõhi liivane, esines ka muda ja üksikuid kive. Proov koguti kividelt pilliroo puhmaste vahelt. Peale pilliroo leidus läheduses ka teisi taimi, nagu kaisel, suur parthein, ahtalehine hundinui, penikeeled, luigelill, valge kastehein, vesikupp, valge vesiroos, vesikarikas ja jõgiputk. Vees oli näha rohkesti niitjate rohevetikate kogumikke. Proovist määrati 61 taksonit benthilisi ränivetikaid, dominant ei eristunud, arvukalt esinesid *Fragilaria construens*, ja *Fragilaria construens* var. *venter* (lisa 5). Kuigi ränivetikaindeksitest näitasid TDI ja WAT kesist ja IPS head seisundit, võib Peipsi järve seisundi Varnja lõigus lugeda siiski **heaks** (Tabel 24).

Laaksaare

Proovikohas, Laaksaare sadamas, oli järvepõhi liivane, muuli otsas leidus kive. Läheduses kasvasid pilliroog ja kaisel, veel esinesid kaeluspenikeel ja kõõlusleht. Põhja peal ja taimedel esines niitjate rohevetikate kogumikke. Seirepunktis määrati 67 taksonit benthilisi ränivetikaid. Domineeris *Navicula capitatoradiata*, teised arvukad taksonid puudusid (lisa 5). Ränivetikaindeksitest näitasid IPS ja WAT head ning TDI halba seisundit. Kõikide indeksite järgi otsustades oli Peipsi järve seisund Laaksaare sadama lõigus **kesine** (Tabel 24).

Jõepera

Proovikohas oli põhi liivane, esines muda ja ka üksikuid kive ning koht oli tihedas taimestik. Taimedest leidus pilliroogu, kaislat, suurt partheina, ahtalehist hundinuia, vesikuppu, luigelille, ujuvat penikeel, vesiroosi, tarna. Proovist määrati 38 taksonit benthilisi ränivetikaid. *Cocconeis placentula* domineeris tugevalt (suhteline arvukus 41,1 %), teised arvukad liigid puudusid (lisa 5). Ränivetikaindeksitest näitasid IPS ja WAT head ning TDI kesist seisundit. Kõikide indeksite järgi otsustades oli Peipsi järve seisund Jõepera lõigus **hea** (Tabel 24).



Raigla (Räpina sadam)

Proovikohas oli põhi liivane, leidus ka kive ja kruusa. Läheduses kasvasid mõned pilliroo ja kaisla puhmad, esines veel suurt partheina ja alssi. Näha oli ka niitjate rohevetikate kogumikke. Proovist määrati 55 taksonit bentilisi ränivetikaid. Ükski liik ei domineerinud ega olnud arvukas (lisa 5). Ränivetikaindeksitest näitasid IPS ja WAT head, kuid TDI halba seisundit. Kõikide indeksite järgi otsustades oli Peipsi järve seisund selles lõigus **kesine** (Tabel 24).

Värskas

Proovikohas oli põhi liivane, leidus ka üksikuid kive ning kruusa. Läheduses laius pilliroog, esines ka suurt partheina, kõõluslehte, vesikuppu, kaislat, jõgiputke ja ahtalehist hundinuia. Proovist määrati 51 taksonit bentilisi ränivetikaid. Dominanti ei eristunud, *Navicula minima* ja *Achnanthes minutissima* s.l. esinesid arvukalt (lisa 5). Indeksitest näitas IPS ja TDI head ning WAT kesist seisundit. Kokkuvõttes oli Peipsi järve seisundi Värskas sadama lõigus **hea** (Tabel 24).

Tabel 24. Peipsi järve litoraali ökoloogilise seisundi hinnang fütobentose indeksite põhjal 2024. a

	Taks. arv	IPS	IPS ÖKS	WAT	WAT ÖKS	TDI	TDI ÖKS	FÜBE ÖKS	FÜBE hinnang
Rannapungerja	54	14,4	0,79	13,3	0,71	51,0	0,75	0,75	hea
Tammispää	46	16,3	0,90	16,5	0,88	39,8	0,93	0,90	väga hea
Raja	69	14,9	0,82	12,5	0,67	54,1	0,71	0,73	hea
Kodavere	57	14,7	0,81	15,1	0,81	53,0	0,72	0,78	hea
Lahepera	59	11,4	0,63	10,3	0,55	66,9	0,51	0,56	kesine
Varnja	61	14,9	0,82	10,9	0,58	62,0	0,58	0,66	hea
Laaksaare	67	12,3	0,68	13,7	0,73	74,1	0,40	0,60	kesine
Jõepera	38	13,1	0,72	14,2	0,76	58,4	0,64	0,71	hea
Raigla	55	14,4	0,79	12,8	0,68	71,9	0,43	0,63	kesine
Värskas	51	13,5	0,74	10,3	0,55	54,9	0,69	0,66	hea

Aastate 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 ja 2023 võrdlus

Kui võrrelda 2024. aasta hinnanguid 2017. a, 2018. a, 2019. a, 2020. a, 2021. a, 2022. a ja 2023. a hinnangutega, saame väga erinevad tulemused (Tabel 25). 2024. aastal oli Peipsi suurjärve seisund Tammispää lõigus väga hea, Rannapungerja, Raja, Kodavere ja Varnja lõigus hea ning Lahepera lõigus kesine. Lämmi järve kahes uurimislõigus (Laaksaare ja Raigla) oli seisund kesine ning Jõepera ning ka Värskas lõigus oli seisund hea. Võrreldes 2023. aastaga oli 2024. aastal Peipsi suurjärves seisund jäänud samaks viies lõigus (Rannapungerja, Tammispää, Kodavere, Lahepera ja Varnja), Raja lõigus oli seisund muutunud paremaks – kesisest heaks. Lämmi järves Jõeperal oli seisund jäänud samaks (hea), kuid Laaksaare ja Raigla lõigus halvenenud heast kesiseks. Värskas lõigus oli seisund jäänud heaks. Kogu



uurimisperioodi vältel (2017-2024) on Tammispää ja Varnja uurimiskohad, kus järve litoraali seisund pole kordagi olnud heast seisundist halvem. Ka on viimase viie aasta jooksul olnud Rannapungerja ja Kodavere lõigud ainult heas seisundis.

Kaheksa aasta võrdluses oli ainult 2017. aastal järve litoraali seisund kõigis uurimiskohtades kas hea või väga hea. Samas oli see ka kõige kõrgema veetasemega aasta (juuli ja augusti keskmine veetase Mustvees oli 195 cm) ning suvine veetemperatuur (juuli ja augusti keskmine oli 17,5 °C) oli kõige madalam. Võrdluseks on samad näitajad 2018. aasta kohta vastavalt 183 cm ja 21,9 °C, 2019. aasta kohta vastavalt 140 cm ja 19,3 °C, 2020. aasta kohta vastavalt 177 cm ja 19,1 °C, 2021. aasta kohta vastavalt 185 cm ja 21,3 °C, 2022. aasta kohta vastavalt 184 cm ja 21,8 °C, 2023. aasta kohta vastavalt 186 cm ja 20,6 °C ning 2024. aasta kohta vastavalt 195 cm ja 21,6 °C.

Analüüsid Peipsi järve ökoloogilist seisundit, leidsime statistiliselt olulise negatiivse seose juuli ja augusti keskmise veetemperatuuri ning järve ökoloogilise seisundi vahel (Spermani $R = -0,26$; $p < 0,05$; Tabel 27). Järve suvise keskmise veetaseme ja seisundi vahel täheldasime samas positiivset seost, kuid see ei olnud statistiliselt oluline. Kliimamuutustega kaasnev veetaseme tõus võib kompenseerida järve ökoloogilise seisundi halvenemist, mis tuleneb veetemperatuuri tõusust.

Tabel 25. Peipsi järve litoraali ökoloogilise seisundi hinnangute võrdlus fütobentose indeksite põhjal 2023. a, 2022. a, 2021. a, 2020. a, 2019. a, 2018. a ja 2017. a

	Varasem hinnang						
	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017
Rannapungerja	hea	hea	hea	hea	kesine	väga hea	hea
Tammispää	väga hea	hea	hea	väga hea	hea	väga hea	väga hea
Raja	kesine	hea	hea	hea	kesine	kesine	hea
Kodavere	hea	hea	hea	hea	hea	kesine	hea
Lahepera	kesine	hea	hea	kesine	hea	hea	hea
Varnja	hea	hea	hea	hea	hea	hea	väga hea
Laaksaare	hea	kesine	kesine	hea	hea	hea	hea
Jõepera	hea	kesine	hea	hea	hea	kesine	hea
Raidla	hea	kesine	hea	hea	kesine	hea	hea
Värskä	hea	kesine	hea	hea	hea	kesine	väga hea

Fütobentose näitajate seos veekeskkonna teguritega

Fütobentose proovidega 2024. a, 2023. a, 2022. a, 2021. a, 2020. a, 2019. a, 2018. a ja 2017. a ligikaudu samal ajal kogutud vett iseloomustavad keskkonnategurite statistilised näitajad on esitatud tabelis 26.



Tabel 26. Peipsi järve litoraali vee keskkonnategurite statistilised näitajad 2024. a, 2023. a, 2022. a, 2021. a, 2020. a, 2019. a, 2018. a ja 2017. a augustis

	N	Keskmine	Mediaan	Min.	Max.	Standard-hälve
Vee temperatuur*	80	20,4	21,1	16,7	23,3	1,7
pH	80	8,48	8,55	6,70	9,40	0,49
Lahustunud O ₂ mg/l	80	9,2	9,3	5,0	14,5	1,7
Lahustunud O ₂ %	80	103	104	55	166	19
El. juhtivus µS/cm	80	288	295	215	416	37
NH ₄ -N mg N/l	80	0,018	0,013	0,010	0,092	0,014
NO ₃ -N mg N/l	80	0,020	0,015	0,010	0,095	0,013
Nüld-N mg N/l	80	0,903	0,890	0,240	1,700	0,352
PO ₄ -P mg P/l	80	0,010	0,009	0,002	0,027	0,005
Püld-P mg P/l	80	0,066	0,065	0,023	0,150	0,025
Veetase**	80	181	185	140	195	17
Vee temp. 2**	80	20,4	21,0	17,5	21,9	1,5

*Mõõdetud kord aastas, kui koguti veekeemia proovid

**Arvutatud igal aastal juuli ja augusti summaarse keskmisena

Korrelatsioonanalüüs, leidmaks seoseid keskkonnategurite ja fütobentose näitajate vahel tõi esile, et statistiliselt olulisi seoseid on igal indeksil, kuid need ei ole eriti tugevad. Positiivsed korrelatsioonid ilmnesid IPS-il ning TDI-il pH, hapniku sisalduse ja elektrijuhtivusega ning WAT-il hapniku sisaldusega. Kõik kolm näitasid negatiivset seost suvise veetemperatuuriga (Tabel 27). Samas omavahel omasid ränivetikaindeksid küllalt tugevat positiivset seost ($R = 0,47-0,67$) (Tabel 27).

Veekogude seisundi hindamine EL Veepoliitika Raamdirektiivi järgi põhineb asjaolul, et fütobentose liigiline koosseis peegeldab selle eutrofeerumise ulatust^{44,45}. Põhjusi, miks meie analüüs seda ei näita seost fosfori- ja lämmastikusisaldusega, võib peituda meetodikas. Igal aastal on võetud vaid ühekordsed proovid nii fütobentose kui keskkonna näitajate kohta. Nende sündmuste vahel võib esineda oluline ajaline vahe, ulatudes mitme nädalani. Keskkonnatingimused võivad suvise madalveeperioodi ajal muutuda eri suundades. Ränivetikad reageerivad keskkonna muutustele üsna kiiresti (päevade ja nädalate jooksul), kuid nende reaktsioon ei pruugi olla samas rütmis kui keskkonna muutused. Tundub, et kliimatingimused nagu veetaseme ja -temperatuuri varieerumine, mängivad järve ökoloogilise seisundi kujundamisel olulisemat rolli kui see, mis toimub järve litoraalis (vt ülal).

