

Peipsi järve hüdrokeemiline seire ja uuringud aastal 2020

Aruanne

Tartu 2020

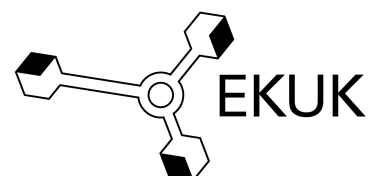
Lepingu nr.: 4-1/20/95
Tööde algus: 05.08.2020
Tööde lõpp: 02.12.2020

Kinnitas:

Priit Alumaa
juhatuse liige

Aruande koostas:

Merike Hindrikson
peaspetsialist



Sisukord

1. Sissejuhatus.....	3
2. Töö kirjeldus, meetodikad ja vahendid.....	4
2.1 Töö kirjeldus.....	4
2.1.1 Seirejaamade asukohad.....	5
2.1.2 Analüüsitud parameetrid.....	6
2.2 Kasutatud meetodid ja seirevarustus.....	7
3. Töö tulemused.....	9
3.1 Peipsi järve ökoloogiline seisund 2020. aasta augustis.....	9
3.2 Eesti-Vene suviste ekspeditsioonide tulemused aastatel 2006-2020.....	15
3.3 Veebirakendus Peipsi järve seisundi hindamiseks.....	22
3.4 Peipsi järve ohtlike ainete ja saasteainete vastavus keskkonna kvaliteedi piirväärtustele	24
4. Kokkuvõte.....	27

1. Sissejuhatus

Peipsi järv on Euroopa suurim piiriveekogu (pindala 3 555 km²), mis koosneb kolmest osast: Peipsi järv ise (2 611 km²), Pihkva järv (708 km²) ja neid ühendav kitsas (väiksem 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 seire ja uuringute eesmärgiks on:

- 1) rahvusvaheliste kohustuste täitmine piiriveekogude ja rahvusvaheliste järvede konventsiooni raames, sealhulgas ka vastavalt Eesti-Vene seirealasele koostööle;
- 2) saada teavet Peipsi järve hüdrokeemilisest seisundist nii Eesti kui Vene poolel, et koguda lähteandmeid veekogu seisundi hindamiseks ja ühiste veekaitsemeetmete tõhustamiseks;
- 3) täiendada seire pikaajalisi andmeridu Peipsi järve hüdrokeemilise seisundi kohta, et selgitada järve ökosüsteemis toimuvate muutuste suunda ja seaduspärasusi kogu järve ulatuses ning modelleerida näitajate pikaajalisi trende.

2020. aasta suvine ekspeditsioon Peipsi järvel ja Lämmijärvel toimus 17. augustil. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ täitis ekspeditsioonil hüdrokeemia allprogrammi.

2. Töö kirjeldus, metoodikad ja vahendid

2.1 Töö kirjeldus

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ teostas 17. augustil hüdrokeemilised uuringud Peipsi järvel ja Lämmijärvel alljärgneva plaani kohaselt (väljavõtte lähteülesandest):

Tööülesanne	Seirejaamad
Pinnaveeproovide võtmine seirepunkti pinna- ja põhjalähedasest veekihi ning nende keemilised analüüsid laboris. Täkniga tähistatud jaamades võtta veeproov ka raskmetallide, fenoolide ja naftasaaduste määramiseks.	Eesti poolel proovivõtt ja hüdrokeemiline analüüs: 2, 92, 4*, 11*, 16, 17*; jaamast 38 ainult pinnakihi (kokku 13 pinnaveeproovi)

Uuringud teostati Peipsi järve Eesti poole seirejaamades 92, 2, 4, 11, 12 ja 38 ning Lämmijärve seirejaamades 13, 14, 16 ja 17. Ilm oli vahelduva pilvisusega, sademeteta, õhutemperatuur oli 23°C. Veetase oli keskmine, kohati esines vee õitsemist. Proovid võtsid OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse proovivõtjad Martin Mandel ja Urmas Anijalg.

Vene poolel proovivõttu ei toimunud ja proove laborisse ei saadetud.

Täiendavalt võeti 19. mail ja 13. oktoobril kontrollproovid Peipsi järve seirejaama 12 pinna- ja põhjakihi ning seirejaamade 13 ja 14 pinnakihi. Proovivõtjateks olid Martin Mandel ja Urmas Anijalg.

Suurtaimestiku seire raames võeti 10-st litoraali seirepunktist veeproovid 27. ja 28. juulil. Proovivõtjaks oli Urmas Anijalg.

2.1.1 Seirejaamade asukohad



Joonis 1. Seirejaamade asukohad Peipsi järvel 2020. aasta augustis

2.1.2 Analüüsitud parameetrid

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 füüsikalis-keemiliste ja keemiliste parameetrite uuringuid teostavale katselaborile, nende uuringute raames tehtavatele analüüsidele ja katselabori tegevuse kvaliteedi tagamisele ning analüüsi referentmeetodid“ nõuetega. Ohtlike ainete analüüsidel arvestati direktiivide 2008/105/EÜ (keskkonnakvaliteedi standardid) ja 2009/90/EÜ (vee keemilise analüüsi ja seire tehnilised näitajad) nõuetega.

Veeproovidest määrati järgmised näitajad: läbipaistvus, värvus, hõljuvaine, BHT₅, elektrijuhtivus (proovivõtul), pH (proovivõtul), temperatuur (proovivõtul), lahustunud hapnik (proovivõtul), aluselisus, happesus, KHT_{Cr}, KHT_{Mn}, NH₄, NO₂, NO₃, üldN, PO₄, üldP, Cl, SO₄, üldkaredus, Ca, Mg, üldFe, K, Na, Si.

Raskmetallid (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, Mn), naftasaadused ja 1- ja 2-aluselised fenoolid määrati Eesti poole seirejaamade 4, 11 ja 17 pinnakihi veeproovidest.

Suurtaimestiku seire raames määrati litoraali 10 proovikohast proovivõtul temperatuur, lahustunud hapnik, pH ja elektrijuhtivus ning laboris analüüsiti NO₂+NO₃, NH₄, üldN, PO₄, üldP.

2.2 Kasutatud meetodid ja seirevarustus

Tabel 1. Kasutatud meetodid

Määratav näitaja	Meetod
temperatuur	EVS-EN ISO 5667-4
lahustunud hapnik	EVS-EN ISO 5814
värvus	EVS-EN ISO 7887, osa C
hõljuvaine	EVS-EN 872
BHT ₅	EVS-EN 1899-2
elektrijuhtivus	EVS-EN 27888
läbipaistvus	EVS-EN ISO 7027
pH	ISO 10523
aluselisus	EVS-EN ISO 9963-1
happesus	SFS 3005
KHT _{Mn}	SFS 3036
KHT _{Cr}	EVS-ISO 15705
NH ₄	EVS-EN ISO 11732
NO ₂	EVS-EN ISO 13395
NO ₃	EVS-EN ISO 10304-1
üldN	ISO 29441
PO ₄	ISO 15681-2
üldP	ISO 15681-2
Cl	EVS-EN ISO 10304-1
SO ₄	EVS-EN ISO 10304-1
üldkaredus	SFS 3003
Ca	SFS 3003
Mg	SFS 3003
üldFe	ISO 6332
K	ISO 9964-3
Na	ISO 9964-3
Si	Methods of Seawater Analysis, Grasshoff 1999
Naftasaadused	EVS-EN ISO 9377-2
1- ja 2-aluselised fenoolid	STJ nr. U12D
Cd, Cr, Ni, Zn, Pb, Cu, Co, Mn	EVS-EN ISO 17294-2
Hg	EVS-EN ISO 17852

Seirevarustus, kasutatav aparatuur

Välitöödel:

- pH-meeter, SG2, Mettler Toledo/Šveits, 2010 (kasut. pH määramisel)
- Hapnikuanalüsaator, ELKE MS/Eesti, 2010 (kasut. lahustunud O₂ määramisel)
- Elektrijuhtivuse mõõtja, SG3, Mettler Toledo/Šveits, 2010 (kasut. elektrijuhtivuse määramisel)

Laboris:

