

Peipsi järve hüdrokeemiline seire 2021



Peipsi järve hüdrokeemiline seire 2021

Aruanne

2022

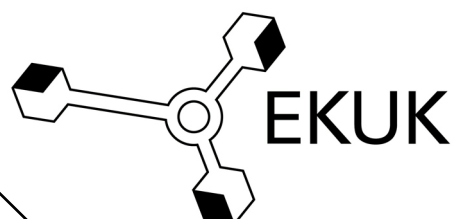
Lepingu nr.: 4-4/21/13 lisa 13
Tööde algus: 09.04.2021
Tööde lõpp: 01.03.2022

Kinnitas:

Hille Allemann
Tartu osakonna juhataja

Aruande koostaja:

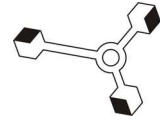
Merike Hindrikson
peaspetsialist





Sisukord

1. Sissejuhatus.....	4
2. Töö kirjeldus, meetodikad ja vahendid.....	5
2.1 Seirejaamade asukohad.....	5
2.2 Seiretööde kirjeldus.....	6
2.3 Seirereisid 2021. aastal.....	7
2.4 Kasutatud meetodid ja seirevarustus.....	7
3. Seiretöö tulemused.....	9
3.1 Peipsi järve ökoloogiline seisund 2021. aastal	9
3.2 Peipsi järve ökoloogiline seisund aastatel 2006-2021.....	16
4. Veebirakendus Peipsi järve seisundi hindamiseks.....	24
5. Kokkuvõte.....	26
Lisa 1. Kvaliteedinäitajate keskmised kontsentratsioonid 2021. aastal.....	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 (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).

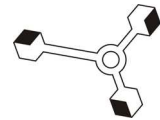
Peipsi hüdrokeemiline seire on üks osa Peipsi seirest, mis võimaldab saada pidevat informatsiooni järve veekeskkonna seisundi kohta.

Peipsi järve hüdrokeemilise seire ja uuringute eesmärgiks on:

- 1) täiendada Peipsi järve hüdrokeemilise seisundi kohta olemasolevaid andmeridu pikaajaliste muutuste suuna ja seaduspärasuste välja selgitamiseks ja võimalike kriisisituatsioonide prognoosimiseks kogu järve ulatuses;
- 2) saada pidev ülevaade Peipsi järve kui elukeskkonna hüdrokeemilisest seisundist ja saastekoormusest;
- 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 hüdrokeemilise seire kohustused.