⁴⁴ Kelly, M.; Bennett, C.; Coste, M.; Delmas, F.; Denys, L.; Ector, L.; Fauville, C.; Ferreol, M.; Golub, M.; Jarlman, A.; Kahlert, M.; Lucey, J.; Ni Chathain, B.; Pardo, I.; Pfister, P.; Picinska-Faltynowicz, J.; Schranz, C.; Schaumburg, J.; Tison, J.; Van Dam, H.; Vilbaste, S. 2009. A comparison of national approaches to setting ecological status boundaries in phytobenthos assessment for the European Water Framework Directive: results of an intercalibration exercise. *Hydrobiologia*, 621, 169--182.

⁴⁵ Kelly, M. 2013. Data rich, information poor? Phytobenthos assessment and the Water Framework Directive, *European Journal of Phycology*, 48:4, 437-450.



Tabel 27. Spearmani korrelatsioonikordajad Peipsi järve seisundi, hinnatuna fütobentose indeksite järgi, ja litoraali vee keskkonnanäitajate vahel 2017., 2018., 2019., 2020., 2021., 2022. 2023. ja 2024. aasta suvel; $p < 0,05$, m.o. – statistiliselt mitte oluline; esile toodud $R \geq 0,50$

	Taks. arv	IPS	WAT	100- TDI	Hin- nang	Temp	pH	O2 mg/l	O2 %	El.juhtivus μS/cm	NH4-N mg N/l	NO3-N mg N/l	Nüld-N mg N/l	PO4-P mg P/l	Püld-P mg P/l	Veetase*
IPS	-0,26															
WAT	-0,31	0,47														
100-TDI	-0,41	0,63	0,54													
Hinnang	-0,33	0,53	0,67	0,69												
Temp. 1	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.											
pH	m.o.	0,25	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.										
O2 mg/l	m.o.	0,28	0,23	0,26	m.o.	m.o.	0,78									
O2 %	m.o.	0,28	m.o.	0,31	0,24	m.o.	0,75	0,93								
El juhtivus μS/cm	m.o.	0,29	m.o.	0,25	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.							
NH4-N mg N/l	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	-0,43	m.o.	m.o.	-0,22	m.o.						
NO3-N mg N/l	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	-0,46	m.o.	m.o.	-0,24	0,41					
Nüld-N mg N/l	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	0,25	m.o.	-0,26	m.o.	0,29				
PO4-P mg P/l	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	0,27	-0,25	-0,31	-0,23	-0,41	m.o.	m.o.	m.o.			
Püld-P mg P/l	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	-0,30	-0,22	m.o.	-0,28	0,25	0,48		
Veetase*	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	0,23	-0,32	m.o.	m.o.	m.o.	m.o.	0,25	m.o.	m.o.	m.o.	
Vee temp. 2*	m.o.	-0,39	-0,23	-0,37	-0,26	0,30	m.o.	-0,24	m.o.	-0,23	-0,22	m.o.	-0,32	m.o.	m.o.	m.o.



4.7 Suurtaimestik

Suurtaimestiku liigirikkus ja ohtrus

Kaldaveetaimede liikide arv varieerus 2024. aasta suvel vaatluspunktides vahemikus 3-32 (Tabel 28), mis on olnud aastate lõikes üsna sarnane. Veesiseste liikide arv oli olenevalt seirekohast vahemikus 1-4, ning veesiseste liikide ohtrus varieerus vahemikus 1-4, olles tavapäraselt suurim Peipsi loodekäärus, Rajal ja Tammispääl. Lõunapoolsetes vaatluspunktides jäi ohtrus vahemikku 1-2. Liikidest esines veesiseses taimestikus Peipsile omaselt kõige ohtramalt kaelus-penikeelt ning kamm-penikeelt ning mändvetiktaimi leidis jällegi ainult Rajal (ohtrus 2) ja Tammispääl (ohtrus 4).

Tabel 28. Taimestikunäitajate väärtused Eesti poole vaatluspunktides 2023. ja 2024. aastal

Koht	Värska	Värska	Raigla	Raigla	Jõepera	Jõepera	Laaksaare	Laaksaare	Varnja	Varnja	Lahepera	Lahepera	Kodavere	Kodavere	Raja	Raja	Tammispää	Tammispää	Rannapungerja	Rannapungerja
Näitaja / aasta	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Kaldaveetaimede liikide arv vaatluspunktis	22	24	24	13	11	10	22	12	24	26	29	32	13	6	24	22	3	3	11	19
Ujulehtedega taimede liikide arv vaatluspunktis	1	3	0	0	1	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ujutaimede liikide arv vaatluspunktis	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Veesiseste õistaimede liikide arv vaatluspunktis	2	2	2	1	2	2	1	1	4	2	1	3	3	4	5	4	2	3	2	2
Veesiseste sammalde liikide arv vaatluspunktis	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Mändvetiktaimede liikide arv vaatluspunktis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Kaldaveetaimestiku ohtrus (1-5 palli)	3	3	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	3	3	*	*	3	3	3	4
Ujulehtedega taimede ohtrus (1-5 palli)	3	3	0	0	5	4	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Veesiseste taimede ohtrus (1-5 palli)	1	1	3	2	2	1	2	1	2	3	1	1	2	3	4	4	3	4	2	3
Suurte niitvetikate ohtrus (1-5 palli)	0	0	0	0	2	1	0	0	1	3	2	0	0	0	3	5	3	2	2	2
Kaldaveetaimestiku levikusügavus (max), m	1,5	1,4	0,8	0,9	1,2	1,2	1,0	1,6	1,0	1,0	1,1	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,25	
Veesiseste taimede levikusügavus (max), m	0,8	0,9	2,0	2,1	1,8	1,5	1,0	1,2	1,0	1,3	x	x	x	x	3,4	3,2	2,5	3,5	x	x
Vee läbipaistvus Secchi ketta järgi, m	1,0	0,9	0,9	0,6	0,8	0,6	0,9	0,7	1,3	0,8	0,45	x	x	x	2,7	1,7	2,5	2,2	x	x
Kaislavarte arv prooviruudus, m-2	x	x	x	x	156	136	x	x	244	168	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kaislavarte arv prooviruudus, m-2	x	x	x	x	124	204	x	x	216	196	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pilliroovarte arv, m-2	28	40	32	80	52	24	116	72	124	56	36	48	128	80	56	64	68	72	44	104
Pilliroovarte arv, m-2	20	28	72	72	60	36	48	20	40	68	36	68	164	112	88	60	72	64	48	72
Pilliroovarte keskmine kõrgus, m	3,5	3,0	3,3	3,1	3,1	2,8	3,2	3,2	3,0	3,0	3,4	3,7	3,1	3,5	2,7	2,8	3,3	3,5	2,5	3,3

* - taimed puudusid; x - ei mõõdetud väikese ohtruse tõttu

Litoraali vee analüüside tulemused ja seosed taimestikuga

2024. aastal olid taimestiku seirekohtades vee biogeenide sisaldused pigem tagasihoidlikud, erandiks jätkuvalt Jõepera. Viiel viimasel seireaastal on Raiglas ja Jõeperas üldlämmastiku ($N_{\text{üld}}$) sisaldus vees olnud $>1000 \mu\text{g l}^{-1}$ (Tabel 29). Ehkki üldfosfori ($P_{\text{üld}}$) kõrgemaid väärtusi on alates 2012. aastast leitud rohkem Suurjärves, eriti Kodaveres, olid 2024. aastal $P_{\text{üld}}$ väärtused nii Kodaveres kui ka enamikus teistes seirekohtades mõõdukad, Jõeperas aga $120 \mu\text{g l}^{-1}$. Kuna Jõepera on väike küla ning Lämmijärve kallas lähikonnas hõredalt asustatud, võib oletada biogeenide saabumist kaugemalt. On teada, et jäävabal perioodil on Mehikoormas vee liikumiskiirus süvakihis $> 50 \text{ cm sekundis}$ ning Lämmijärves vee liikumise suund väga mitmekesine – veevahetus võib olla nii põhja- kui ka lõunasuunaline. Jõepera lähedal tekib väike hoovuste tsirkulatsioonipesa nii klimatoloogilise põhjatuule kui ka lõunatuule



korral^{46,47}. Peamine toiteainete transport Lämmijärvest Suurjärve toimub läbi Vene värava, väiksem osa läbi Eesti värava, kus aga transpordi suund aastati võib olla erinev: summaarselt rohkem kas põhja või lõunasse⁴⁷. Seega võib vaid oletada, mis suunast pärineb Jõeperas tuvastatud biogeeniderohkus, kuid tõenäoselt on selles oma osa ka Mehikoorma asulal, millega hoovuste liikumine Jõepera tihedalt seob.

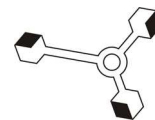
Nii 2023. kui ka 2024. aasta on olnud suhteliselt kõrge veetasemega, kui võrrelda näiteks aastaga 2019, mis kuulus seiratud aastakümnete kõige madalveelisemate hulka (Joonis 72). Sellega on hästi kooskõlas niitrohevetikate keskmiselt väiksem ohtrus kõrgema veega aastail⁴⁸ nagu oli ka 2024. aastal. Võrdluseks – madalaveelisel 2019. aasta suvel leiti niitvetikaid isegi seal, kus tavaliselt on nende ohtrus nullilähedane (Värskas, Raiglas, Laaksaare). Erandiks oli tookord Varnja, kus niitrohevetikaid (peamiselt karevetikat, *Cladophora* sp.) oli massiliselt aasta varem (2018), kuid 2019. aastal need praktiliselt puudusid. Kuna Varnjast vaid mõne kilomeetri kaugusel lõunas suubuvad Koosa jõgi ja Emajõgi ning 2018. aasta oli veerohke, võib selle nähtuse põhjuseks pidada sissevooludega lisanduvate biogeenide rohkest, mis järgmisel vegetatsiooniperioodil laiali kandudes mõju avaldas ja madala veega võimendus ka teistes seirekohtades. Järgnevat aastat on huvipakkuv jälgida, kas analoogiliste veetaseme muutuste ajal toimub vetikapuhang Varnjas taas esimesena. Erinevalt teistest lõunapoolsetest seirekohtadest oli 2024. aastal Varnjas niitrohevetikaid siiski keskmisel määral (ohtrus 3). See võib osutada lokaalsele mõjule, sest tegemist on suure, piki randa kulgeva ridakülaga. Varnjat ja teisi Peipsiääre külasid hõlmava ühisveevärgi ja kanalisatsiooni skeem pärineb aastast 2020⁴⁹, kuid avalikku infot selle ehitamise kohta ei leia. Üsna ilmne on Mustvee-Raja asumis mõju vee toiteainete sisaldusele. Niitrohevetikaid on seal viimasel kümnendil olnud rohkesti nii sügavamas vööndis kui ka madalvees. Alates 2002. aastast oli neid esimest korda palju madalveeperioodil 2006-2007 (Joonis 73), millele järgnes mitu aastat nullilähedast ohtrust. Alates 2014. aastast on aga Raja all pidevalt silmatorkavalt kõrge ohtrus, mida enam ei saa seletada veetaseme muutustega. Kuna see Peipsi osa on kõige parema läbipaistvusega, kajastub reostus seal niitvetikate rohkusena selgemini kui mujal. Rajast lõuna pool, Kodaveres, ning põhja pool asuvas Tammisspää ja Rannapungerja seirekohtades on niitrohevetikaid olnud muutlikuma ohtrusega (Joonis 73).