- Hapnikuanalüsaator YsiProODO, Ysi Ltd, 2016 (kasut. BHT₅ määramisel)
- Automaatanalüsaator, Skalar/Holland, 2015 (kasut. NH₄ määramisel)
- Automaatanalüsaator, Skalar/Holland, 2013 (kasut. NO₂ ja üldN määramisel)
- Ioonkromatograaf ICS 2100, Thermo Scientific, 2013 (kasut. NO₃, Cl, SO₄ määramisel)
- Autoanalüsaator, Skalar/Holland, 2008 (kasut. PO₄ ja üldP määramisel)
- Automaattitraator, Metrohm, 2010 (kasut. üldkareduse, Ca, Mg määramisel)
- Automaattitraator Titrand 905, Metrohm, 2013 (kasut. aluselise, happesuse määramisel)
- Spektrofotomeeter, UV-1800, Shimadzu Instruments, 2009 (kasut. lahustunud silikaatide, värvuse, üldFe määramisel)
- Aatomabsorptsioon spektromeeter 240FS AA, Agilent Technologies, 2013 (kasut. K, Na määramisel)
- Spektrofotomeeter, UV/VIS 6405, Jenway/Inglismaa, 2008 (kasut. KHT_{Cr} määramisel)
- Gaasikromatograaf leekionisatsioonidetektoriga (GC/FID), Agilent Technologies, 2013 (kasut. naftasaaduste määramisel)
- Kõrgsurvevedelikkromatograaf elektrokeemilise dektektoriga, Agilent 1290 Infinity+Antec Decade II, Agilent Technologies, 2013 (kasut. fenoolide määramisel)
- Induktiivsidestunud plasma massispektromeeter (ICP-MS) 7700, Agilent Technologies, 2013 (kasut. Cd, Cr, Ni, Zn, Pb, Cu, Co, Mn määramisel)
- Elavhõbedaanalüsaator QuickTrace M-8000, CETAC Technologies, 2013 (kasut. Hg määramisel)

3. Töö tulemused

Analüüsitulemused on esitatud elektroonselt keskkonnaseire infosüsteemi KESE <https://kese.envir.ee/kese/>.

3.1 Peipsi järve ökoloogiline seisund 2020. aasta augustis

Keskkonnaministri 16. aprilli 2020. a määruse nr. 19 “Pinnaveekogumite nimekiri, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused” järgi käsitletakse Peipsi järve eraldi maismaa seisuveekogumi tüübina (tüübid S7-1 (Peipsi järve looduslikult rohketoiteline osa (Pihkva ja Lämmijärv)) ja S7-2 (Peipsi järve looduslikult kesktoiteline osa (Peipsi järv)) - veepeegli pindalaga alates 1000 km², vee keskmise karedusega (üldaluselisus 80-240 HCO₃⁻ mg/l, elektrijuhtivus 165-400 µS/cm), kloriidivaene (kloriidide sisaldus kuni 25 mg/l), kihistumata veega, heledaveeline (neeldumiskoeffitsient 400 nm juures <4 m⁻¹, värvus <100⁰ Pt-Co skaalal) järv).

Peipsi järve ökoloogilise seisundiklassi määramisel füüsikalise-keemiliste üldtingimuste järgi kasutatakse ajavahemikus maist kuni oktoobrini võetud proove (KKM määrus nr. 19 §35 lg 1). Kvaliteedielement “Füüsikalise-keemilised üldtingimused” maismaa seisuveekogumi ökoloogilise seisundiklassi määramiseks koosneb järgmistest kvaliteedinäitajatest: pH, üldlämmastik ja üldfosfor (KKM määrus nr. 19 §28 lg 3). Hinnangute andmiseks kasutatakse pinnakihi võetud proovide aritmeetilist keskmist.

Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang on väga halb sõltumata teistele füüsikalise-keemilistele kvaliteedinäitajatele määratud ökoloogilistest seisundiklassidest, kui Peipsi järve veekogumite ajavahemikus mai-oktoober mõõdetud pinnakihi keskmine pH väärtus on suurem kui 9.0 või väiksem kui 7.0 (KKM määrus nr. 19 §35 lg 2).

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

Ökoloogiline seisund näitab veeökosüsteemi struktuuri ja funktsioneerimise kvaliteeti.

Käesolevas töös on hinnatud Peipsi järve ökoloogilist seisundit füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate (pH, üldN, üldP) järgi vastavalt alljärgnevates tabelites toodud seisundiklasside piiridele (väljavõtte ülaltoodud määruse lisast 5). Tabelitesse on lisatud ÖKS valemid. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse OÜ (EKUK) hinnangul on määruse lisas 5 ÖKS piirid ebatäpsed. Piirid on pandud protsendilise jaotuse järgi, mida kasutatakse ÖKS valemil leidmisel, mitte lähtudes kvaliteedinäitajate klassipiiride väärtustest, mida tuleks kasutada saadud valemis piiride leidmiseks. Ebatäpsed piirid annavad ÖKS väärtusele paljudel juhtudel kvaliteedinäitaja seisundiklassist erineva seisundiklassi hinnangu. Seetõttu on käesolevas töös (tabelites 2 ja 3) esitatud EKUK spetsialistide poolt ümber arvutatud, määrusest erinevad ÖKS piirid.

Tabel 2. Veekogutüübi S7-1 (Lämmijärv ja Pihkva järv) ökoloogiliste seisundiklasside piirid füüsikalis-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	
Füüsikalis-keemiliste üldtingimuste ÖKS	-	-	≥0.88	<0.88-0.66	<0.66-0.37	<0.37-0.21	<0.21	

Tabel 3. Veekogutüübi S7-2 (Peipsi järv) ökoloogiliste seisundiklasside piirid füüsikalis-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	
Füüsikalis-keemiliste üldtingimuste ÖKS	-	-	≥0.91	<0.91-0.71	<0.71-0.41	<0.41-0.20	<0.20	

Tabelis 4 on toodud Peipsi järve 2020. aasta suvise ekspeditsiooni pinnakihi proovide pH, üldN ja üldP väärtused ning nende ökoloogilised seisundiklassid on tähistatud järgmiselt: hea, kesine, halb ja väga halb.

Peipsi järve seirejaamades ja Lämmijärve seirejaamas 13 olid pinnakihi pH väärtused vahemikus 8.60 – 8.80 (alla 9). Üle 9 oli pH Lämmijärve seirejaamades 14, 16 ja 17. Antud juhul on tegemist augustikuu üksikmõõtmistega, mitte ajavahemikus mai-oktoober mõõdetud keskmise pH väärtusega. Seetõttu ei ole nende seirejaamade füüsikalise-keemilise koostamäärnaguid automaatselt väga halba seisundiklassi arvatud, vaid on leitud hinnatavate kvaliteedinäitajate üldN ja üldP ökoloogilised seisundid, kvaliteedisuhted ja koostamäärnagud. **Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koostamäärang on üldN ja üldP ökoloogiliste kvaliteedisuhte keskmine.**

Lisaks illustreerib Peipsi järve 2020. aasta suvise ekspeditsiooni (augustikuu) veekvaliteeti joonis 2. Joonisele on lisatud Peipsi järve suubuvate jõgede (Alajõgi, Rannapungerja, Avijõgi, Kullavere jõgi, Emajõgi Kavastu ja Võhandu jõgi) ja Peipsi järvest lähtuva Narva jõe Vasknarva 2020. aasta jaanuari kuni novembri üldlämmastiku ja üldfosfori keskmised sisaldused, mis on tähistatud vastavalt nende kvaliteedielementide ökoloogilistele seisundiklassidele (väga hea, hea, kesine).