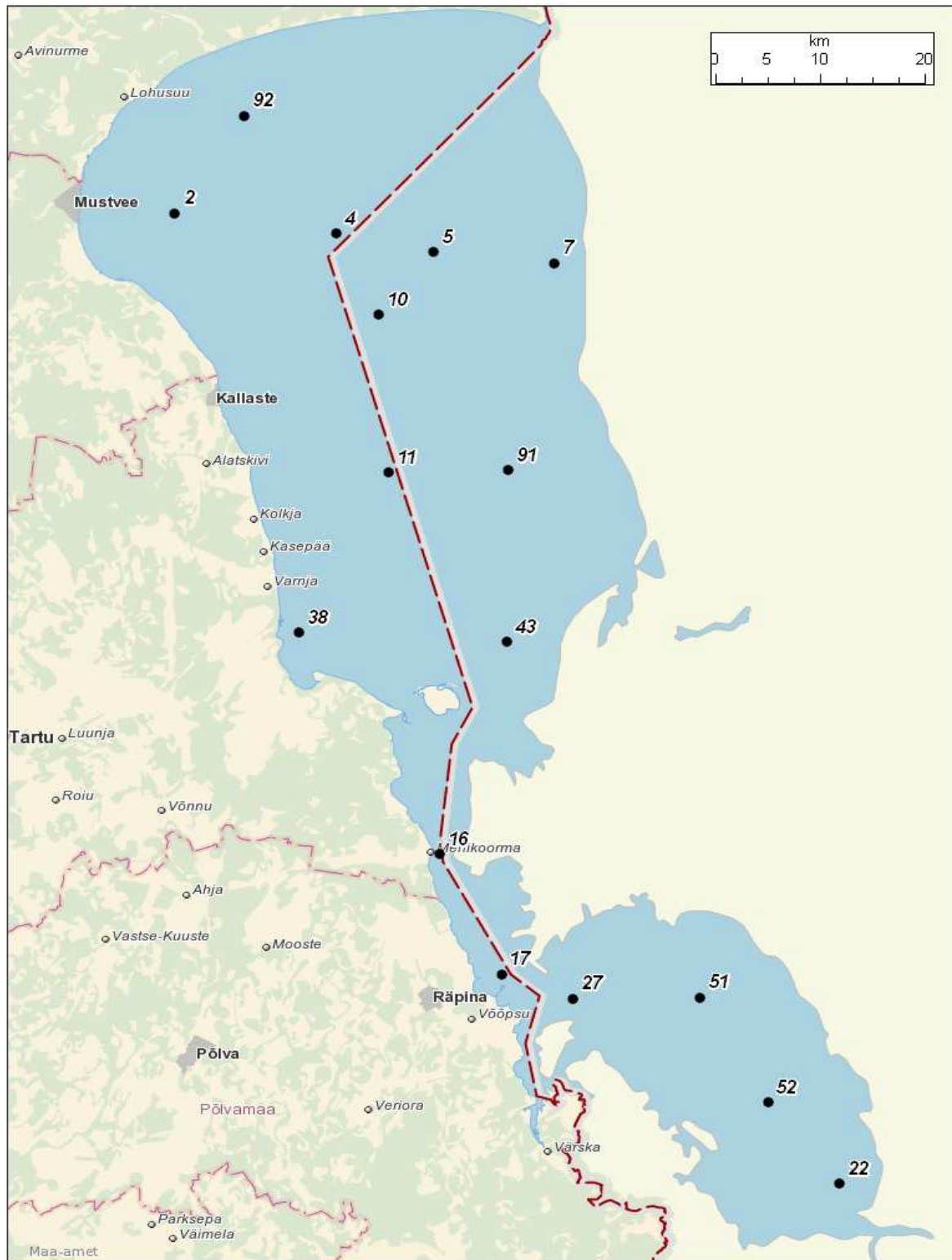
Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ on Peipsi järve seiret teostanud alates 1992. aastast. Algselt oli seirejaamade arv oluliselt suurem, kuid seirereise teostati aastate lõikes erinevalt (13 jaama 1992. aastal 2 korda aastas). Käesoleva programmi järgi võetakse proove alates 1997. aastast. Alates 2003. aastast lisandus seirejaam nr. 17 – Lämmijärve Võhandu jõe suudmeala ning alates 2013. aastast Peipsi järve põhjapoolseim seirejaam nr. 92.

Riikliku keskkonnaseire programmi raames tehti 2021. aastal seiretöid Peipsi järve Eesti poolsele osale 5 korral vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober).



2. Töö kirjeldus, metoodikad ja vahendid

2.1 Seirejaamade asukohad



Joonis 1. Seirejaamade asukohad Peipsi järvel



2.2 Seiretööde kirjeldus

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ teostas seiretöö “Peipsi järve hüdrokeemiline seire 2021. aastal” raames hüdrokeemilised uuringud Peipsi järve Eesti-poolisel osal viiel korral vegetatsiooniperioodil (mai, juuni, juuli, september, oktoober) alljärgneva plaani kohaselt:

Tööülesanne	Seirejaamad
Pinnaveeproovide võtmine seirejaama pinna- (0.5 m sügavuselt) ja põhjalähedasest (0.5 m põhjast) veekihi ning nende keemilised analüüsid laboris	92, 2, 4, 11, 38, 16, 17; jaamast 38 ainult pinnakihi (ühel seirekorral kokku 13 pinnaveeproovi)

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.

Veeproovidest määrati välitöödel vee temperatuur, elektrijuhtivus, lahustunud O₂ ja pH ning laboris värvus, hõljuvaine, BHT₅, aluselisus, happesus, KHT-Cr, NH₄, NO₂, NO₃, üldN, PO₄, üldP, Cl ja SO₄.



2.3 Seirereisid 2021. aastal

Tabel 1.