⁴⁶ Filatova, T. & Kvon, V. (2001) Currents. T. Nõges (Ed.), Lake Peipsi. Meteorology Hydrology Hydrochemistry, Sulemees Publishers, Tartu, pp. 57-63

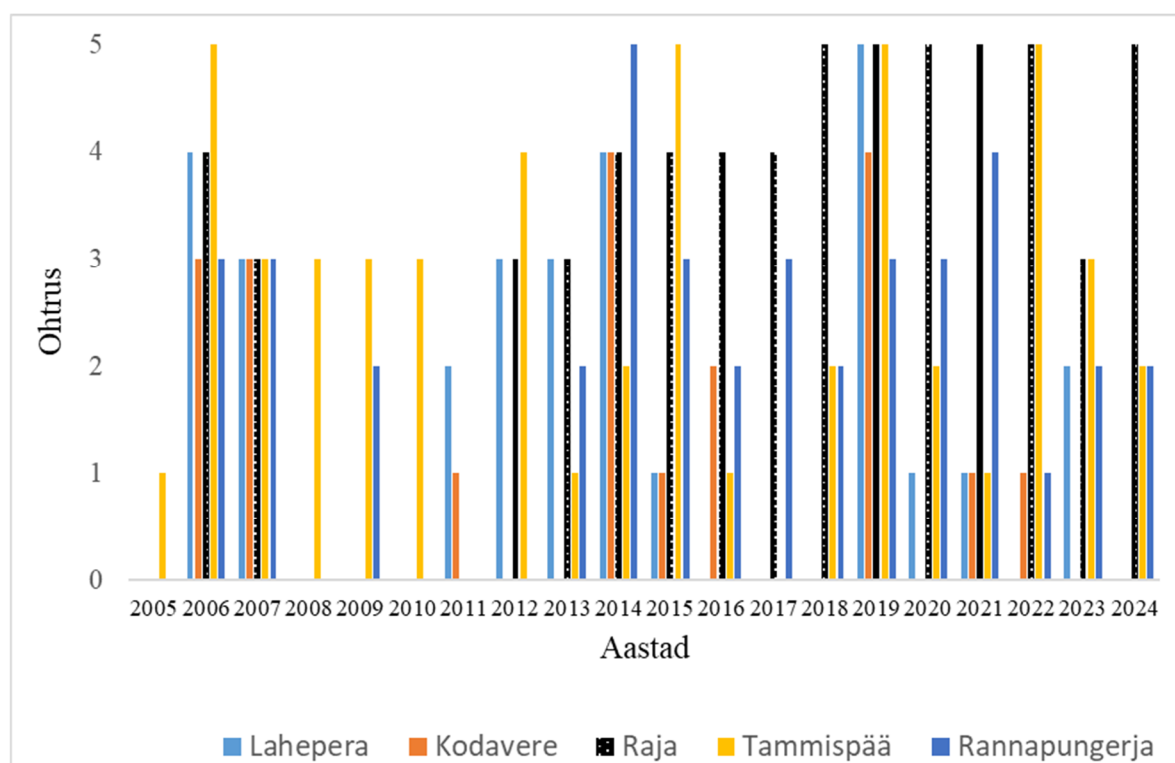
⁴⁷ Jaani, A., Klaus, L., Pärn, O., Raudsepp, U., Zadonskaja, O., Grönskaja, T. ja Solntsev, V. (2008) Hüdrolögia, Peipsi, pp. 113-155. Eesti Loodusfoto, Tartu

⁴⁸ Mäemets, H., Laugaste, R., Palmik, K. & M. Haldna (2018). Response of primary producers to water level fluctuations of Lake Peipsi. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 67 (3), 231–245. DOI: 10.3176/proc.2018.3.06

⁴⁹ <https://www.peipsivald.ee/veemajandus>



Joonis 72. Peipsi veetase Mustvee reeperi suhtes aastail 2004-2024 (200 cm = 30 m ü.m.p.)



Joonis 73. Niitrohevetikate ohtrus Suurjärve kesk- ja põhjaosa seirekohtades 1-5 palli skaalas

Läbi aastate on enamikus kohtades taimestiku iseloom jäänud samaks, kuid tugevasti on see muutunud Lahepera oja suudmes. Oja on üha enam umbunud paadiga raskesti läbitavaks ja selle suue laiali valgunud. Roostik on transekti kaldapoolsesse ossa ette kasvanud ning varasem lagedat põhja asustanud taimestik vaesunud, asendudes eutrafentsete suurekasvuliste liikidega. Avajärvele omaste kaelus- ja kamm-penikeele esinemine on muutunud juhuslikuks ning ohtrus väikseks, ilmunud on vesikarikas. Enam pole Laheperas leitud II kategooria kaitsealuseid liike – väikest konnarohtu (viimati 2017) ega niitjat penikeelt (leiti 2003).



Kuna osa Peipsi kaitsealustest taimeliikidest (kiirjas ruse ja pruun lõikhein) kasvavad vee alt paljandunud liival, pole viimased aastad neile sobivad olnud. Vähesel määral oli kiirjat ruset Rannapungerjas ja pruuni lõikheina Kodaveres. Amfiibset väikest konnarohtu leiti pisut Tammisspää, kus on läbi kogu seireperioodi olnud üks tema põhilisi esinemiskohti. Mõru vesipipar on olnud omane Värsklahele, kuid eelmisel (2023.) aastal toimunud paadikanalite süvendamine paistab ta seirekohast hävitanud olevat.

Vee läbipaistvus ja taimestiku sügavuspiir

Veesisese taimestiku sügavuspiir varieerus 2024. aasta suvel vahemikus 0,9-3,5 m (Tabel 28), erinedes vähe eelnenud aastast. Jätkuvalt kasvas kaelus-penikeelt kõige sügavamal Suurjärve loodekäärus, seekord Tammisspää, kus tuvastati ka suurim vee läbipaistvus: SD 2,2 m. Lõuna pool läbipaistvus vähenes, olles Varnjas 0,8 m. Lämmijärves on läbi aastate SD väärtus olnud Suurjärvest enam kui kaks korda väiksem: 2024. aastal 0,6-0,7 m. Ainus Eesti poole seirekoht Pihkva järves on Värsklahe kitsamas, suhteliselt tuulevaikses osas. Seal on seireaastate SD mõõtmiste keskmine 0,9 m.

Pilliroog

Oleme kõigil seireaastatel täheldanud pilliroo pidevat juurdekasvu Suurjärve seirekohtades. Roostiku sügavuspiir erineb sarnase veetasemega aastatel suhteliselt vähe (Tabel 28), sest juurdekasv toimub eelkõige piki kallast, tukkade järk-järgulise liitumisena. Kõige selgemini on see viimase 20 aasta vältel olnud jälgitav Kodaveres. Selle sajandi algul, kui ka Eestis toimus Euroopa Liidu Loodusdirektiivi (Natura 2000) elupaikadele vastavate kaitsealade loomine, eristati Peipsi Suurjärves kaks järve-elupaiga 3130 (vähe-kuni kesктоitелised mõõdukalt kareda veega järved) polügooni: Raadnast Kalmakülani ja Rootsikülalt Kolkjani (Joonis 74). Meie seirekohtadest jääb esimesse lõiku Tammisspää, teise Lahepera. Need alad, mis teadmata põhjusel piiritleti Eesti-Vene kontrolljooneni, on selle elupaiga suurima pindalaga osa Eestis, kuid kahjuks ei kajasta tegelikkust. Elupaiga 3130 iseloomustusele vastas hoiualade loomise ajal veepiiri lähedane, ajuti paljanduv, ajuti üleujutatav vöönd, kus tollal roostikku oli vähem. Nii Tammisspää kui ka Laheperas on möödunud aastakümnete jooksul pilliroo kasv olnud hoogne ning on põhjust arvata, et Natura elupaika 3130 esindavaid lõike on Loodusdirektiivi hoiualadele jäänud üsna vähe. Meie arvates on lähiajal vaja vähemalt nende kahe hoiuala ulatuses elupaiga seisisundi hindamist. Soovitav oleks aga vaadata laiemaltki: kas mujal Peipsi ääres leidub madalakasvulistele, avatud veepiiri vajavatele liikidele sobivaid lõike. Oleme Euroopa Liidule tehtava aruandluse jaoks korduvalt hinnanud Loodusdirektiivile vastavaid erinevat tüüpi väikejärvede elupaiku, kuid Peipsi on jäänud sellest kõrvale. Peipsi ääres toimuv kanalite kaevamine ning muu seadustamata tegevus on samuti vähendanud 3130 tunnusliikidele sobivaid lõike. Nõrk inimõju ja



roostikust vabana hoidmine on elupaiga säilimiseks soodsad⁵⁰ juhul, kui ei toimu pinnase terrassiks lükkamist nagu Raja seirekohas, või kõrgete vallide tekitamist kanalite serva, rääkimata muulide rajamisest ja betoneerimisest. Juba pikka aega pole kohtadel piisavalt konkreetsete rikkumistega tegelevaid looduskaitsetöötajaid. Kirjeldatud olukorra jätkumisel võib juhtuda, et tulevikus peab Peipsi keskoitelise veekogu hoiualana Natura 2000 arvestusest välja jätma.



Joonis 74. Natura 2000 elupaiga 3130 polügoonid Suurjärves (punane viirutatud ala: väljavõtte kaardilt; Eesti Loodushoiu Keskus, 2004)

⁵⁰ Palmik, K., Mäemets, H., Haldna, M. & K. Kangur (2013). A comparative study of macrophyte species richness in differently managed shore stretches of Lake Peipsi. *Limnologia* 43, 245-253



Ajalised muutused ja seisundi hinnangud

Litoraali seirekohtade vee parameetrite väärtused aastail 2020-2024 on tabelis 29 näidatud hinnatuna pelagiaali ökoloogiliste seisundiklasside piiride järgi.

Tabel 29. Vee parameetrite väärtused taimestiku seirekohtades aastail 2020-2024

Koht/ Näitaja	Aasta	pH	N üld µg/l	P üld µg/l	SD, m
VÄRSKA	2020	7,6	870	69	0,9
VÄRSKA	2021	7,4	860	68	1,1
VÄRSKA	2022	6,7	900	61	0,9
VÄRSKA	2023	7,4	850	78	1
VÄRSKA	2024	7,5	760	75	0,9
RAIGLA	2020	8,9	1200	51	1,1
RAIGLA	2021	9,3	1400	110	0,7
RAIGLA	2022	8,3	1200	71	0,9
RAIGLA	2023	8	1200	87	1
RAIGLA	2024	8,3	1200	81	0,6
JÕEPERA	2020	9	1500	65	1
JÕEPERA	2021	9,4	1700	120	0,7
JÕEPERA	2022	8,4	1300	69	0,8
JÕEPERA	2023	8,5	1200	76	0,8
JÕEPERA	2024	8,1	1300	120	0,6
LAAKSAARE	2020	9	1200	60	1
LAAKSAARE	2021	8,9	1000	51	1,2
LAAKSAARE	2022	8,3	1200	60	0,7
LAAKSAARE	2023	8,2	1200	87	0,9
LAAKSAARE	2024	8	1000	70	0,7
VARNJA	2020	8,2	1000	56	0,9
VARNJA	2021	8,5	570	86	0,5
VARNJA	2022	7,8	1100	38	1
VARNJA	2023	8	1200	65	1,3
VARNJA	2024	8,1	980	63	0,8
LAHEPERA	2020	8,2	1200	85	
LAHEPERA	2021	8,4	550	150	
LAHEPERA	2022	8,6	1000	48	
LAHEPERA	2023	8,2	1600	98	0,45
LAHEPERA	2024	7,8	870	34	
KODAVERE	2020	8,2	1100	100	
KODAVERE	2021	8,9	470	130	
KODAVERE	2022	8,7	1000	42	
KODAVERE	2023	8,1	890	44	
KODAVERE	2024	8,5	870	49	
RAJA	2020	8,8	790	56	2,5
RAJA	2021	8,8	530	110	1,4
RAJA	2022	8,5	930	37	2,2
RAJA	2023	8,7	870	39	2,7
RAJA	2024	8,8	750	38	1,7
TAMMISPÄÄ	2020	8,8	910	52	
TAMMISPÄÄ	2021	8,9	450	47	
TAMMISPÄÄ	2022	8,6	890	38	
TAMMISPÄÄ	2023	8,8	720	23	2,5



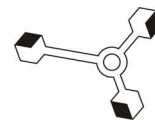
Koht/ Näitaja	Aasta	pH	N üld µg/l	P üld µg/l	SD, m
TAMMISPÄÄ	2024	8,6	660	24	2,2
RANNAPUNGERJA	2020	8,7	810	39	
RANNAPUNGERJA	2021	8,8	420	41	
RANNAPUNGERJA	2022	8,7	1000	36	
RANNAPUNGERJA	2023	8,5	920	46	
RANNAPUNGERJA	2024	8,6	780	44	

Värvide tähendused:

Väga hea	Hea	Kesine	Halb	Väga halb
----------	-----	--------	------	-----------

Vee pH põhjal on seisund väga hea olnud vaid Värskas lahes. Lämmijärve seirekohtades on pH pidevalt olnud halval või väga halval tasemel ning Suurjärves vastas pH halvale või väga halvale Rajast kuni Tammispääni. Varnjas ja Laheperas on pH muutlikum ning kõikunud heast halvani. Üldlämmastiku sisaldus vees on Lämmijärves olnud valdavalt halval tasemel, Suurjärves muutlikum. Üldfosfori näitajad on kõige kõrgemad olnud Varnjast Rajani.