Tabel 4. Peipsi järve 2020. aasta suvise ekspeditsiooni kvaliteedinäitajate väärtused pinnakihis, nende ökoloogilised seisundiklassid ja füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koostamäärnagud

Seirejaam	Järveosa	Tüüp	pH keskmine	ÜldN (mg/l) keskmine	ÜldP (mg/l) keskmine	Koostamäärang (ÖKS keskmine)
Seirejaam 92	Peipsi järv	S7-2	8,80	0,71	0,045	0,48
Seirejaam 2	Peipsi järv	S7-2	8,60	0,63	0,037	0,56
Seirejaam 4	Peipsi järv	S7-2	8,80	0,63	0,044	0,52
Seirejaam 11	Peipsi järv	S7-2	8,80	0,73	0,036	0,53
Seirejaam 12	Peipsi järv	S7-2	8,80	0,60	0,049	0,50
Seirejaam 38	Peipsi järv	S7-2	8,80	0,69	0,032	0,57
Seirejaam 13	Lämmijärv	S7-1	8,80	0,59	0,053	0,71
Seirejaam 14	Lämmijärv	S7-1	9,11	0,85	0,083	0,50
Seirejaam 16	Lämmijärv	S7-1	9,20	0,91	0,096	0,44
Seirejaam 17	Lämmijärv	S7-1	9,20	0,98	0,090	0,43
	Peipsi järv	S7-2	8,77	0,67	0,041	0,53
	Lämmijärv	S7-1	9,08	0,83	0,081	0,52

Augusti pinnakihi üldfosfor oli Peipsi järveosa seirejaamades ja Lämmijärve seirejaamades 13 ja 14 kesises ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve seirejaamade 16 ja 17 üldP sisaldused olid halvas ökoloogilises seisundiklassis (joonis 2).

Augusti pinnakihi üldlämmastiku sisaldus oli Lämmijärve seirejaamas 13 heas ökoloogilises seisundiklassis. Ülejäänud Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamade üldN kontsentratsioonid jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (joonis 2).

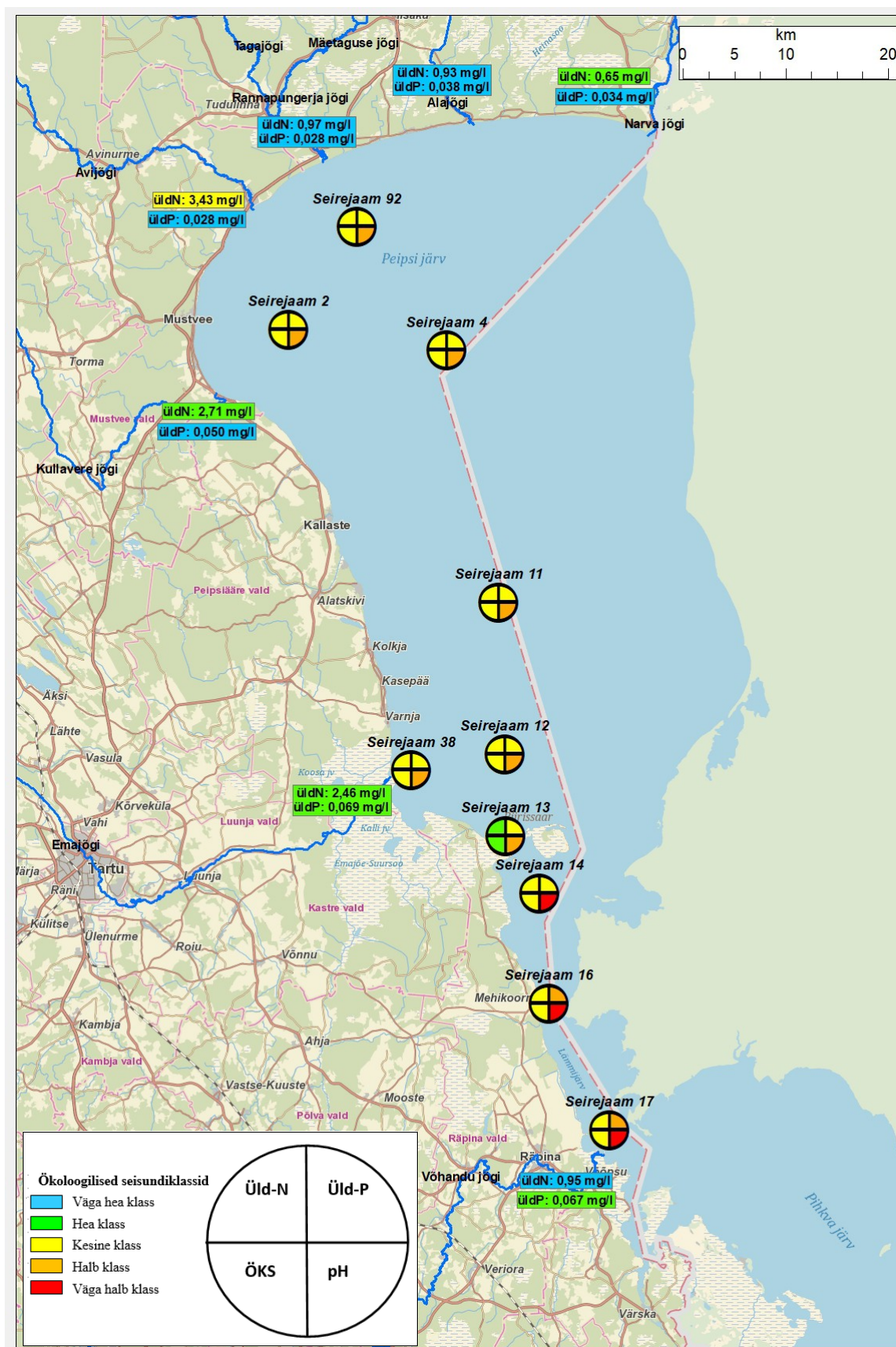
Augusti füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmääranguna oli Lämmijärve seirejaam 13 heas ökoloogilises seisundiklassis (ÖKS keskmine 0.71). Ülejäänud Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamad jäid füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangutena kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (ÖKS keskmised vahemikus 0.43-0.57).

Peipsi järve ja Lämmijärve suubuvate jõgede üldlämmastiku ja üldfosfori sisaldused on heas ja väga heas ökoloogilises seisundiklassis. Erandiks on Peipsi järve suubuva Avijõe üldlämmastiku sisaldus (3.43 mg/l), mis on kesises ökoloogilises seisundiklassis (joonis 2).

Peipsi järve seirejaama 12 mai, augusti ja oktoobri pinnakihi üldN ja üldP analüüsitulemuste keskmised olid kesises ökoloogilises seisundiklassis (0.71 ja 0.038 mg/l).

Lämmijärve seirejaama 13 mai, augusti ja oktoobri pinnakihi üldN ja üldP keskmised kuulusid vastavalt kesisesse ja heasse ökoloogilisse seisundiklassi (0.78 ja 0.043 mg/l). Lämmijärve seirejaama 14 mõlemad näitajad olid kesises ökoloogilises seisundiklassis (0.84 ja 0.063 mg/l).

Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmääranguna oli mai, augusti ja oktoobri tulemuste järgi Lämmijärve seirejaam 13 heas ökoloogilises seisundiklassis ning Peipsi järve seirejaam 12 ja Lämmijärve seirejaam 14 kesises ökoloogilises seisundiklassis.



Joonis 2. Peipsi järve 2020. aasta suvine veekvaliteet määruse nr. 19 järgi ning Peipsisse suubuvate jõgede ja Narva jõe 2020 aasta (jaan.-nov.) keskmised üldN ja üldP sisaldused (mg/l).