	Kuupäev	Seirejaamad	Ilmastikutingimused /Veekogu seisund
I.	17.05.21	2, 92, 4, 11, 38, 16, 17	+17°C, pilves, sademeteta. Veetase oli keskmisest kõrgem (20 cm).
II.	16.06.21	2, 92, 4, 11, 38, 16, 17	+20°C, vahelduva pilvisusega, sademeteta. Esines kerget lainetust ning vesi õitses.
III.	19.07.21	2, 92, 4, 11, 38, 16, 17	+16...+20°C, vahelduva pilvisusega, sademeteta. Vees oli rohkelt fütoplanktonit.
IV.	22.09.21	2, 92, 4, 11, 38, 16, 17	+5...+10°C, pilves, tuule kiirus 6.5-8 m/s. Esines korralik lainetus, laine kõrgus umbes 0.9 m, veetase oli madal.
V.	18-19.10.21	2, 92, 4, 11, 38, 16, 17	Esimesel päeval +4°C, vahelduva pilvisusega, sademeteta. Teisel päeval +5°C, päikeseline. Veetase oli madal, esines tugev lainetus.

2.4 Kasutatud meetodid ja seirevarustus

Tabel 2. Kasutatud meetodid

Määratav näitaja	Meetod
temperatuur	EVS-EN ISO 5667-4
lahustunud hapnik	STJnrV51-1
värvus	EVS-EN ISO 7887, osa C
hõljuvaine	EVS-EN 872
BHT ₅	EVS-EN 1899-2
elektrijuhtivus	EVS-EN 27888
pH	ISO 10523
aluselisis	EVS-EN ISO 9963-1
happesus	SFS 3005
KHT _{Cr}	EVS-ISO 15705
NH ₄	EVS-EN ISO 11732
NO ₂	EVS-EN ISO 13395
üldN	ISO 29441, EVS-EN ISO 11905-1
üldP, PO ₄	ISO 15681-2
Cl, SO ₄ , NO ₃	EVS-EN ISO 10304-1



Seirevarustus, kasutatav aparatuur

Välitöödel:

- pH-meeter YSI pH100A, YSI Incorporated, 2020 (kasut. pH määramisel)
- Kombineeritud mõõtevahend, HandyLab680, SI Analytics GmbH, 2015 (kasut. pH, elektrijuhtivuse ja O₂ määramisel)
- Kombineeritud mõõtevahend, SI Analytics GmbH, 2015 (kasut. elektrijuhtivuse ja O₂ 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)
- Automaatanalüsaator, Skalar Sanplus Analyzer, CFA, UV-Digestor, Skalar, 2008 (kasut. PO₄ ja üldP määramisel)
- Automaattitraator Titrando 905, Metrohm, 2013 (kasut. aluselisuse, happesuse määramisel)
- Spektrofotomeeter, UV-1800, Shimadzu Instruments, 2009 (kasut. värvuse määramisel)
- Spektrofotomeeter, UV/VIS6405, Jenway/Inglismaa, 2008 (kasut. KHT_{Cr} määramisel)



3. Seiretöö tulemused

Analüüsitulemused on esitatud elektroonselt keskkonnaseire infosüsteemis KESE (<https://kese.envir.ee/kese/>). Kvaliteedinäitajate 2021. aasta keskmised väärtused on toodud lisas 1.

3.1 Peipsi järve ökoloogiline seisund 2021. aastal

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 (neeldumiskoefitsient 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 proovide analüüsitulemuste aritmeetilist keskmist.

Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang on väga halb sõltumata teistele füüsikalise-keemilistele kvaliteedinäitajatele määratud ökoloogilistest seisundiklassidest, kui Peipsi järve veekogumite ajavahemikus maist-oktoobrini 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). Füüsikalis-keemiliste üldtingimuste koondmäärang antakse kvaliteedinäitajate ökoloogiliste kvaliteedisuhete keskmise väärtuse alusel (KKM määrus nr. 19 §35 lg 7).

Ökoloogiline seisund näitab vee ökosüsteemi struktuuri ja funktsioneerimise kvaliteeti.

Käesolevas töös on hinnatud Peipsi järve ökoloogilist seisundit füüsikalis-keemiliste kvaliteedinäitajate (pH, üldN, üldP) järgi vastavalt alljärgnevates tabelites (tabelid 3 ja 4) toodud seisundiklasside piiridele (väljavõte ülaltoodud määruse lisast 5). Tabelitesse on lisatud ÖKS valemid. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse OÜ (EKUK) hinnangul on määruse lisas 5 ÖKS piirid ebatäpsed. Praeguses määruses on ÖKS piirid esitatud protsendilise jaotuse järgi, mida kasutatakse ÖKS valemi leidmisel. Ebatäpsed piirid annavad ÖKS väärtusele paljudel juhtudel kvaliteedinäitaja seisundiklassi hinnangust erineva hinnangu. ÖKS piiride leidmiseks tuleks saadud ÖKS valemisse asendada vastava kvaliteedinäitaja klassipiiride väärtused. Nii saab vastava näitaja ÖKS-i klassipiirid. Seega on käesolevas töös (tabelites 3 ja 4) esitatud EKUK spetsialistide poolt ümber arvutatud, määrusest erinevad ÖKS piirid.