Kui võrrelda vee parameetrite alusel antavaid hinnanguid taimestiku põhjal saadud tulemustega (Tabel 30 ja 2023. aasta aruande koondtabel 5), on viimased olnud märksa paremad, kõikudes hea ja kesise vahel. Litoraali kogunevad ning vett väetavad fütoplanktoni massid ning taimejäänused, teiselt poolt rannast lähtuva koormuse vahetu mõju. Mõnel aastal on rannas ka palju surnud kalu. Suurtaimestiku koosseis ja kvantitatiivsed näitajad vastavad Peipsis kaasajal kõikjal vähemalt eutroofsele tasemele. Et kõrgemate taimede koosseisu põhjal seisundi määramine ei anna aastast aastasse väga erinevaid tulemusi, on seetõttu arusaadav. Litoraali jaguneb kaldalähedaseks ja avajärveliseks (väljaspool roostikku) vööndiks, millest kumbagi ei saa pidada vähem oluliseks, sest avajärves integreerub laiem mõju, kaldavööndis aga kajastub eelkõige kohalik. Paadikanaleid ja nende suudmeid ummistavad kõrget biogeenide sisaldust vajavad nõrgalt juurdunud või vabalt ujuvad taimed (kardhein, lemled) ning toimub kiire mudastumine. Roostikust avajärve pool, kus vee liikumine on tugev, valitsevad enamikus seirekohtades keskmist või kõrget toitelisust vajavad kaelus- ja kamm-penikeel, mille ohtrus aastati kõigub. Varjuline osa säilitab aastast aastasse oma hüpertroofse, avajärv eutroofse koosluse.

**Tabel 30.** Seisundi hinnangud suurtaimestiku järgi 2023. ja 2024. aastal

Aasta / koht	Rannapungerja	Tammispää	Raja	Kodavere	Lahepera	Varnja	Laaksaare	Jõepera	Raigla	Värska
2023	he	ke	ke	ke	ke	he	he	ke	he	he
Suurtaimede ÖKS	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7
2024	ke	ke	ke	ke	ke	he	he	ke	he	he
Suurtaimede ÖKS	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7



hea



kesine

Millist informatsiooni võimaldab vähe erinevaid seisundeid kirjeldav iga-aastane taimestiku seire?

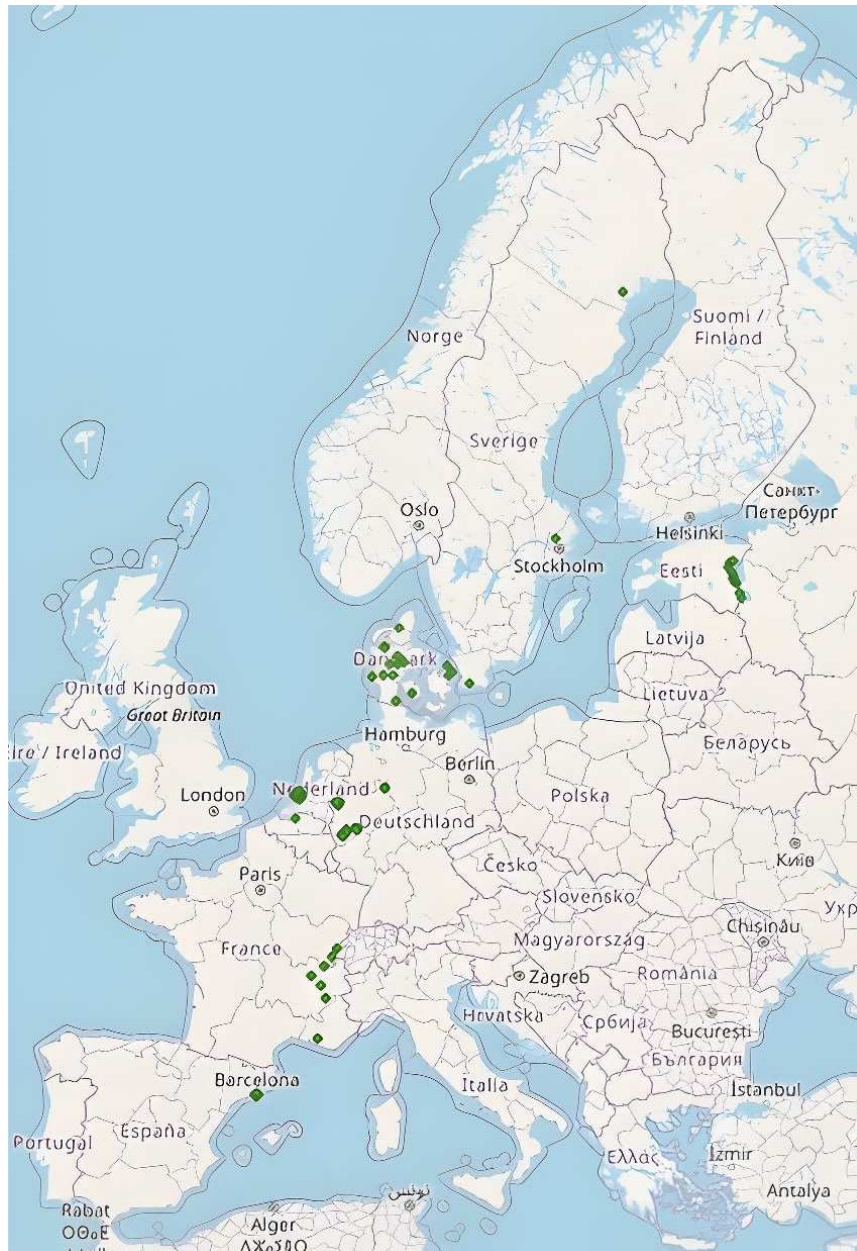
1. Selle põhjal saame kindlaks teha looduslikest põhjustest tingitud aastate erinevuse, mille tõest hindamist võimaldab ainult pidev, aastakümneid kestev seire. See teave võimaldab eristada pikaajalisi trende võnkumistest ning on järeltuste aluseks.
2. Kuna Peipsi kallastel käib vilgas inimtegevus: rannapuhastus, sadamate rajamine ja muud ümberkujundused koos jätkuva reostusega, võimaldab pidev seire tuvastada kiireid lokaalseid muutusi ja mõjusid järvele.
3. Peipsi suurtaimestiku andmebaas on väärtuslik ka laiemas kontekstis, sest maailmas pole kuigi palju pikaajaliste vaatluste andmeid. Need andmed on tänaseks jõudnud üle-euroopaliselt andmebaasi, kuhu kogutakse vähemalt kümme aastat kestnud uuringute tulemusi (Joonis 75). Nii on võimalik lõpuks jõuda ka laiemate üldistusteni.

Vanemad taimeandmed 49 seirekohast ümber kogu järve pärinevad aastaist 1970 ja 1980 ning olid kahtlemata mõjutatud ka konkreetse aasta oludest. Siiski on võimalik teha üldistusi. Võrreldes kaasaegset Peipsi taimestikku varasemaga on järv muutunud märksa taimerikkamaks. Kui võrdlesime⁵¹ 76 taksoni esinemissagedusi aastail 1970, 1980 ja 1997-2014, selgus, et 35% neist kas ilmusid või levisid laiemalt 1980. aastaks või järgmiseks perioodiks ning oluline muutus esinemissageduses toimus 53 taksonil. See protsess algas järve lõunaosast ning laieneva levikuga liigid olid just veepiiri

⁵¹ Mäemets, H., Palmik, K. & M. Haldna, 2016. Eutrophication-driven spatial and temporal changes in macrophyte diversity in Lake Peipsi. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 65, 4, 394–407; doi: 10.3176/proc.2016.4.07



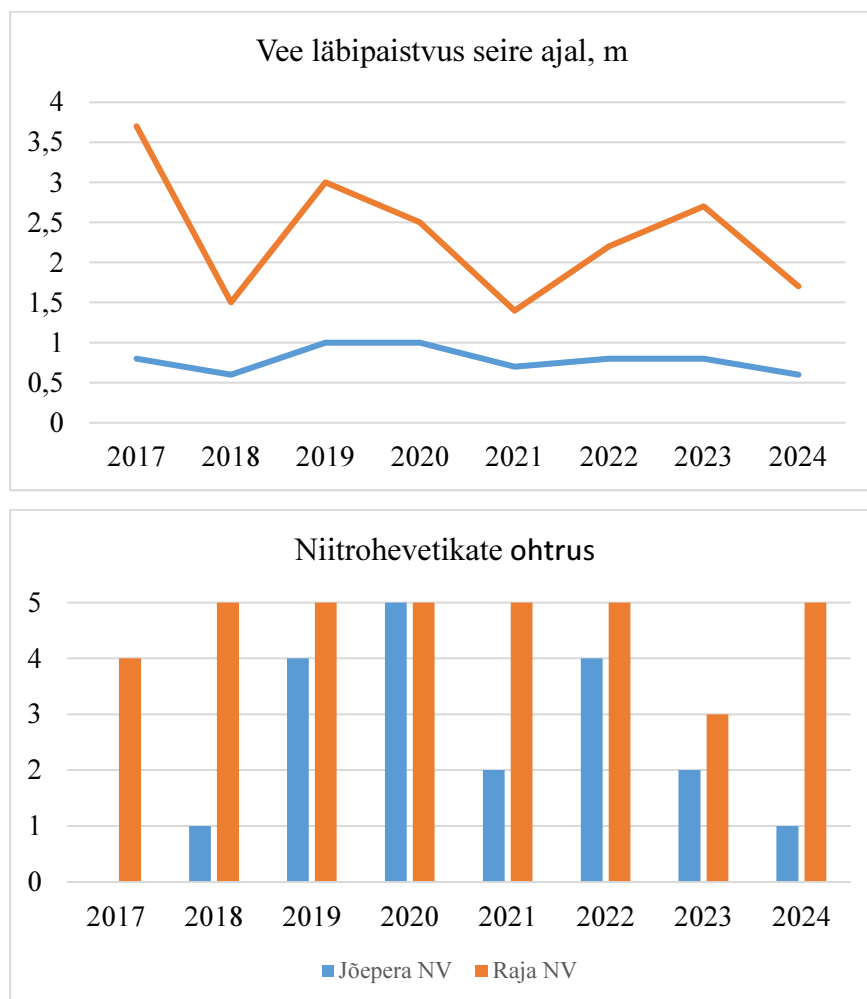
kinnikasvamisega seotud. Väheste taimestikuga litoraal ei pruugi aga tingimata tähendada madalat troofsust. Laaksaare seirekohas on vaatamata kõvale liivapõhjale veesisest taimestikku ja niitvetikaid vähe. Tabelist 29 näeme, et vee biogeenide sisaldus Laaksaares näitab viimasel ajal pidevalt kesist või halba taset. Praegune seirekoht sadamast põhja pool nihutati sinna seoses sadama ehitusega, alates 2007. aastast. Kallas on looduslik ja selle taimestik stabiilse koosseisuga, kuid Eesti Värava süvendamisel kaadati sellesse piirkonda süvendamisel välja kaevatud materjali. Teisalt võib siiski väita, et kaldalt tuleva koormuse puudumine Laaksaares tingib ka väheste veesisese taimestiku.