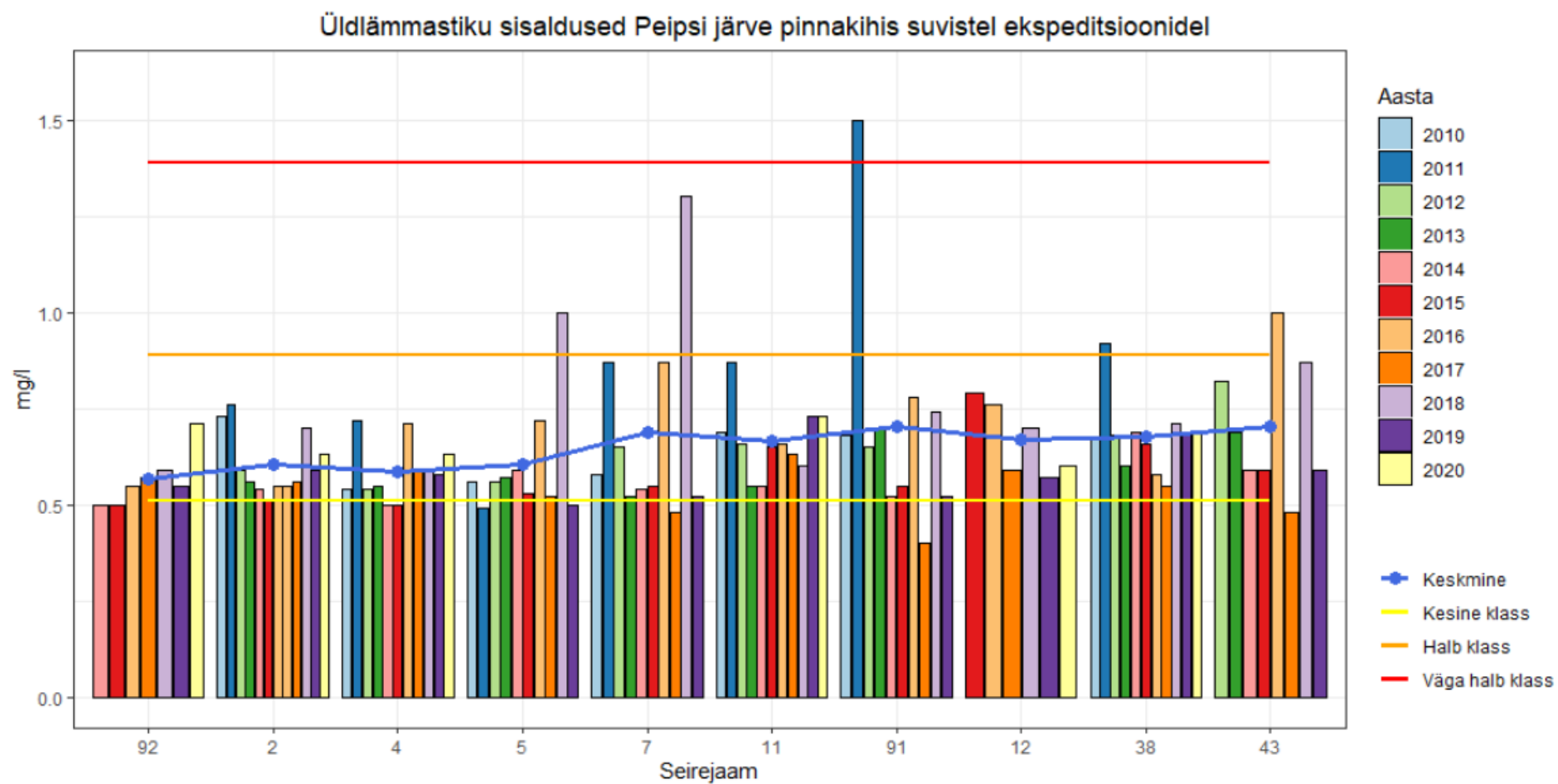
3.2 Eesti-Vene suviste ekspeditsioonide tulemused aastatel 2006-2020

Joonistel 3-6 on toodud 2006-2020. aastate Eesti-Vene suviste ekspeditsioonide pinnakihi proovide analüüsitulemused kvaliteedinäitajate üldN ja üldP lõikes järveosade kaupa. Lisatud on 2006-2020. aastate analüüsitulemuste keskmised.

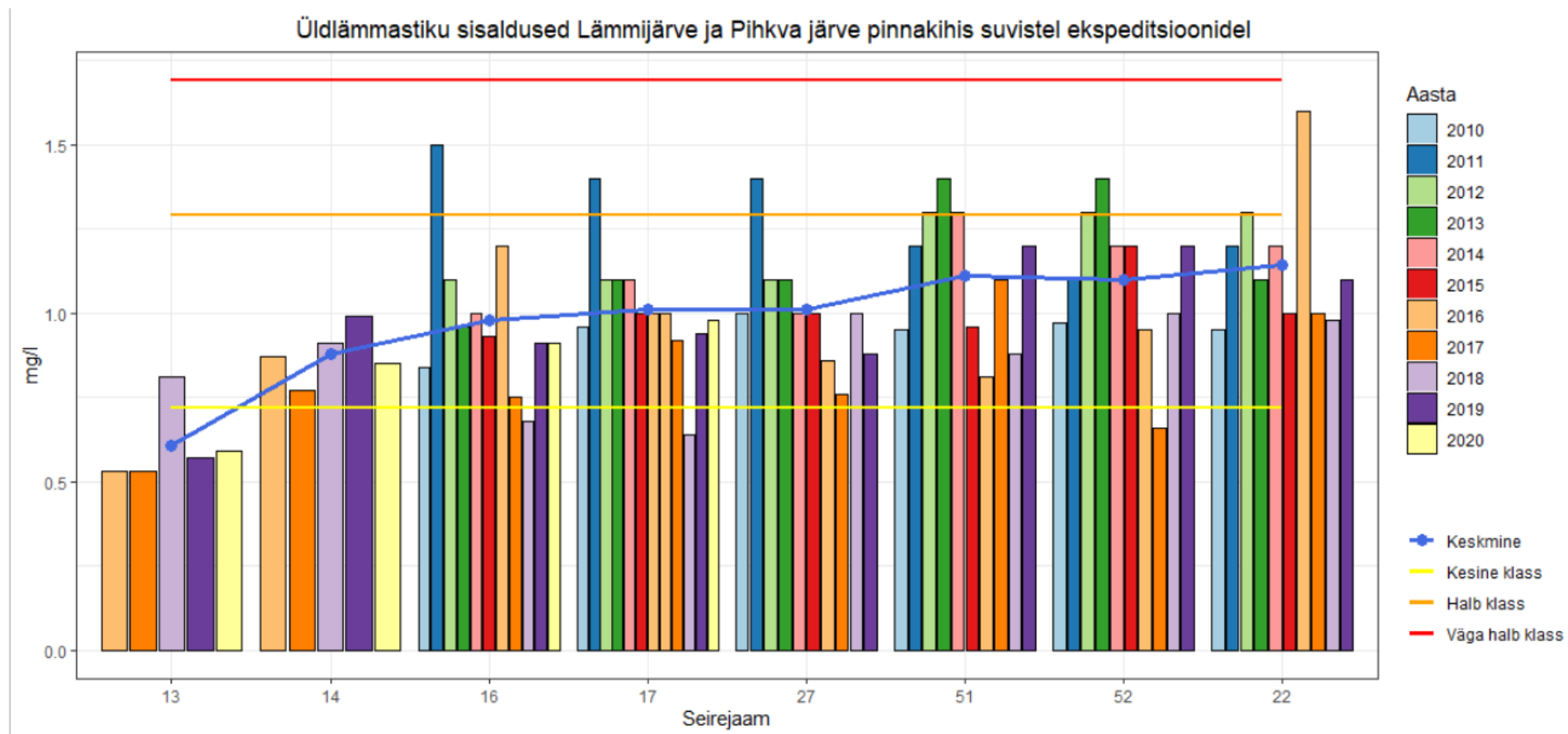
Joonistele on lisatud ökoloogiliste seisundiklasside piirid, mis on tähistatud järgmiste värvidega: hea klass, kesine klass, halb klass, väga halb klass. Seirejaamad on järjestatud koordinaatide järgi põhjast lõunasse.

Üldlämmastiku sisalduste 2006-2020. aastate keskmised jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi. Alates 2016. aastast mõõdetud Lämmijärve seirejaama 13 üldN keskmine on heas ökoloogilises seisundiklassis (joonised 3 ja 4).