Tabel 3. Veekogutüübi 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	
Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste ÖKS	-	-	≥0.88	<0.88-0.66	<0.66-0.37	<0.37-0.21	<0.21	

Tabel 4. Veekogutüübi 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	
Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste ÖKS	-	-	≥0.91	<0.91-0.71	<0.71-0.41	<0.41-0.20	<0.20	



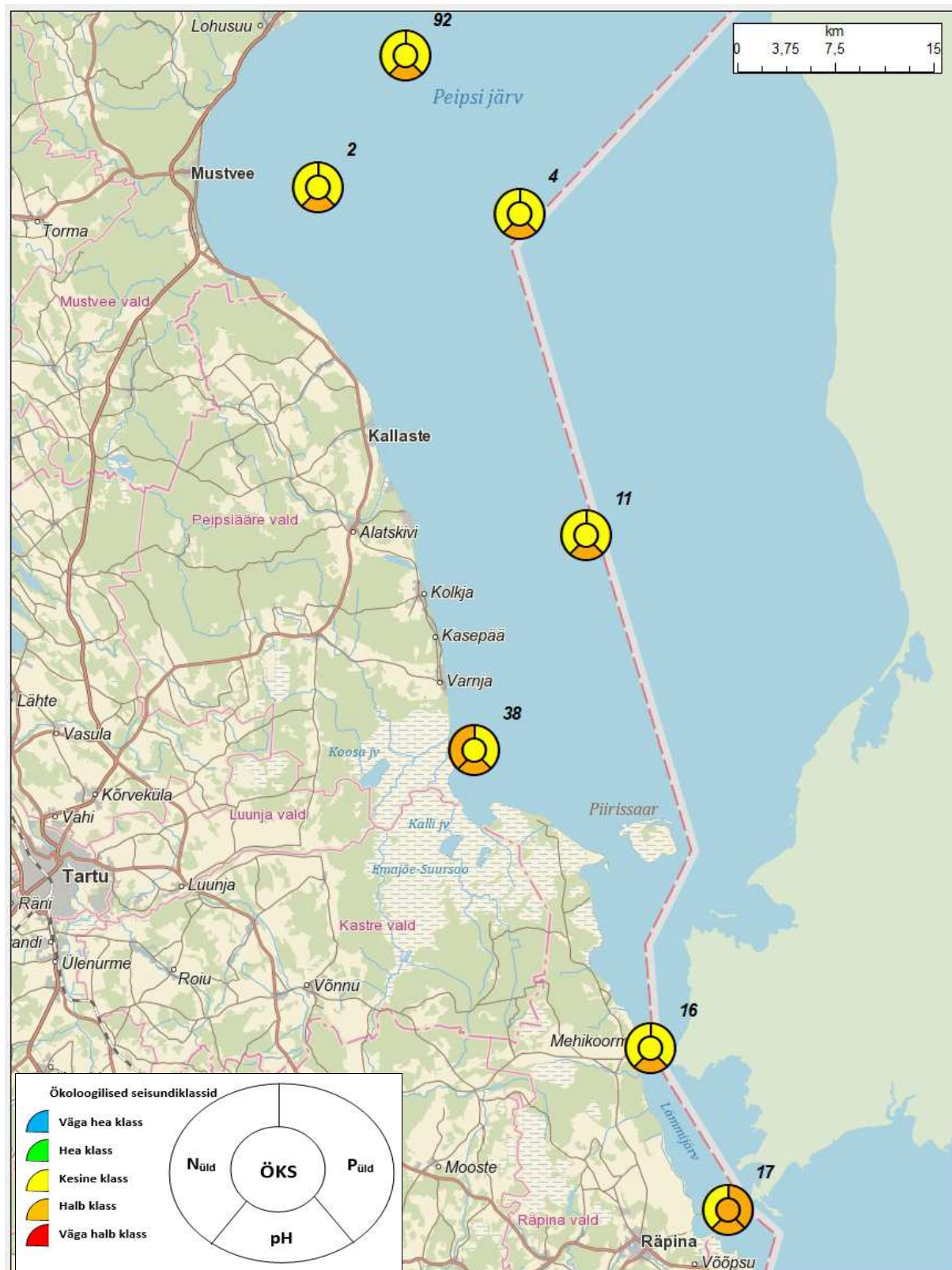
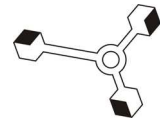
Tabelis 5 on toodud 2021. aasta maist kuni oktoobrini (sh. augustikuu tulemused) Peipsi järve riiklikest seirejaamadest 0.5 m sügavuselt pinnakihist võetud proovide kvaliteedinäitajate: pH, üldN ja üldP keskmised väärtused. Kvaliteedinäitajate ökoloogilised seisundiklassid on tähistatud järgmiselt: **kesine** ja **halb**.