Joonis 75. Ülevaade Euroopa seisuveekogudest, millest on vähemalt 10 järjestikuse aasta taimestiku vaatlused (baasi haldab Senckenbergi Ühing: <https://www.senckenberg.de>)



Oleme seisundi hindamisel oluliseks pidanud lühemaerialiste produtsentide, epifüütoni ja suurte niitvetikate ohtrust (Tabel 7). Epifüütoni andmeid oli rohkesti kasutada seire algusaastail, kui R. Laugaste uuris intensiivselt Peipsi epifüütonit. Viimasel ajal pole taimede pealiskasvu järgi seisundiklassi hinnatud. Niitrohevetikate ohtrust oleme pidevalt jälginud ning pidanud neid indikatiivsemaks parema läbipaistvusega järveosades, nagu on Raja Suurjärve loodekäärus. Joonisel 76 on võrreldud Raja ja Jõepera seirekohtade vee läbipaistvust (SD) ning niitrohevetikate ohtrust aastail 2017-2024. Näeme, et kui Jõeperas küünib suvel SD 1 m lähedale, on seal ka niitvetikate ohtrus suur. Esialgne järeldus on, et niitrohevetikate indikatiivsus on parem SD väärtusel ≥ 1 m. Arvestades seda, et me ei tea litoraali läbipaistvust seireaasta kevadel, samuti suure järve eripära, kus SD tugevasti sõltub mõõtmispäeval puhunud tuulest ning seirekohta kogunenud fütoplanktoni rohkusest, tundub selline kõrvutamine asjakohatu, sest niitvetikate areng on selleks hetkeks kestnud juba nädalaid. Võiks arvata, et neid kahte näitajat pole mõtet võrrelda. Siiski näeme, et kuigi Lämmijärves on kõikumised hoopis väiksemad ja vesi pidevalt hägusem kui Suurjärves, langevad iga-aastased mõne järjestikuse seirepäeva jooksul mõõdetud SD miinimumid ja maksimumid järve osades kokku.



Joonis 76. Vee läbipaistvus taimeseire ajal ja niitrohevetikate ohtrus (0-5 palli) Jõepera (sinine) ja Raja (punane) seirekohtades aastail 2017-2024



5. Peipsi järve ökoloogilise seisundi hinnang

Peipsi järve ökoloogilise seisundi hindamisel lähtutakse KKM määrusest nr. 19. Aastate 2024., 2023., 2022. ja 2016-2021 seisundiklassid on toodud tabelis 31. FÜBE (füto bentose), SUSE (litoraali suurselgrootute) ja MAFÜ (suurtaimestiku) seisundihinnangud on järveosadele antud järvesosa seirepunktide halvima hinnangu alusel. Seireperioodil 2016-2021 on arvestatud kogu perioodi halvimat hinnangut.

Füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate (FÜKE) alusel oli 2024. aastal Peipsi järve ja Lämmijärve seisundiklass kesine. Fütoplanktoni kvaliteedinäitajatel (Chla, FBM ja CY) põhineva hinnangu järgi oli Peipsi järve ja Lämmijärve seisund 2024. aastal kokkuvõttes halb. Füto bentose ja suurtaimede järgi oli Peipsi järve ja Lämmijärve seisund 2024. aastal kesine.

Vastalt KKM määrusele nr. 19 määratakse seisuveekogumi ökoloogiline seisundiklass bioloogiliste kvaliteedielementide ökoloogiliste seisundiklasside ja bioloogilisi kvaliteedielemente toetavate füüsikalise-keemiliste üldtingimuste ökoloogilise seisundiklassi alusel halvima järgi. Seega oli 2024. aastal nii **Peipsi järve kui ka Lämmijärve ökoloogiline seisundiklass (ÖSE) halb**. Koondhinnang oli halb ka 2023. ja 2022. aastal ning väga halb perioodil 2016-2021.

Tabel 31. Peipsi järve ökoloogilised seisundiklassid 2024., 2023. ja 2022. aastal ja aastatel 2016-2021 vegetatsiooniperioodi keskmiste põhjal

	Peipsi järv				Lämmijärv			
Kvaliteedielement	2024	2023	2022	2016-2021	2024	2023	2022	2016-2021
FÜKE ÖKS	0,42	0.35	0.41	0.45	0,41	0.35	0.38	0.49
Chla (µg/l)	22,7	24.6	20	19.6	45	46.27	52.6	45.1
FBM (mg/l)	9,6	9.8	3.7	5.3	16,35	17.2	8.5	13
CY %	53	57.1	44	40	73	62.8	76	63.2
FÜBE	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine	hea	hea	kesine
SUSE		kesine	halb	väga halb		hea	halb	väga halb
Taimed	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine
Ökoloogiline seisundiklass (ÖSE)	halb	halb	halb	väga halb	halb	halb	halb	väga halb



6. Kokkuvõte

Vastavalt eraldise kasutamise lepingu nr. 4-4/24/2 lisale 12 toimus 2024. aastal hüdrokeemiline ja hüdrobioloogiline seire Peipsi ja Lämmijärvel vegetatsiooniperioodil (maist oktoobrini) ning 1 kord talvisel perioodil (märts).

2024. aasta **füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang** Peipsi ja Lämmijärves oli **kesine**. Üldlammastik ja üldfosfor jäid mõlemas järveosas kesisesse, pH halba ökoloogilisse seisundiklassi. Läbipaistvus oli 2024. aastal Peipsi järves kesises ja Lämmijärves halvas ökoloogilises seisundiklassis. Aastatel 2009-2022 olid füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud kesises ökoloogilises seisundiklassis, 2023. aastal halvas klassis.

2024. aastal määratud keemilise seisundi kvaliteedinäitajate (KESE osaline) (Hg, Cd, Ni, Pb) osas keskkonna kvaliteedi piirväärtuste ületamisi ei esinenud. **Vesikonnaspetsiifiliste saasteainete seisundiklass** 2024. aasta seireandmete alusel on Peipsi järves ja Lämmijärves **hea**.

Peipsi Suurjärve **seisundihinnang fütoplanktoni näitajate alusel** oli 2024. aastal **halb** - (klorofüll *a* sisalduse ja fütoplanktoni biomassi hinnangute alusel **halb**, sinivetikate osakaalu alusel biomassis **kesine**). Lämmijärves näitasid kõik fütoplanktoni näitajad seisundit **halb**. Võrreldes 2023. aastaga on Lämmijärve seisundihinnang halvenenud, sinivetikate % kogubiomassist näitas ka seisundit **halb**, Peipsi Suurjärves jäid hinnangud seisundile samaks.

Võrreldes eelmise veemajandusperioodi (2016-2021) keskmise hinnanguga on 2024. aastal järve seisund **fütoplanktoni alusel** halvenenud (Peipsi Suurjärves oli siis hinnang kõigi näitajate alusel **kesine** ja Lämmijärves kahe näitaja alusel **kesine** ja klorofüll *a* sisalduse alusel **halb**).

Peipsi Suurjärves ja Lämmijärves olid fütoplanktoni biomassi, klorofüll *a* sisalduse, sini- ja ränivetikate biomassi ning liigilise mitmekesisuse aritmeetilised keskmised 2024. aastal kõrgemad kui pikaajalised (1997-2023) keskmised.

Fütoplanktoni biomassi keskmine sisaldus kasvas mõlemas järveosas kevadest sügise suunas, maksimaalsed keskmised väärtused oli mõlemas järveosas septembrikuus (18,2 g/m³ Peipsi Suurjärves ja 41,2 g/m³ Lämmijärves). Sarnane dünaamika oli klorofüll *a* keskmisel sisaldusel (maksimaalsed keskmised väärtused septembris 44,6 mg/m³ Peipsi Suurjärves ja 106,9 mg/m³ Lämmijärves).

Ränivetikad ja sinivetikad moodustasid 2024. aastal enamuse fütoplanktoni biomassist, Peipsi Suurjärves oli keskmiselt ränivetikate osakaal kõrgem mais (57%) ja augustis (45%), teistel kuudel domineerisid sinivetikad. Lämmijärves domineerisid ränivetikad mais (38%) ja teistel kuudel domineerisid ülekaalukalt sinivetikad.



Ränivetikate hulgas domineerisid erinevad ketasränivetikad perekondadest *Actinocyclus*, *Cyclotella* ja *Stephanodiscus* ning *Aulacoseira* ja sulgränivetikad *Asterionella formosa* ja *Fragilaria crotonensis*.

Sinivetikate hulgas domineerisid või kaasdomineerisid mõlemas järveosas peamiselt perekonna *Microcystis* liigid (*M. wesenbergii*, *M. viridis*, *M. flos-aquae*), alates augustist kuni oktoobrini domineeris või kaasdomineeris biomassis, sügisel ka arvukuses niitjas sinivetikas *Aphanizomenon klebahnii*. Lämmijärves olid mais ja juunis dominantideks koloonialised sinivetikad perekondadest *Aphanocapsa*, *Anathece* ja *Cyanodictyon* ning punktis 38 domineeris mais Võrtsjärvele iseloomulik niitjas sinivetikas *Limnothrix redekei*.

Kogu vegetatsiooniperiood oli normist kõrgema temperatuuriga, suurim erinevus normist oli septembris (3,6°C), mis soodustas nii perekonna *Microcystis* kasvu kui *Aphanizomenon klebahnii* arengut.

Vähemusrühmade keskmine biomass Peipsi Suurjärves oli kogu vegetatsiooniperioodi vältel <1 g/m³ ning Lämmijärves <1,4 g/m³. Vähemusrühmadest olid mõlemas järveosas kogu aeg olemas neelvetikad (maksimum 16,4% fütoplanktoni biomassist) ja juunis olid Peipsi Suurjärves suurema biomassiga vaguviburvetikad (maksimum 19,3% fütoplanktoni biomassist), peamiselt *Ceratium hirundinella*.

Karotinoide, feopigmentide ja klorofüll c keskmine sisaldus nii Peipsi Suurjärves kui Lämmijärves oli kõige kõrgem septembrikuus, feopigmentide keskmine sisaldus oli oluliselt madalam kui 2023. aastal.

Zooplankton on veekogu seisundi hindamisel kõrge indikatiivse väärtusega elustikurühm. Peipsi järve zooplanktoni liigiline koosseis on rikkalik – koos eksisteerivad nii eutroofsetele vetele iseloomulikud liigid kui ka madalamat troofsust näitavad liigid. Eutroofseid liike on planktonis rohkem ning nende domineerimine võimsam, eriti Lämmijärves.

Vegetatsiooniperioodil oli keriloomade suhteline arvukus Peipsi järveosade planktonis suur. Nii keriloomade suhtelise kui ka keskmise arvukuse kasv viimasel dekaadil (al. 2014) näitab kogu Peipsi järve jätkuvat eutrofeerumist. 2024. a vegetatsiooniperioodil oli vesikirbuliste arvukuse keskväärts pikaajalisest keskmisest veidi kõrgem. Seda põhjustas ebaefektiivse vetikatarbija ja eutroofsete vete indikaatorliigi *Chydorus sphaericus*’e suur arvukus Lämmijärves. Lämmijärve teiseks arvukaks vesikirbuliseks oli samuti eutroofsete veekogude indikaatorloom *Daphnia cucullata*. Suurjärve vesikirbuliste seas olid arvukad puhtamaid veekogusid eelistavad liigid *Daphnia galeata* ja *Diaphanosoma brachyurum*. Aerjalgsed olid planktonis esindatud peamiselt noorvormidena, mis näitab tugevat kalade toitumissurve. Arvukaim täiskasvanud aerjalgne oli kalade lemmik-toiduobjekt *Eudiaptomus gracilis*.

Pigem puhtamatele veekogudele iseloomulikke rändkarbi vastseid oli Peipsi järve suvises planktonis vähe. Enim leitud neid Suurjärves, eriti Emajõe suudmepiirkonnas, seirepunktis 38.



Peipsi Suurjärv oli pigem nõrgalt eutroofne, Lämmijärv tugevalt eutroofne. Ehkki zooplanktoni hulk ja koosseis näitasid kalamaimude toitumissurvet, näis planktonis siiski olevat piisavalt ka kalamaimude toiduks kvaliteetseid suuri planktereid.

Ripsloomade biomassi kasv 2024. aastal võrreldes eelneva seisundihindamise perioodiga võib viidata sellele, et **klassikaline toiduahel on Peipsi järves nõrgenemas**. Kliima edasisel soojenemisel võib oodata tormide sagenemist. Kuna ripsloomad on väga kiirekasvulised liigid, siis sobib neile hästi toitainete lisandumine tormist tingitud impulssidena (põhjasetetest), mis soodustab nende toidulaua (bakterid) kiiret kasvu. Seega võib ripsloomade osatähtsus tulevikus suureneda ning sellega seoses kaudselt langeda klassikalise aineringe üldine tõhusus.