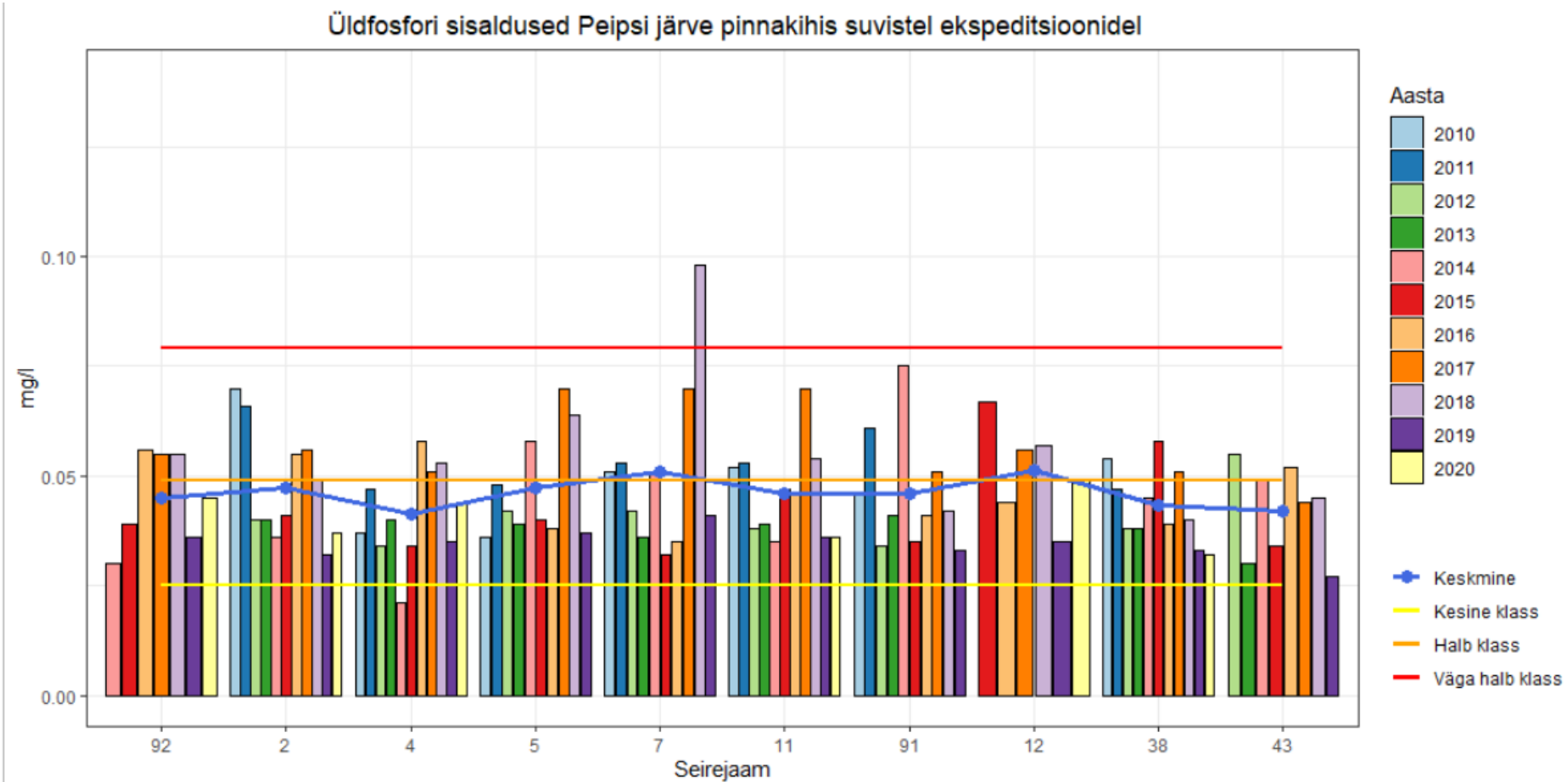
Üldfosfori keskmised jäid Peipsi järve seirejaamades 7 ja 12 halba ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud Peipsi järve seirejaamade keskmised on kesises ökoloogilises seisundiklassis (joonis 5). Alates 2016. aastast mõõdetud Lämmijärve seirejaamade 13 ning 14 üldP keskmised on vastavalt heas ja kesises ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve seirejaamade 16 ja 17 ning Pihkva järve seirejaamade üldP keskmised sisaldused olid halvas ja Pihkva järve seirejaama 52 üldP keskmine väga halvas ökoloogilises seisundiklassis (joonis 6).



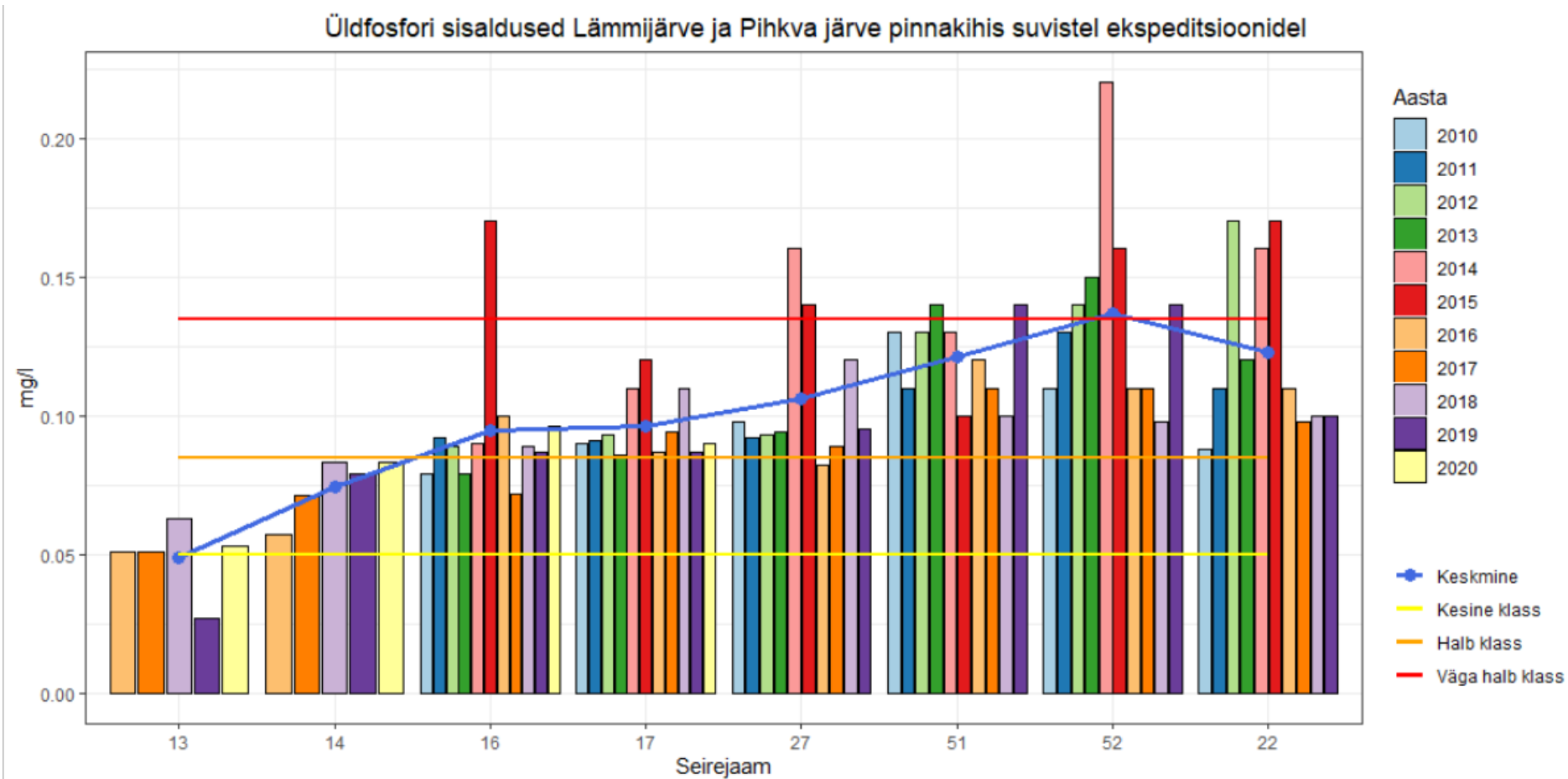
Joonis 3. Üldlämmastiku sisaldused Peipsi järve pinnakihis suvistel ekspeditsioonidel aastatel 2006-2020



Joonis 4. Üldlämmastiku sisaldused Lämmijärve ja Pihkva järve pinnakihis svistel ekspeditsioonidel aastatel 2006-2020