Seirejaamade pinnakihi keskmised pH väärtused olid vahemikus 8.4-8.6. Kuna pH keskmised on kohases vahemikus, määrati kvaliteedinäitajatele üldN ja üldP ökoloogilised seisundiklassid ja leiti ökoloogilised kvaliteedisuhted (ÖKS). **Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang on üldN ja üldP ökoloogiliste kvaliteedisuhte keskmine.**

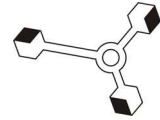
Lisaks illustreerib Peipsi järve 2021. aasta vegetatsiooniperioodi veekvaliteeti joonis 2.

Tabel 5. Peipsi järve 2021. aasta vegetatsiooniperioodi kvaliteedinäitajate keskmised, nende ökoloogilised seisundiklassid ja füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud

Seirejaam	Järveosa	Tüüp	pH keskmine	ÜldN (mg/l) keskmine	ÜldP (mg/l) keskmine	Koondmäärang (ÖKS keskmine)
Seirejaam 92	Peipsi järv	S7-2	8,5	0,67	0,038	0,54
Seirejaam 2	Peipsi järv	S7-2	8,5	0,64	0,036	0,57
Seirejaam 4	Peipsi järv	S7-2	8,4	0,63	0,035	0,58
Seirejaam 11	Peipsi järv	S7-2	8,5	0,71	0,038	0,53
Seirejaam 38	Peipsi järv	S7-2	8,5	0,90	0,041	0,44
Seirejaam 16	Lämmijärv	S7-1	8,6	1,00	0,081	0,45
Seirejaam 17	Lämmijärv	S7-1	8,5	1,09	0,10	0,37
	Peipsi järv	S7-2	8,5	0,71	0,038	0,53
	Lämmijärv	S7-1	8,5	0,92	0,071	0,52