Fütobentose hinnangutena oli 2023. a **Peipsi järve seisund** Tammispää lõigul **väga hea**, Rannapungerja, Kodavere ja Varnja lõigus **hea** ning Raja ja Lahepera lõigus **kesine**. **Lämmijärve** kolmes uurimislõigus (Laaksaare, Jõepera ja Raigla) ning Värskas lõigus oli seisund **hea**. Võrreldes 2022. aastaga oli 2023. aastal seisund Peipsi suurjärves jäänud samaks kolmes lõigus (Rannapungerja, Kodavere, Varnja). Tammispää lõigus oli seisund paranenud ning Raja ja Lahepera lõigus muutunud halvemaks. Lämmijärve kolmes uurimislõigus (Laaksaare, Jõepera ja Raidla) ning Värskas lõigus oli seisund muutunud kesisest heaks.

Suurtaimestiku seire tulemused näitasid üsna sarnast seisundit võrreldes 2023. aastaga, nii liigilises koosseisus kui ka selle erinevustes seirekohtade vahel. Jätkub roostiku lisandumine Suurjärves ning endiselt toimub kõige kiirem kinnikasvamine Rannapungerjas ja Kodavere piirkonnas. Lahepera seirekoht on kaotanud selge piiri oja suudmega ning täis kõrgekasvulist taimestikku. Eeltoodust tuleneb vajadus Loodusdirektiivi järve-elupaiga 3130 „kesktoitelised järved“ alade põhjalikuks läbivaatuseks Peipsi järves. Seire andmed viitavad sellele, et elupaigale iseloomulik madalmurus taimestik on säilinud vaid väheses ulatuses. Kui võrrelda järve ökoloogilise seisundi hindamiseks kasutatavaid näitajaid, annab taimestik vähemalt klassi võrra parema tulemuse kui litoraali veeparameetrid. Peipsi taimestiku avavees rohketoitelisust ja varjulistes kohtades ülirohketoitelisust kajastav koosseis on püsinud juba aastakümneid. Seisundi hinnang on varjuliste kohtade põhjal pigem **halb**, kuid avavee taimestiku arvesse võtmine on kokkuvõttes andnud **hea** või **kesise** seisundihinnangu.

Kokkuvõttes oli 2024. aastal Peipsi järve ja Lämmijärve ökoloogiline seisund halb.

Ettepanekud

Zooplankton on iga veekogu ökosüsteemi oluline komponent. Zooplanktoni kaudu kandub fütoplanktoni poolt toodetud orgaaniline aine toiduahela kõrgemate troofiliste tasemeteni – sh



kaladeni⁵². Peipsi järves on zooplankton esmaseks toiduks kõikidele kalamaimudele ning põhitoiduks planktofaagidele – endeemsele Peipsi tindile ja räbbisele. Seega sõltub zooplanktonist ka veekogu kalastiku potentsiaal⁵³. Lisaks on tõestatud, et zooplankton omab kõrget indikatiivset väärtust veekogude troofsuse ja ökoloogilise kvaliteedi määramisel⁵⁴.

Kõiki neid väärtuseid arvesse võttes on kindlasti vajalik lisada zooplankton bioloogilise kvaliteedielemendina Veepoliitika Raamdirektiivi ning looma veekogude seisundi klassipiirid zooplanktoni järgi vastavas Eesti seadusandluses.

Suurtaimestik: Ridakülades tuleb järjekindlalt tegeleda ühiskanaliseerimise rajamisega. Võimalikult kiiresti on vaja läbi viia Loodusdirektiivi elupaiga 3130 inventuur Peipsi rannikul. Lisaks sellele peaks välja selgitama, kas on täiendavaid 3130 tüübile vastavaid rannalõike, kuna seni dokumentides fikseeritud piirkonnad on viimase 20 aastaga tugevasti kinni kasvanud.

⁵² Jensen, T.C., 2019. Winter decrease of zooplankton abundance and biomass in subalpine oligotrophic Lake Atnsjøen (SE Norway). *Journal of Limnology*, DOI: [10.4081/jlimnol.2019.1877](https://doi.org/10.4081/jlimnol.2019.1877).

⁵³ Thomas, M., Prasad, A.G.D., 1999. Lakes – biodiversity and sustainable management with special reference to the lakes of Mysore. Külastatud aadressil: http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/lake2006/programme/programme/proceedings/fullpaper_pdfs/Mathew%20Thomas.pdf (09.01.2025).

⁵⁴ Jeppesen, E., Nöges, P., Davidson, T.A., Haberman, J., Nöges, T., Blank, K., Lauridsen et al., 2011. Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia* 676: 279–297.



Lisa 1. Määratavate näitajate katsemeetodid, mõõteprintsiihid ja kasutatud seadmed

Füüsikalis-keemilised näitajad

Määratav näitaja	Katsemeetod	Mõõteprintsii	Vahendid
Temperatuur	EVS-EN ISO 5667-4	elektrokeemia	Kombineeritud mõõtevahend HandyLab680, SI Analytics GmbH, 2015
Hõljuvaine	EVS-EN 872	gravimeetria	
pH	ISO 10523	elektrokeemia	pH-meeter SG2, Mettler Toledo, 2010
Lahustunud hapnik	ISO 17289; STJnrV51-1	elektrokeemia	Kombineeritud mõõtevahend HandyLab680, SI Analytics GmbH, 2015
aluselisus	EVS-EN ISO 9963-1	tiitrimeetria	Automaattitraator Titrand 905, Metrohm, 2013
happesus	SFS 3005	tiitrimeetria	Automaattitraator Titrand 905, Metrohm, 2013
BHT ₅	EVS-EN 1899-2	elektrokeemia	Hapnikuanalüsaator YsiProODO, YSI Ltd, 2016
KHT _{Mn}	SFS 3036	tiitrimeetria	Automaatne tiitrimisseade Compact Titrator G20, Mettler Toledo, 2011
KHT _{Cr}	EVS-EN ISO 15705	spektrofotomeetria	Spektrofotomeeter UV/VIS6405, Jenway/Inglismaa, 2008
NH ₄	EVS-EN ISO 11732	spektrofotomeetria	Automaatanalüsaator Skalar San++Analyzer, Skalar/Holland, 2015
NO ₂	EVS-EN ISO 13395	spektrofotomeetria	Automaatanalüsaator Skalar Sanplus Analyzer CFA, Skalar/Holland, 2013
üldN	EVS-EN ISO 11905-1	spektrofotomeetria	Automaatanalüsaator Skalar San++Analyzer, Skalar/Holland, 2015
üldP; PO ₄	ISO 15681-2	spektrofotomeetria	Autoaanalüsaator, Skalar Sanplus Analyzer CFA, Skalar/Holland, 2020
Cl; SO ₄ ; NO ₃	EVS-EN ISO 10304-1	ioonkromatograafia	ioonkromatograaf ICS 2100, Thermo Scientific, 2013
Elektrijuhtivus	EVS-EN 27888	elektrokeemia	Kombineeritud mõõtevahend HandyLab680, SI Analytics GmbH, 2015
Värvus	EVS-EN ISO 7887, osa C	spektrofotomeetria	Spektrofotomeeter UV-1800, Shimadzu Instruments Ltd, 2009
Üldkaredus; Ca; Mg	SFS 3003	tiitrimeetria	Automaattitraator Titrand 905, Metrohm, 2010



Määratav näitaja	Katsemeetod	Mõõteprintsip	Vahendid
üldFe	ISO 6332	spektrofotomeetria	Spektrofotomeeter UV-1800, Shimadzu Instruments Ltd, 2009
K; Na	ISO 9964-3	spektrofotomeetria	Aatomabsorptsioon spektromeeter 240FS AA, Agilent Technologies, 2013
Si	Methods of Seawater Analysis, Grasshoff 1999	spektrofotomeetria	Spektrofotomeeter UV-1800, Shimadzu Instruments Ltd, 2009
Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, Mn	EVS-EN ISO 17294-2	spektrofotomeetria	Induktiivplasma (ICP) massispektromeeter 7700, Agilent Technologies, 2013
Hg	EVS-EN ISO 17852		Elavhõbedaanalüsaator QuickTrace M-8000, CETAC Technologies, 2013
Naftasaadused	EVS-EN ISO 9377-2	kromatograafia	Gaasikromatograaf leekionisatsioonidetektoriga (GC/FID), Agilent Technologies, 2013
1-ja2-aluselised fenoolid	STJ nr U12D	kromatograafia	Kõrgsurvevedelikkromatograaf elektrokeemilise dektoriga, Agilent 1290 Infinity+Antec Decade II, Agilent Technologies, 2013



Lisa 2. Kvaliteedinäitajate keskmised kontsentratsioonid 2024. aastal

Pinna- ja põhjakihi mai kuni oktoobri analüüsitulemuste keskmised

Jaam	Tüüp	Temp. °C	pH	O ₂ mg/l	O ₂ %	Värvus mg/l Pt	El. juhtivus µS/cm	Heljum mg/l	BHT ₅ mgO ₂ /l	Aluselisus mmol/l	Happesus mmol/l	KHT _{Cr} mg/l	NH ₄ -N mgN/l	NO ₂ -N mgN/l	NO ₃ -N mgN/l	Nüld mg/l	PO ₄ -P mgP/l	Püld mg/l
92	S7-2	16,4	8,3	9,7	99	21,8	295	7,6	1,7	2,7	pH ≥ 8.3	29	0,040	< 0,003	0,032	0,74	0,009	0,049
2	S7-2	16,4	8,3	16,5	100	23,2	295	7,1	1,7	2,7	pH ≥ 8.3	31	0,036	0,0030	0,039	0,77	0,007	0,049
4	S7-2	16,6	8,3	9,5	97	20,9	298	7,3	1,7	2,7	pH ≥ 8.3	31	0,047	< 0,003	0,030	0,80	0,007	0,044
11	S7-2	17,2	8,3	9,6	100	24,3	291	6,8	1,8	2,7	pH ≥ 8.3	35	0,056	< 0,003	0,10	0,88	0,006	0,045
12	S7-2	14,4	8,3	10,5	102	24,8	297	7,7	1,9	2,7	pH ≥ 8.3	29	0,028	0,0030	0,071	0,84	0,005	0,041
38	S7-2	17,7	8,3	9,7	102	37,5	324	8,5	2,1	3,0	pH ≥ 8.3	36	0,040	0,0047	0,24	1,1	0,009	0,044
13	S7-1	14,0	8,4	11,1	107	44,0	263	14,2	2,2	2,4	pH ≥ 8.3	40	0,018	0,0030	0,083	0,94	0,007	0,068
14	S7-1	14,1	8,3	10,9	105	50,7	239	8,9	2,5	2,2	pH ≥ 8.3	45	0,035	0,0038	0,075	1,0	0,008	0,047
16	S7-1	17,5	8,2	9,8	102	58,9	236	14,6	3,0	2,2	0,020	53	0,093	0,0045	0,050	1,2	0,012	0,069
17	S7-1	17,1	8,2	9,6	99	62,1	238	19,6	3,2	2,2	0,027	53	0,10	0,0058	0,051	1,3	0,017	0,094

Jaam	Tüüp	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	Üldkaredus mg-ekv/l	K mg/l	Na mg/l	Si mgSi/l	üldFe mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
92	S7-2	6,4	11	3,0	2,1	4,7	0,28	0,11	44	9,7
2	S7-2	6,5	11	3,0	2,1	4,7	0,45	0,089	44	9,5
4	S7-2	6,5	11	3,0	2,1	4,9	0,24	0,092	44	9,7
11	S7-2	6,5	11	2,9	2,0	4,7	0,09	0,11	42	9,5
12	S7-2	6,5	12	3,0	2,0	4,8	0,57	0,11	43	10



Jaam	Tüüp	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	Üldkaredus mg-ekv/l	K mg/l	Na mg/l	Si mgSi/l	üldFe mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
38	S7-2	7,0	12	2,7	2,2	4,8	0,24	0,065	40	9,0
13	S7-1	5,6	9,7	2,7	1,9	4,5	0,23	0,30	38	8,7
14	S7-1	5,0	8,6	2,4	1,8	4,2	0,17	0,21	36	7,7
16	S7-1	4,8	7,5	2,5	1,9	4,5	0,15	0,31	37	7,3
17	S7-1	4,8	6,9	2,5	2,0	4,4	0,12	0,34	38	7,2



Lisa 3. Peipsi järveosade määratavate näitajate pinna- ja põhjakihi proovide keskmised märtsis aastatel 2009-2024