Joonis 5. Üldfosfor Peipsi järve pinnakihis suvistel ekspeditsioonidel aastatel 2006-2020

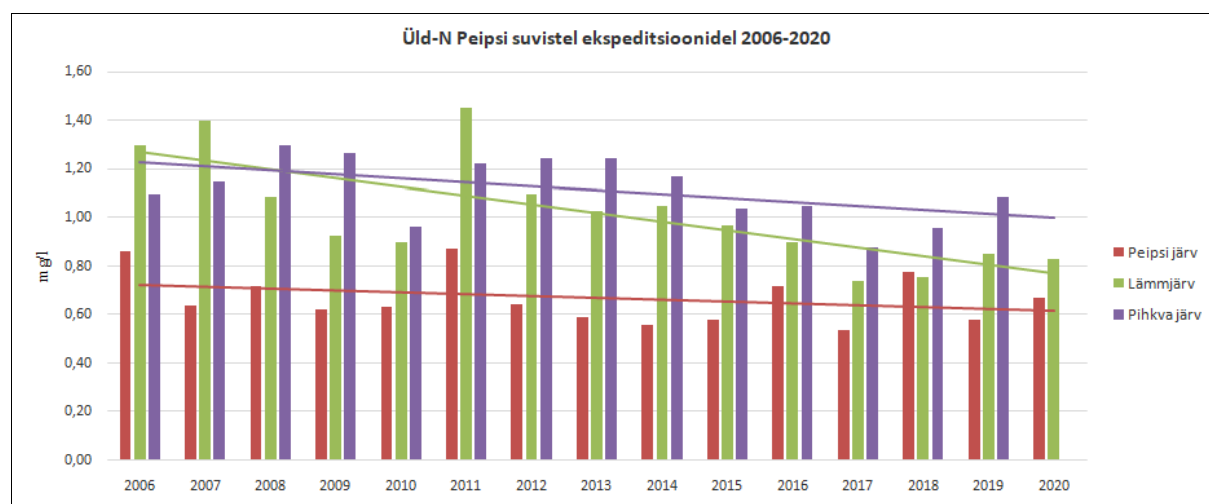


Joonis 6. Üldfosfor Lämmijärve ja Pihkva järve pinnakihis suvistel ekspeditsioonidel aastatel 2006-2020

Joonistel 7 ja 8 on toodud aastate 2006-2020 keskmised üldlämmastiku ja üldfosfori sisaldused järveosade kaupa. Joonisel 9 on näidatud füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud (Füke ÖKS) aastatel 2006-2020. Keskmised kontsentratsioonid ja füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud on toodud lisaks tabelis 5.

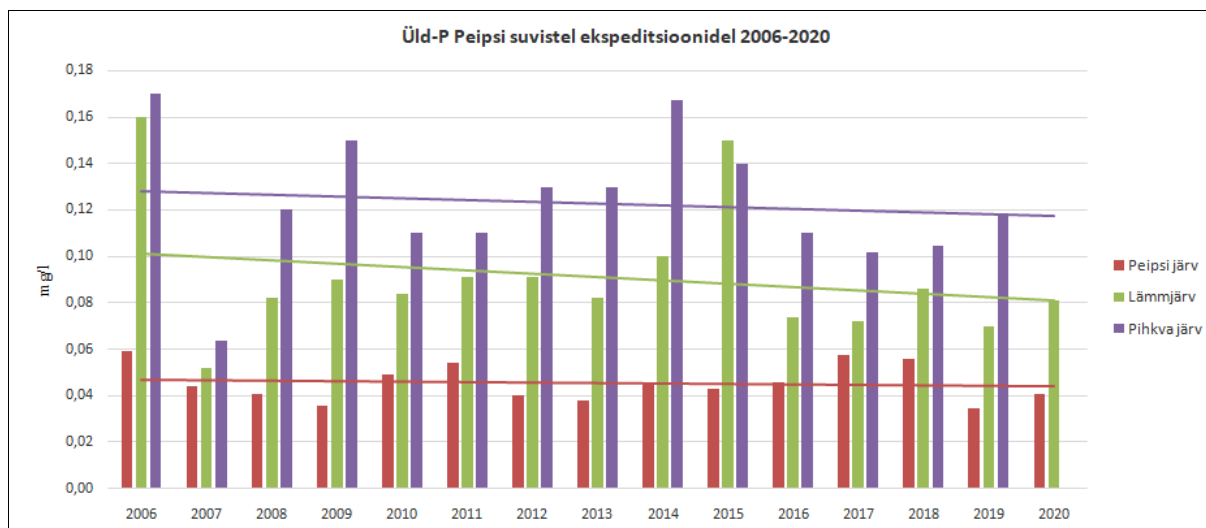
Tabel 5. Peipsi järveosade keskmised üldN ja üldP sisaldused ning füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud (Füke ÖKS) aastatel 2006-2020

üldN	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Peipsi järv	0.86	0.64	0.72	0.62	0.64	0.88	0.64	0.59	0.56	0.58	0.72	0.54	0.78	0.58	0.67
Lämmjärv	1.30	1.40	1.09	0.93	0.90	1.45	1.10	1.03	1.05	0.97	0.90	0.74	0.76	0.85	0.83
Pihkva järv	1.10	1.15	1.30	1.27	0.97	1.23	1.25	1.25	1.18	1.04	1.05	0.88	0.96	1.09	
üldP	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Peipsi	0.059	0.044	0.041	0.036	0.049	0.054	0.040	0.038	0.044	0.043	0.046	0.057	0.056	0.035	0.041
Lämmjärv	0.16	0.052	0.082	0.090	0.084	0.091	0.091	0.082	0.10	0.15	0.074	0.072	0.086	0.070	0.081
Pihkva järv	0.17	0.064	0.12	0.15	0.11	0.11	0.13	0.13	0.17	0.14	0.11	0.10	0.10	0.12	
Füke ÖKS	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Peipsi järv	0.38	0.52	0.50	0.57	0.49	0.40	0.54	0.57	0.56	0.56	0.48	0.50	0.42	0.60	0.53
Lämmjärv	0.24	0.45	0.42	0.45	0.47	0.32	0.40	0.44	0.39	0.34	0.53	0.58	0.53	0.56	0.52
Pihkva järv	0.27	0.47	0.30	0.26	0.40	0.33	0.29	0.30	0.26	0.33	0.40	0.45	0.40	0.35	



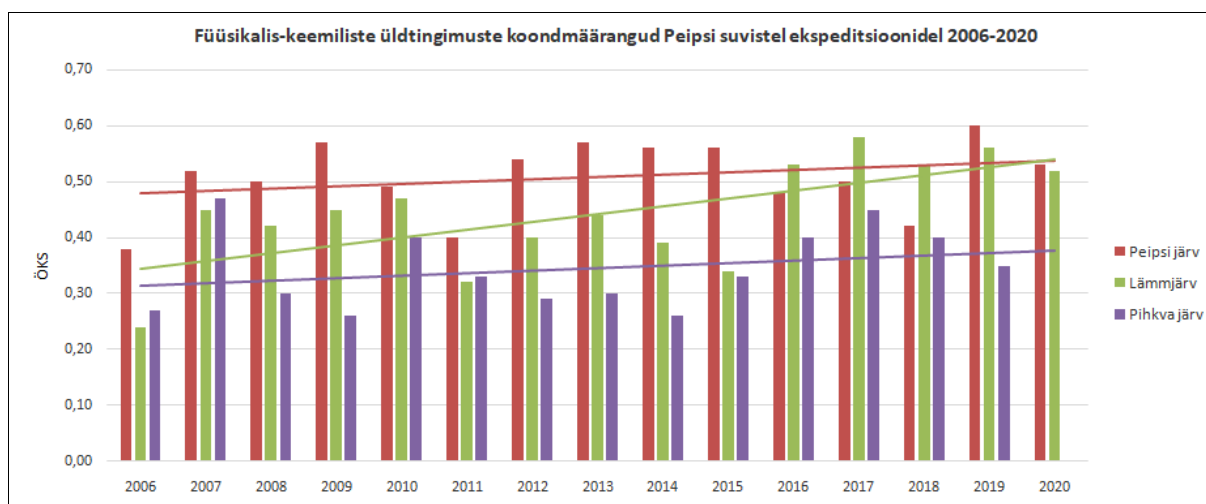
Joonis 7. Peipsi järveosade keskmised üldlämmastiku sisaldused aastatel 2006-2020

Üldlämmastiku sisaldused on Peipsi järves aastate jooksul olnud stabiilselt kesises ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärves ja Pihkva järves on üldlämmastiku keskmised alates vastavalt 2012. ja 2009. aastast kesises ökoloogilises seisundiklassis ning näitavad langevat trendi.