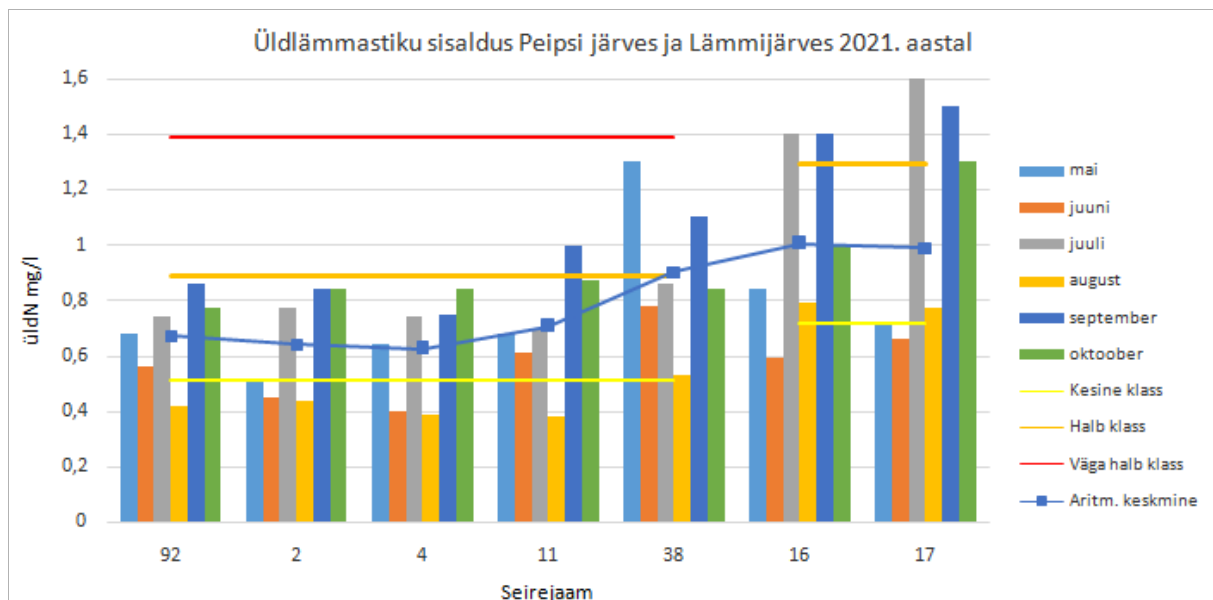


Joonis 2. Peipsi järve 2021. aasta vegetatsiooniperioodi veekvaliteet määruse nr. 19 järgi



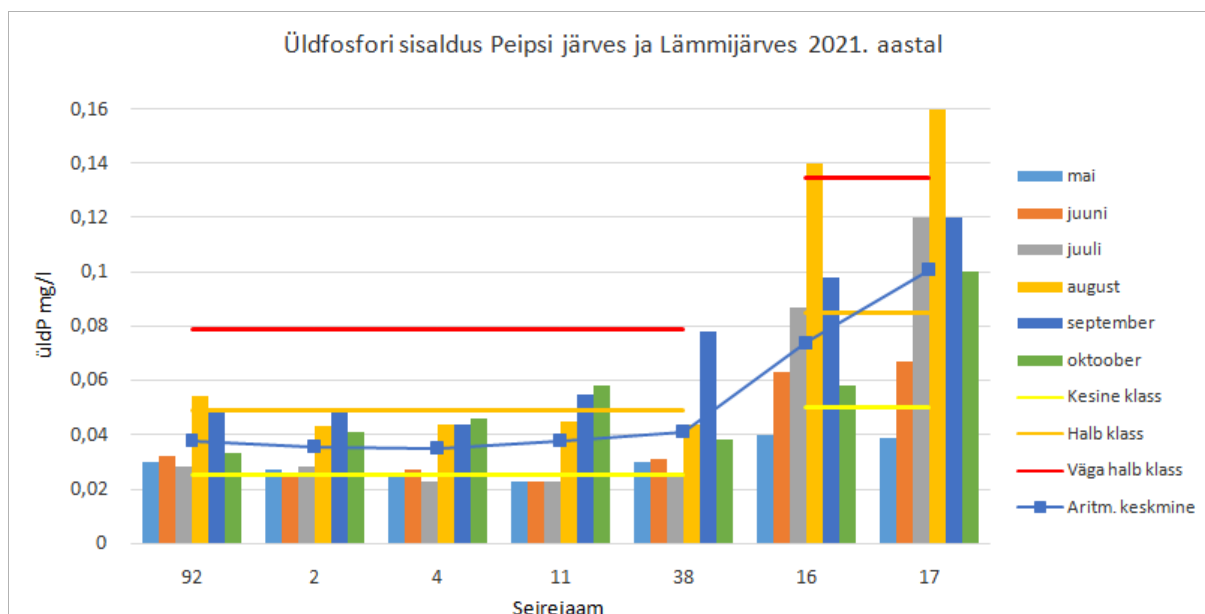
Joonistel 3-5 on toodud pinnakihi üldlämmastiku ja üldfosfori sisaldused ning pH väärtused Peipsi järve ja Lämmijärve seirejaamades 2021. aastal kuude lõikes koos aritmeetiliste keskmiste ja ökoloogiliste seisundiklasside piiridega.

Üldlämmastiku sisaldus oli 2021. aasta mais halvas ökoloogilises seisundiklassis seirejaama 38 pinnakihis, juulis seirejaamade 16 ja 17 pinnakihis, septembris seirejaamade 11, 38, 16 ja 17 pinnakihis ning oktoobris seirejaama 17 pinnakihis. Keskmise väärtuse alusel jäi Peipsi järve seirejaama 38 üldN halba ökoloogilisse seisundiklassi. Peipsi järve seirejaama 38 lähedale suubuvas Emajõe Kavastu seirejaamas mõõdeti aprillis üldN 4.3 mg/l ja mais 2.5 mg/l. Ülejäänud Peipsi järveosa ja Lämmijärve keskmised üldN sisaldused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (joonis 3).