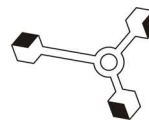
	Vee temperatuur (kraadi)		O2 (mg/l)		pH		Elektrijuhtivus (µS/cm)		Värvus (mg/l Pt)		Hõljuvaine (mg/l)		BHT5 (mgO2/l)		KHTCr (mg/l)	
	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv
2009	0.55	1.2	9.7	9.9	7.7	7.3	312.5	307.3	48.8	82.5	< 2	3.5	-	-	27.8	36.0
2010	0.68	1.2	11.3	9.4	8.0	7.9	315.8	309.5	42.3	130.0	5.4	4.2	< 1	< 1	25.6	45.0
2011	1.1	1.0	12.0	10.2	8.1	7.8	305.7	329.0	42.7	85.0	3.3	2.5	< 1	< 1	29.5	37.0
2012	0.58	1.2	14.1	11.0	8.3	8.0	287.3	339.3	32.0	45.0	4.4	5.7	1.0	1.1	33.4	34.5
2013	0.84	1.3	12.4	8.2	8.0	7.6	316.9	330.0	37.7	100.0	< 2	< 2	1.2	1.3	30.0	42.5
2014	1.8	2.9	13.5	11.0	8.2	7.8	285.1	316.3	28.5	46.3	2.2	2.8	1.4	2.0	24.7	33.3
2015	0.61	1.4	12.8	10.9	7.9	7.9	315.6	319.3	25.5	60.0	< 2	5.1	< 0.7	< 0.7	16.8	40.5
2016	0.65	1.5	14.4	14.1	8.3	7.8	337.3	322.2	23.6	35.0	< 2	2.2	1.6	1.7	19.3	17.4
2017	0.74	1.7	13.4	10.4	8.2	7.7	319.2	320.0	40.0	95.0	3.3	3.3	1.1	1.6	27.2	40.3
2018	0.35	0.48	15.2	14.2	8.0	7.9	271.1	312.2	70.8	121.7	3.1	< 2	0.83	0.87	39.7	47.8
2019	0.69	1.2	13.0	11.7	8.1	7.8	316.7	338.2	26.2	34.0	2.1	3.6	0.76	1.0	34.1	49.2
2020	1.2	1.8	14.2	13.5	8.3	8.2	306.7	260.8	30.4	93.2	9.9	26.5	1.5	1.8	36.0	46.2
2021	0.89	1.4	12.7	11.1	7.7	7.8	330.2	342.7	28.2	46.8	2.0	1.8	0.80	1.1	22.6	28.3
2022	1.2	1.6	11.5	9.4	7.5	7.0	332.8	329.0	19.5	67.3	< 2	4.9	1.7	2.5	33.6	44.2
2023	0.97	0.77	10.8	9.3	8.1	7.8	326.9	340.8	18.7	51.5	3.6	3.1	1.1	1.3	32.3	32.7
2024	1.1	0.70	12.4	10.1	8.2	7.9	316.9	311.7	30.2	82.8	4.1	4.4	1.5	1.7	20.0	43.6

	KHTMn (mgO/l)		Aluselisus (mmol/l)		Happesus (mmol/l)		NH4-N (mgN/l)		NO2-N (mgN/l)		NO3-N (mgN/l)		PO4-P (mgP/l)		Cl (mg/l)	
	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv
2009	-	-	2.8	2.8	0.041	0.093	0.053	0.083	0.014	0.008	0.27	0.40	0.010	0.026	7.1	7.1
2010	13.2	21.0	2.8	2.9	0.051	0.16	< 0.02	0.032	< 0.003	< 0.003	0.44	0.53	0.019	0.030	7.1	6.3
2011	12.8	16.8	2.8	3.0	0.069	0.13	0.057	0.020	< 0.003	< 0.003	0.32	0.53	0.014	0.031	7.2	7.2
2012	10.7	11.4	2.8	3.2	pH>8,3	0.15	0.021	0.097	< 0.003	0.007	0.33	0.73	0.006	0.022	6.5	9.0
2013	12.9	20.0	2.9	3.0	0.066	0.20	0.032	0.065	0.003	0.003	0.65	1.3	0.010	0.029	7.7	8.7
2014	9.6	12.5	2.5	2.8	0.061	0.13	0.038	0.054	< 0.003	0.005	0.19	0.43	0.003	0.008	6.2	7.6
2015	9.0	14.8	3.0	3.0	0.049	0.093	< 0.02	< 0.02	0.011	0.026	0.55	0.48	0.003	0.007	6.7	8.8
2016	8.7	10.7	2.9	3.0	pH>8,3	0.049	0.050	0.038	0.0053	0.012	0.28	0.28	0.013	0.009	7.0	9.1
2017	11.1	20.0	2.9	2.9	0.070	0.15	0.018	0.020	< 0.003	0.016	0.30	0.70	0.009	0.022	7.0	7.7

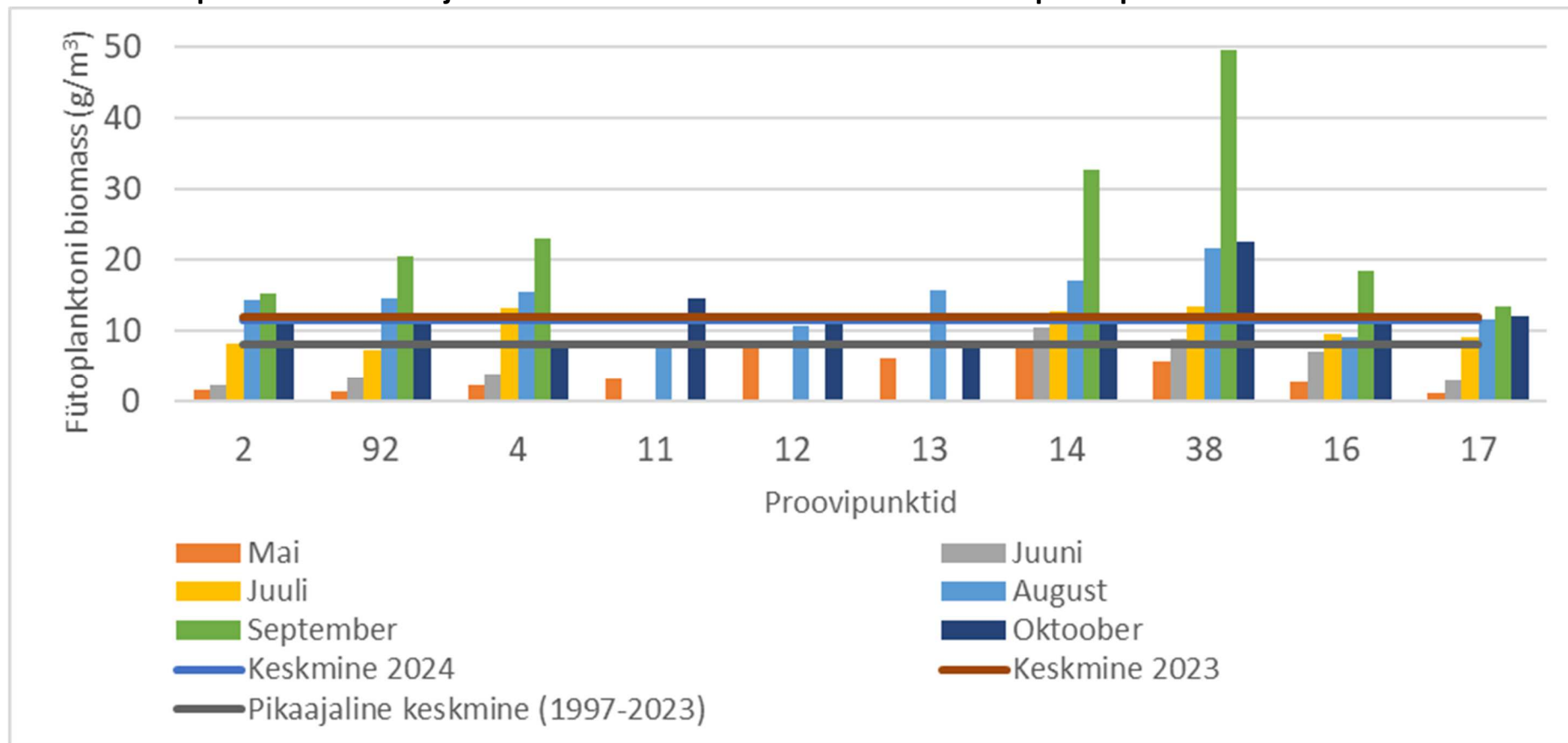


	KHTMn (mgO/l)		Aluselisus (mmol/l)		Happesus (mmol/l)		NH4-N (mgN/l)		NO2-N (mgN/l)		NO3-N (mgN/l)		PO4-P (mgP/l)		Cl (mg/l)	
	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv
2018	15.1	21.0	2.7	3.0	0.060	0.11	0.021	0.088	0.0037	0.012	0.35	0.68	0.011	0.038	6.0	5.8
2019	10.5	12.0	3.0	3.1	0.075	0.13	< 0.01	0.019	< 0.003	0.003	0.16	0.48	0.013	0.013	6.4	8.0
2020	11.4	21.0	2.8	2.4	pH>8,3	0.044	< 0.01	< 0.01	< 0.003	0.004	0.40	0.54	0.005	0.024	6.7	5.8
2021	12.0	15.0	3.1	3.2	0.089	0.13	0.020	0.087	< 0.003	0.009	0.65	0.40	0.017	0.019	7.2	8.9
2022	8.9	16.3	3.0	2.8	0.059	0.15	0.011	0.028	0.0044	0.018	0.22	0.93	0.008	0.026	7.5	8.4
2023	9.6	14.8	2.9	2.8	0.13	0.16	0.040	0.055	0.0033	0.010	0.18	0.76	0.007	0.020	7.2	8.6
2024	-	-	2.8	2.7	0.036	0.070	0.032	0.030	0.0037	0.021	0.56	0.99	0.011	0.023	6.8	7.7