Joonis 8. Peipsi järveosade keskmised üldfosfori sisaldused aastatel 2006-2020

Üldfosfori sisaldused on Peipsi järves enamasti kesises seisundis. 2006. ja 2011. aastal ning 2017-2018 olid üldP keskmised halvas ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve üldP sisaldused on olnud kõikuvad kesise, halva ja väga halva ökoloogilise seisundiklassi vahel. Pihkva järve üldP keskmised on enamasti halvas ökoloogilises seisundiklassis. Olulist paranemist üldP osas aastate lõikes ei ole toimunud.



Joonis 9. Peipsi järveosade füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud aastatel 2006-2020

Füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmääranguna on Peipsi järveosa püsinud kesises ökoloogilises seisundiklassis (2006. ja 2011. aastal halvas ökoloogilises seisundiklassis). Lämmijärv kuulus koondmääranguna halba ökoloogilisse seisundiklassi 2006, 2011. ja 2015. aastal. Ülejäänud aastatel on Lämmijärve füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud olnud kesises ökoloogilises seisundiklassis. Pihkva järve füüsikalis-

keemiliste üldtingimuste koondmäärangud on olnud kõikuvad kesise ja halva ökoloogilise seisundiklassi vahel. Peipsi järve ja Pihkva järve trendid näitavad vähest koondmääragute paranemist. Lämmijärve veekvaliteet on paranenud alates 2016. aastast.

3.3 Veebirakendus Peipsi järve seisundi hindamiseks

Eesti Keskkonnauuringute Keskusel on välja töötatud vabavaraline veebirakendus Peipsi järve seisundi hindamiseks ja seireandmetest ülevaate saamiseks.

Veebirakendus asub aadressil https://vvhs.shinyapps.io/Peipsi_vegetatsiooniperioodil/.

Veebirakendus on loodud eesmärgiga illustreerida Peipsi järve hinnatavate kvaliteedinäitajate suundumusi ajas ning esitada füüsikalis-keemiliste kvaliteedinäitajate ökoloogilised seisundiklassid ja koondmäärangud. Rakenduses kasutatakse vegetatsiooniperioodi (aprill – oktoober) seiretulemusi alates aastast 1997.

Veebirakenduse avalehel on näha Peipsi järve kaart, kuhu on kantud seiresse kuuluvad seirejaamad. Lehe keskosas paiknev väljunditeks loodud põhiala jaguneb kuueks saksiks – I sakk: Rakendusest; II sakk: Üldlämmastik; III sakk: Üldfosfor; IV sakk: pH; V sakk: Ökoloogiline seisund ja VI sakk: Koondtabel.

Avades hinnatava kvaliteedinäitaja saki ('Üldlämmastik', 'Üldfosfor', 'pH') ja klikkides kaardil konkreetsele seirejaamale, kuvatakse interaktiivsel graafikul antud seirejaama pinna- ja põhjakihi mõõdetud kvaliteedinäitaja väärtused (helesinised punktid) koos nende aritmeetilise keskmisega (tumesinised punktid koos joonega). Juhul, kui proov on võetud ainult pinnakihist, siis on graafikul kuvatud tumesinised punktid koos joonega (näiteks seirejaama 38 korral). Seireperioodi saab muuta parempoolselt külgpaneelilt 'Vali seireperiood:' alt kuupäeva käsitsi trükkides (formaad Aasta-kuu-päev) või kalendrist valides. Näiteks 2020. aasta suvise ekspeditsiooni tulemusi ja hinnanguid saab vaadata, kui valida seireperioodiks augustikuu: 2020-08-01 kuni 2020-08-31.

Lisaks on graafikule võimalik kanda seireperioodi aritmeetiline keskmine ja antud seirejaama tüübile sätestatud kvaliteedinäitaja seisundiklasside piirid (keskkonnaministri määruse nr. 19 järgi), kui lülitada parempoolselt külgpaneelilt sisse märkeruut "Keskmine ja kvaliteediklassid". Seisundiklasside värvide tähistuste legend on toodud külgpaneelil. Samuti saab graafikule kanda lineaarse trendijoone (märkeruut: Lineaarne trendijoon).

Graafikul huvipakkuvaid punkte selekteerides (ristkülikukujulise ala märgistamisel) kuvatakse graafiku all olevas tabelis märgitud punktidele vastavad andmed.

Rakenduse sakis 'Ökoloogiline seisund' on toodud valitud seirejaama pinnakihi mõõdetud füüsikalis-keemiliste kvaliteedinäitajate (pH, üldlämmastik ja üldfosfor) arvkarakteristikud,

ökoloogilised kvaliteedisuhted (ÖKS), kvaliteedinäitajate ökoloogilised seisundiklassid ning füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärang valitud seireperioodi kohta.

Rakenduse sakis 'Koondtabel' on toodud valitud seireperioodil seiratud Peipsi järve seirejaamade pinnakihi proovide füüsikalis-keemiliste kvaliteedinäitajate ökoloogilised seisundiklassid ja koondmäärangud. Lisaks on tabelis keskmistatud kvaliteedinäitajate ökoloogilised seisundiklassid ja koondmäärangud Peipsi järveosade kaupa.

3.4 Peipsi järve ohtlike ainete ja saasteainete vastavus keskkonna kvaliteedi piirväärtustele

Suvised seire raames määrati Peipsi järve seirejaamade (4, 11, 17 Eesti poolel) pinnakihi veeproovidest 1- ja 2- aluseliste fenoolid, naftasaadused ja raskmetallid Cd, Cu, Cr, Co, Mn, Ni, Pb, Zn ning Hg.

Prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused pinnavees on toodud 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“. Väljavõte nimetatud määrusest käesoleva lepingu raames määratud ainete kohta on toodud tabelis 6.

Tabel 6. Vesikonnaspetsiifiliste saasteainete ning prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja teatavate muude 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	-	-	7
2,6-dimetüülfenool	-	-	7
3,4-dimetüülfenool	-	-	7
3,5-dimetüülfenool	-	-	7
fenool	-	-	7
o-kresool	-	-	7
m-,p-kresool	-	-	7
Resortisionool	-	-	10
Elavhõbe	Ei kohaldata	0,07	-
Kaadmium	0,15	0,9	-
Kroom	-	-	5
Nikkel	4	34	-
Plii	1,2	14	-
Tsink	-	-	10
Vask	-	-	15

1- ja 2- aluselised fenoolide üksikühendite sisaldused ja naftasaadused jäid augustis vaadeldud seirejaamades alla kasutatud meetodikate määramispiire (1-aluselised fenoolid < 0.3 µg/l, 2-aluselised fenoolid < 1 µg/l, naftasaadused < 10 µg/l).