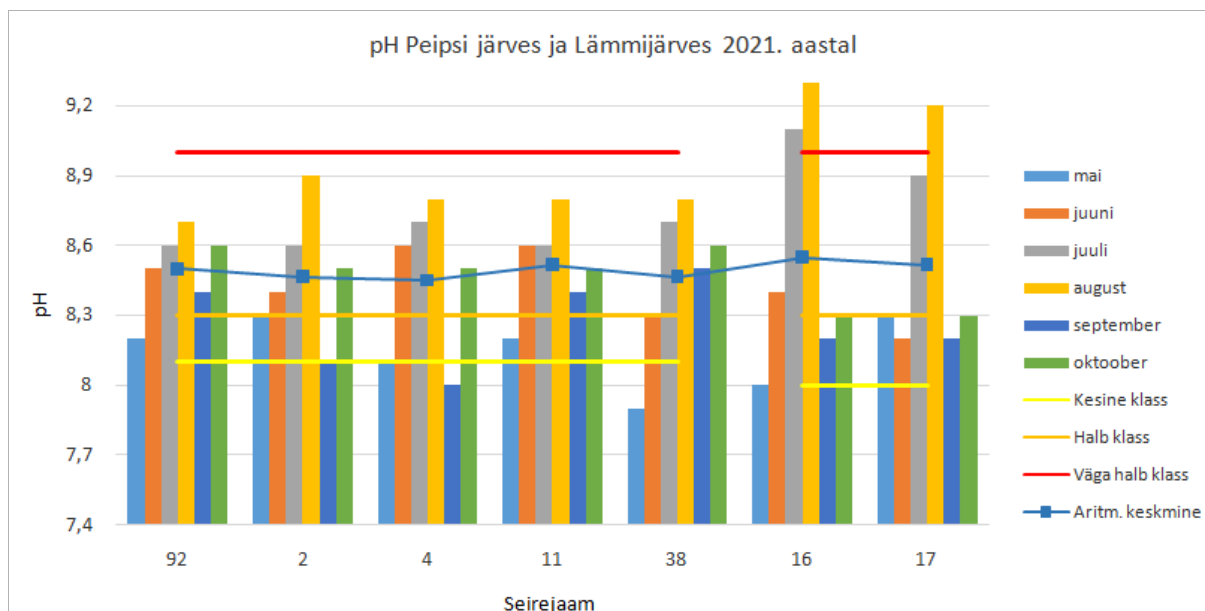
Joonis 3. Peipsi järve ja Lämmijärve üldlämmastiku sisaldused pinnakihis 2021. aastal

Peipsi järveosas oli üldfosfori sisaldus halvas ökoloogilises seisundiklassis augustis seirejaamas 92, septembris seirejaamade 92, 2, 11 ja 38 veeproovides ning oktoobris seirejaama 11 pinnakihi veeproovis. Lämmijärve mõlema seirejaama üldfosfori sisaldused olid juulis ja septembris halvas ning augustis väga halvas ökoloogilises seisundiklassis. Oktoobris oli Lämmijärve seirejaama 17 üldP sisaldus halvas ökoloogilises seisundiklassis. Lämmijärve seirejaama 17 aasta keskmine üldP sisaldus oli halvas ökoloogilises seisundiklassis. Peipsi seirejaamade ja Lämmijärve seirejaama 16 aasta keskmised üldP sisaldused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (joonis 4).



Joonis 4. Peipsi järve ja Lämmijärve üldfosfori sisaldused pinnakihis 2021. aastal

Väga halba ökoloogilisse seisundiklassi jäid Lämmijärve seirejaamade 16 ja 17 pH väärtused augustis ja seirejaama 16 pH juulis. Nii Peipsi järveosa kui Lämmijärve keskmised pH väärtused jäid halba ökoloogilisse seisundiklassi (joonis 5).