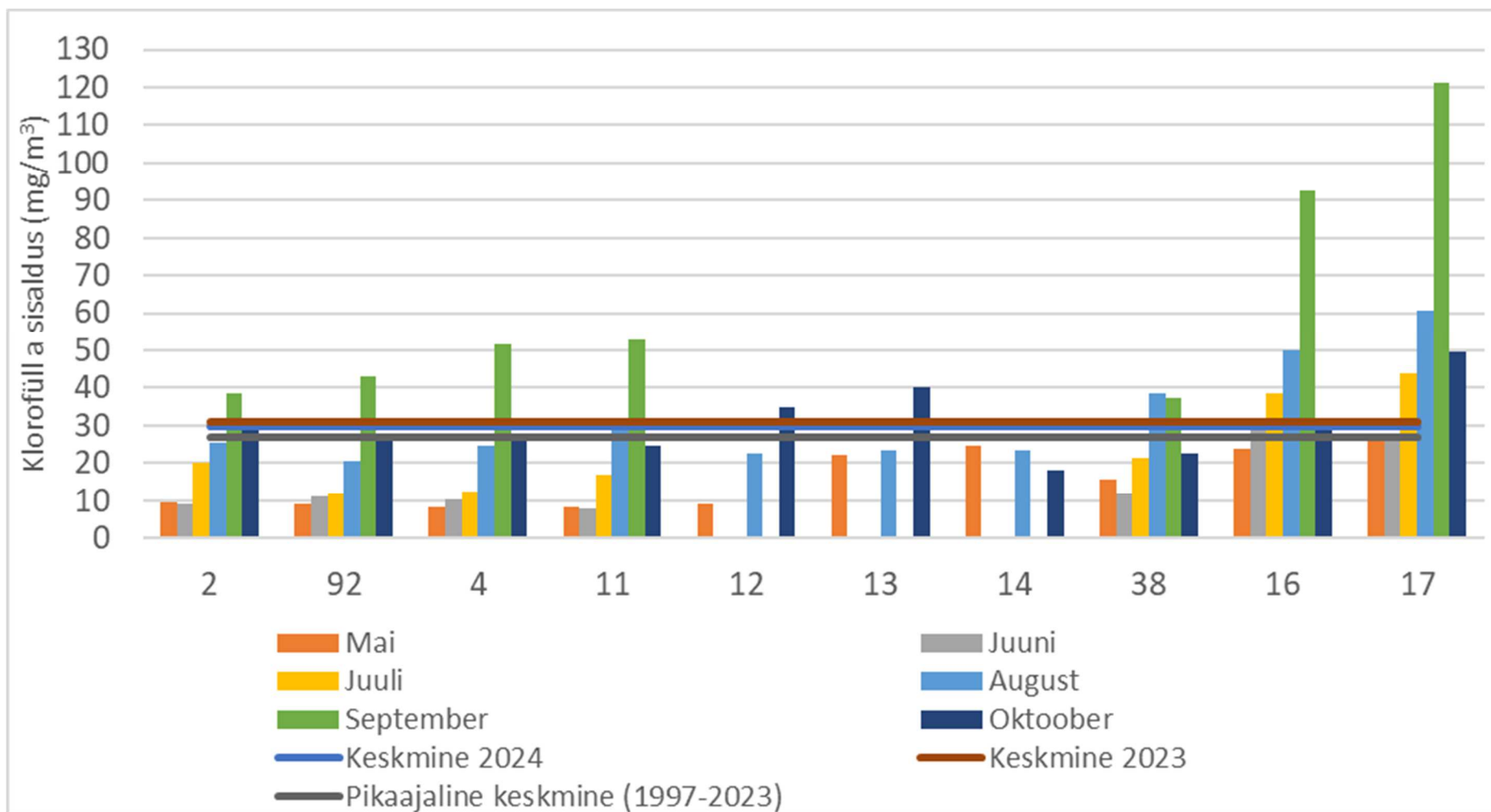
	SO4 (mg/l)		Üldkaredus (mg-ekv/l)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)		üldFe (mg/l)		K (mg/l)		Na (mg/l)		Si (mgSi/l)	
	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv	Peipsi	Lämmijärv
2009	15.2	11.5	3.1	3.0	47.7	47.6	9.0	8.0	0.062	0.31	2.2	2.3	4.4	4.6	1.8	2.3
2010	12.0	8.1	3.1	3.1	45.9	46.0	10.0	9.9	0.057	0.41	2.0	2.4	4.5	4.5	1.0	3.8
2011	11.3	10.1	3.1	3.4	44.5	48.3	10.7	11.5	0.085	0.43	2.3	2.6	3.6	4.7	1.3	2.6
2012	13.2	11.8	3.0	3.4	43.1	49.5	10.1	11.0	0.15	0.34	2.2	2.5	4.3	5.9	2.1	2.4
2013	14.3	12.8	3.1	3.5	36.5	49.0	15.6	12.5	0.058	0.44	2.2	2.4	4.5	5.5	1.9	3.1
2014	12.4	11.8	2.9	3.1	41.1	44.3	9.9	10.5	0.098	0.37	2.0	2.3	4.1	5.2	1.8	2.2
2015	15.1	13.8	3.1	3.1	44.7	44.3	10.5	10.8	0.067	0.24	2.1	2.7	4.8	6.3	1.4	3.1
2016	13.8	13.3	3.1	3.2	44.9	46.0	10.7	11.2	0.040	0.094	2.2	2.2	5.3	6.9	1.1	2.0
2017	12.3	9.8	3.1	3.2	44.3	45.7	11.2	11.2	0.10	0.35	2.2	2.7	5.4	6.3	0.71	3.0
2018	9.7	6.1	3.0	3.2	41.7	45.3	10.5	11.0	0.19	0.52	2.2	2.5	4.8	4.8	1.6	4.2
2019	10.1	8.6	3.1	3.2	44.6	46.5	10.3	11.0	0.052	0.12	2.4	2.5	5.4	6.5	0.94	0.95
2020	12.0	8.6	3.1	2.7	47.1	42.5	9.1	7.4	0.15	0.69	2.2	2.2	5.1	4.6	1.2	2.9
2021	13.2	10.6	3.3	3.4	47.7	48.5	11.1	11.3	0.066	0.15	2.3	2.4	5.6	7.5	1.5	2.2
2022	13.5	12.3	3.4	3.3	46.4	45.8	13.0	12.3	0.033	0.22	2.4	2.6	5.8	6.6	0.92	2.3
2023	12.9	11.8	3.2	3.3	45.1	44.8	12.4	12.2	0.054	0.26	2.1	2.4	5.8	6.7	0.60	3.1
2024	12.4	12.5	3.1	3.0	45.9	45.0	10.2	9.6	0.11	0.34	2.2	2.5	5.2	6.0	1.8	3.2



Lisa 4. Fütoplanktoni biomass ja klorofüll a sisaldus 2024. aastal erinevates proovipunktides



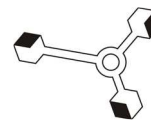
Joonis L1. Fütoplanktoni biomass (g/m³) proovipunktides 2024. aastal



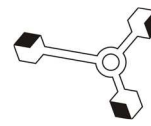
Joonis L2. Klorofüll a sisaldus (mg/m³) proovipunktides 2024. aastal


Lisa 5. Bentiliste ränivetikate loendusandmed Peipsi järve seirelõikudes 2024. a

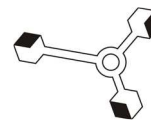
Takson	Rannapungerja	Tammispää	Raja	Kodavere	Lahepera	Varnja	Laaksaare	Jõepera	Raidla	Värskä
Achnanthes bioreti		1	7		5					10
Achnanthes conspicua	5	2	6	4	1	5	1	1	5	1
Achnanthes clevei		4	1	6	2	6	2		2	
Achnanthes exigua				5					3	
Achnanthes hungarica					1	1	2	17		
Achnanthes laevis		1								
Achnanthes lanceolata var. frequentissima	15	8	10	1	6	17	2		8	41
Achnanthes lanceolata var. rostrata										6
Achnanthes lanceolata var. lanceolata		3	2		1				2	
Achnanthes minutissima s.l.	62	197	53	47	32	9	4	22	26	77
Achnanthes nodosa										3
Achnanthes oblongella	3	3	1						1	
Achnanthes petersenii			1						1	5
Achnanthes pusilla		19	11	1	1					
Actinocyclus normanii f. subsalsus			1	1		1	1		1	
Amphipleura pellucida							2			
Amphora inariensis	1	2	5	7	8	19			17	3
Amphora libyca	1		3			11	1		1	2
Amphora ovalis	2					4				
Amphora pediculus		2	7	7	11	14			38	8
Aneumastus tusculus	3	1	2	1	1	3				
Asterionella formosa	1				1	1	1			
Aulacoseira sp	1		1	1	1	1	1		1	
Caloneis bacillum			2		2		1		3	12
Caloneis silicula	1									
Cavinula scutelloides			1	1	1	2	2			
Cocconeis neothumensis	2	7	5	5	9	27	1		3	
Cocconeis pediculus	3		5	1	2	1	4			
Cocconeis placentula	10	23	6	61	29	18	1	168	12	2
Cocconeis scutellum	1	2	2	1						



Takson	Rannapungerja	Tammispää	Raja	Kodavere	Lahepera	Varnja	Laaksaare	Jõepera	Raidla	Värska
Craticula accomoda							1			
Cyclostephanos dubius			1		1	1	1	1	1	
Cyclotella meneghiniana					1		1		1	1
Cyclotella sp	1	1	1	1		1	1	1		1
Cymbella affinis	2	9	2	16		1	3		2	
Cymbella cistula						1				1
Cymbella lanceolata				1		1	1		1	
Cymboplectra amphicephala						1				
Denticula kuetzingii										3
Denticula tenuis	2				1					
Diatoma tenue					1		2	1		
Diatoma vulgaris	1									
Diploneis smithii	1									
Ellerbeckia arenaria						2	4			
Encyonema caespitosum	3	1	1							
Encyonema lange-bertalotii	5		6	6		2	1		2	
Encyonema minutum		1	6	5			1	11		
Encyonema silesiacum			1			1		2		
Encyonema ventricosum			9	1						
Encyonopsis microcephala	5	11	11	4				1	1	
Epithemia adnata			1			1		4	1	
Epithemia sorex			1						7	
Eunotia bilunaris						1		4		2
Fragilaria berolinensis				1	1		3		1	4
Fragilaria capucina	26		11	22	2	1	9		11	3
Fragilaria capucina var. mesolepta				2	7		4			
Fragilaria capucina var. rumpens	6	2	7	7	8	12	7	4	3	
Fragilaria capucina var. vaucheriae	49	11	16	39	1	7	20		8	1
Fragilaria construens	50	12	46	10	19	103	34		18	9
Fragilaria construens f. binodis	5		1	2		1	2		4	
Fragilaria construens var. venter	7		32		26	43	10	4	28	16



Takson	Rannapungerja	Tammispää	Raja	Kodavere	Lahepera	Varnja	Laaksaare	Jõepera	Raidla	Värskla
Fragilaria delicatissima							1			
Fragilaria famelica						1	2		3	2
Fragilaria lapponica	22	1	16	2	1	26				
Fragilaria nanana					4					2
Fragilaria nanoides	7			5		4	9			
Fragilaria parasitica					2		1			
Fragilaria pinnata	2	3	16	17	16	25	11	1	8	8
Fragilaria ulna var. acus	1					1				1
Fragilaria ulna var. ulna			1	1		5	1	1		2
Gomphonema angustatum				1		1	1	3		1
Gomphonema angustum		1	1	1						
Gomphonema clavatum								6		
Gomphonema minutum	20	8	3		2		2			
Gomphonema olivaceum	6	10	6	4	2		2	8	1	4
Gomphonema parvulum	13	3	2	1	15	1		5	1	1
Gomphonema truncatum								2		
Gyrosigma acuminatum				1						
Gyrosigma attenuatum						1	1			
Gyrosigma spenceri			1							
Hippodonta capitata	1		1			1	3			4
Hippodonta costulata		1	1	1		1	3			1
Melosira varians					5					
Meridion circulare								1		
Navicula antonii		5	2	5	7			17	16	20
Navicula capitatoradiata	10	4	11	9	15	6	116		18	3
Navicula cari	1									
Navicula cincta				2	2					
Navicula cryptocephala							4			
Navicula cryptotenella		10	10	9	17	4	35	39	36	9
Navicula decussis	1		2	1	1				1	
Navicula flautica									2	



Takson	Rannapungerja	Tammispää	Raja	Kodavere	Lahepera	Varnja	Laaksaare	Jõepera	Raidla	Värskä
Navicula gregaria		1								2
Navicula humerosa	2									
Navicula lanceolata							1	1		
Navicula menisculus			2	3			3			
Navicula meniscus	7		2							
Navicula minima		7		1	29	1		33	16	83
Navicula placentula	4	1	8			1	3			2
Navicula pupula										3
Navicula radiosa	1	1	1			2		7		6
Navicula reichardtiana	1		4	4	7	4	24		11	4
Navicula reinhardtii	1									
Navicula subminuscula			6					1		
Navicula tripunctata	4	4	1	1			1		5	
Navicula veneta		1			2					
Nitzschia amphibia					11	2		3	2	17
Nitzschia angustata					5					
Nitzschia angustatula							2			
Nitzschia dissipata		7	2	9	3	1	2		37	2
Nitzschia fonticola	1	10	5	17	7	1	2	1	7	2
Nitzschia frustulum		1	4	16	14	2	9	15	3	4
Nitzschia gracilis	7	3	1	2	18	1	5	4		
Nitzschia inconspicua					5				2	2
Nitzschia linearis							11	5	1	
Nitzschia microcephala	4		5		5	5		2		
Nitzschia palea	1		2	5	14		4	2		
Nitzschia palea var. debilis	13		2	6	20	2	10	7	8	2
Nitzschia paleacea	4	5	2		5				2	
Nitzschia perminuta		1								
Nitzschia recta	5	2		1	8		1	3	2	
Reimeria sinuata			1	11					3	8
Rhoicosphenia abbreviata			8			4	2		7	2



Takson	Rannapungerja	Tammispää	Raja	Kodavere	Lahepera	Varnja	Laaksaare	Jõepera	Raidla	Värska
Rhopalodia gibba										5
Stephanodiscus hantzschii					1	1	1	1	1	
Surirella minuta							1			
Synedra pulchella					1		1			
Tabellaria flocculosa						5	1			1
kokku	413	413	414	403	426	429	407	409	406	414
taksoneid (kokku 128)	54	46	69	57	59	61	67	38	55	51