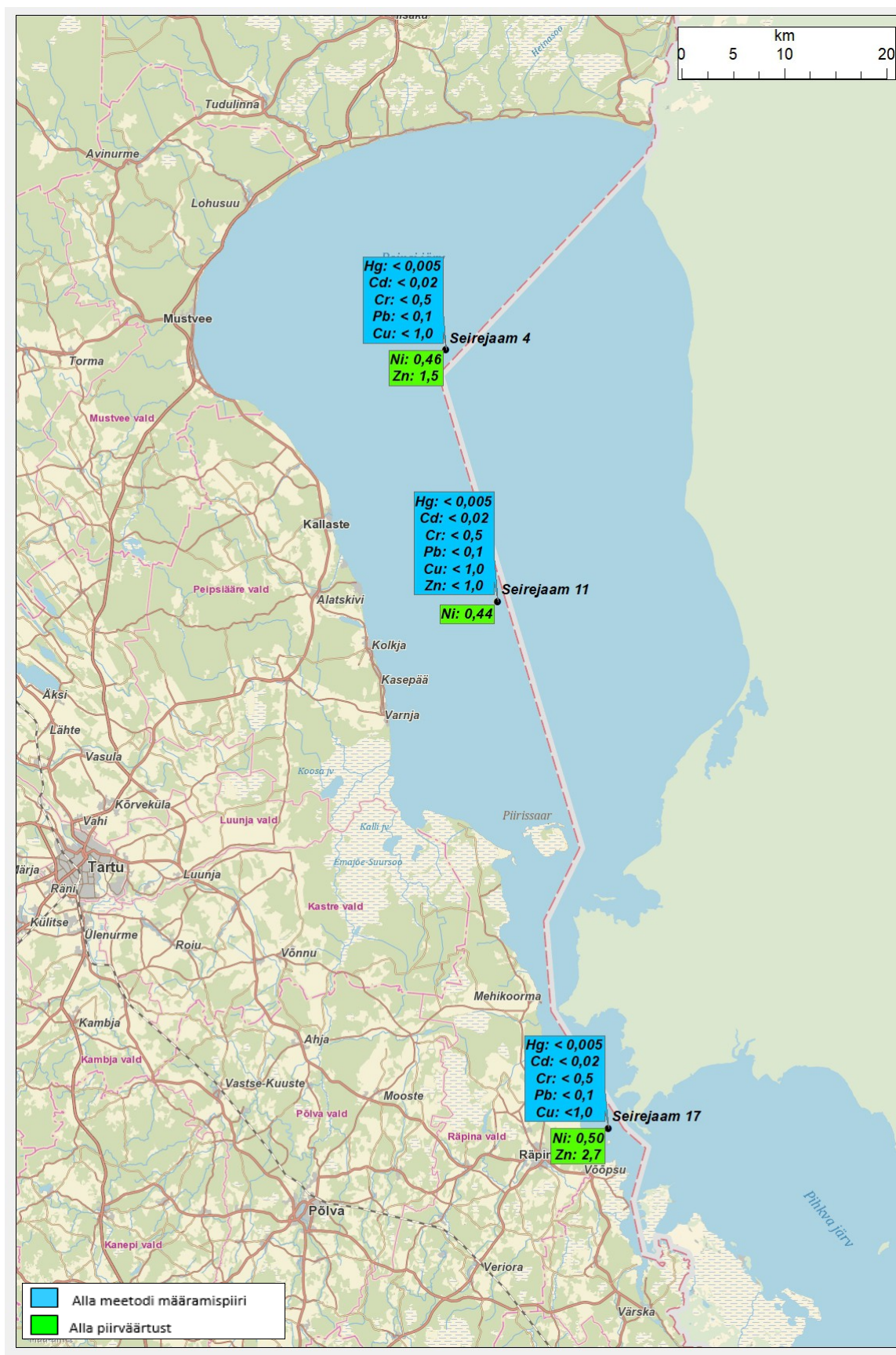
Raskmetallide analüüsitulemused on esitatud joonisel 9.

Elavhõbeda, kaadmiumi, kroomi, vase ja plii sisaldused jäid alla kasutatud meetodikate määramispiire ja lubatud keskkonna kvaliteedi piirväärtusi.

Tsingi sisaldus jäi vahemikku $<1 - 2.7 \mu\text{g/l}$, mis jäi alla keskkonna kvaliteedi piirväärtust ($10 \mu\text{g/l}$).

Nikli sisaldused olid vahemikus $0.44 - 0.50 \mu\text{g/l}$ (joonis 9). Nikli suurimat lubatud keskkonna kvaliteedi piirväärtust ($34 \mu\text{g/l}$) ja aasta keskmist keskkonna kvaliteedi piirväärtust ($4 \mu\text{g/l}$) ei ületatud.

Määratud näitajate osas vastas vaadeldud seirejaamade veekvaliteet kehtestatud keskkonna kvaliteedi nõuetele.



Joonis 9. Raskmetallid ($\mu\text{g/l}$) Peipsi järves 2020. aasta augustis

4. Kokkuvõte

2020. aasta suvine ekspeditsioon Peipsi järvele toimus 17. augustil. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt osalesid ekspeditsioonil Martin Mandel ja Urmas Anijalg. Vene poolel proovivõttu ei toimunud ja proove laborisse ei saadetud.

Täiendavalt võtsid OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse proovivõtjad kontrollproovid 19. mail ja 13. oktoobril Peipsi järve seirejaama 12 pinna- ja põhjakihist ning seirejaamade 13 ja 14 pinnakihi. Suurtaimestiku seire raames võeti 10-st litoraali seirepunktist veeproovid 27. ja 28. juulil.

Augustikuu ekspeditsiooni üksiktulemusi hinnati kvaliteedinäitajate üldP ja üldN osas keskkonnaministri määruse nr. 19 "Pinnaveekogumite nimekiri, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused" järgi. Leiti füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud, mis on üldN ja üldP ökoloogiliste kvaliteedisuhete keskmised.

Augusti pinnakihi üldfosfori sisaldus oli Peipsi järveosa seirejaamades ja Lämmijärve seirejaamades 13 ja 14 kesises ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve seirejaamade 16 ja 17 üldfosfori sisaldused olid halvas ökoloogilises seisundiklassis.

Augusti pinnakihi üldlämmastiku sisaldus oli Lämmijärve seirejaamas 13 heas ökoloogilises seisundiklassis. Ülejäänud Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamade üldN kontsentratsioonid jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi.

Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmääranguna oli Lämmijärve seirejaam 13 heas ökoloogilises seisundiklassis. Ülejäänud Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamad jäid füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangutena kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi.

Mai, augusti ja oktoobri kontrollproovide tulemuste järgi kuulusid füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmääranguna Lämmijärve seirejaam 13 heasse ning Peipsi järve seirejaam 12 ja Lämmijärve seirejaam 14 kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi.

Peipsi järve üldlämmastiku sisalduste 2006-2020. aastate keskmised olid kesises ökoloogilises seisundiklassis. Alates 2016. aastast määratud Lämmijärve seirejaama 13 üldN keskmine on heas ökoloogilises seisundiklassis.

Üldfosfori keskmised olid Peipsi järve seirejaamades 7 ja 12 halva ökoloogilise seisundiklassi piiiril. Ülejäänud Peipsi järve seirejaamade keskmised on kesises ökoloogilises seisundiklassis. Alates 2016. aastast mõõdetud Lämmijärve seirejaamade 13 ning 14 üldP keskmised on vastavalt heas ja kesises ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve seirejaamade 16 ja 17 ning Pihkva järve seirejaamade üldP keskmised sisaldused olid halvas ja Pihkva järve seirejaama 52 üldP keskmine väga halvas ökoloogilises seisundiklassis.

Järveosade kaupa vaadeldes on füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmääranguna Peipsi järveosa püsinud aastatel 2006-2020 enamasti kesises ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärv kuulus koondmääranguna halba ökoloogilisse seisundiklassi 2006., 2011. ja 2015. aastal. Ülejäänud aastatel on Lämmijärve füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud olnud kesises ökoloogilises seisundiklassis. Pihkva järve koondmäärangud on olnud kõikuvad kesise ja halva ökoloogilise seisundiklassi vahel.

Peipsi järve hinnatavate kvaliteedinäitajate suundumusi ajas ning füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate ökoloogilisi seisundeklasse ja koondmääranguid saab vaadata veebirakendusest https://vvhs.shinyapps.io/Peipsi_vegetatsiooniperioodil/.

2020. aasta suvise ekspeditsiooni raames määrati 1- ja 2- aluselised fenoolid, raskmetallid (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, Mn) ja naftasaadused Eesti poole seirejaamade 4, 11 ja 17 pinnakihi veeproovidest. Määratud näitajate osas vastas vaadeldud seirejaamade veekvaliteet kehtestatud keskkonna kvaliteedi nõuetele.