Joonis 5. Peipsi järve ja Lämmijärve pH väärtused pinnakihis 2021. aastal



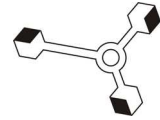
3.2 Peipsi järve ökoloogiline seisund aastatel 2006-2021

Tabelites 6-9 on toodud aastate 2006-2021 pH, üldlämmastiku, üldfosfori ning füüsikaliskemiliste üldtingimuste koondmäärangute (ÖKS) aritmeetilised keskmised seirejaamade kaupa. Lisaks on esitatud kvaliteedinäitajate ja ÖKS aasta keskmised väärtused ning eraldi Peipsi järveosa ja Lämmijärve keskmised. Tabelite viimases veerus on toodud aastate 2006-2021 aritmeetilised keskmised seirejaamade kaupa. Ökoloogilised seisundiklassid on tähistatud järgmiselt: **hea**, **kesine** ja **halb**. Peipsi järve seirejaam nr. 92 lisandus seiresse 2013. aastal.

2006-2021. aastate Peipsi järve riiklikest seirejaamadest 0.5 m sügavuselt pinnakihist võetud proovide kvaliteedinäitajate: pH, üldN ja üldP analüüsitulemuste aritmeetilised keskmised seirejaamade kaupa on esitatud ka joonistel 6-8. Joonistel on toodud ka ökoloogiliste seisundiklasside piirid, mis on Peipsi järvele ja Lämmijärvele erinevad (tabelid 3 ja 4). Joonisel 9 on näidatud füüsikaliskemiliste üldtingimuste koondmäärangud (ÖKS-id) aastatel 2006-2021.

Kõrgeimad pH keskmised (tabel 6, joonis 6) olid Peipsi järves 2007. aastal (seirejaamade nr. 2, 4, 11, 38 keskmine 8.6 – halb ökoloogiline seisundiklass) ning 2017. aastal (seirejaamade 92, 2, 4, 11, 38 keskmine 8.6 – halb ökoloogiline seisundiklass) ja Lämmijärves 2019. aastal (seirejaamade nr. 16, 17 keskmine 8.7 – halb ökoloogiline seisundiklass) ning madalaimad nii Peipsis kui Lämmijärves 2008. aastal (keskmised vastavalt 8.1 ja 8.0). 2008. aastal olid kõigi seirejaamade keskmised pH väärtused heas ökoloogilises seisundiklassis. Kõigi seirejaamade 2006-2021. aastate keskmised pH väärtused on halvas ökoloogilises seisundiklassis (tabel 6, viimane veerg).

Üldlämmastiku kõrgeimad sisaldused (tabel 7, joonis 7) olid Peipsi järves 2008. aastal (keskmine 0.83 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass) ja Lämmijärves 2021. aastal (keskmine 1.05 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass) ning madalaimad 2018. aastal (Peipsi järve keskmine 0.59 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass ja Lämmijärve keskmine 0.67 mg/l – hea ökoloogiline seisundiklass). Võrreldes seirejaamade 2006-2021. aastate keskmisi, oli seirejaamades nr. 38, 16 ja 17 üldlämmastiku kontsentratsioon kõrgem kui põhjapoolsetes jaamades (keskmised vastavalt 0.81, 0.89 ja 0.91 mg/l). Halba ökoloogilisse seisundiklassi jäid seirejaama nr. 38 üldN geomeetrilised keskmised 2008., 2015., 2020. ja 2021. aastal, kui Emajõe Kavastu lävendi aasta keskmised üldN sisaldused olid vastavalt 3.0,



2.6, 2.5 ja 2.8 mg/l. Kõigi seirejaamade 2006-2021. aastate keskmised üldN sisaldused on kesises ökoloogilises seisundiklassis (tabel 7, viimane veerg).

Kõrgeimad üldfosfori sisaldused (tabel 8, joonis 8) olid Peipsi järves 2009. aastal (keskmise 0.052 mg/l – halb ökoloogiline seisundiklass) ja Lämmijärves 2006., 2019. ja 2021. aastal (keskmised vastavalt 0.10, 0.097 ja 0.091 mg/l – halb ökoloogiline seisundiklass). Madalaimad üldP kontsentratsioonid olid Peipsi järves 2013 ja 2014. aastal (keskmised mõlemal aastal 0.030 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass) ja Lämmijärves 2008. ja 2010. aastal (keskmised mõlemal aastal 0.062 mg/l – kesine ökoloogiline seisundiklass). Kõigi seirejaamade 2006-2021. aastate keskmised üldP sisaldused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi (tabel 8, viimane veerg).

2013. aastal oli Peipsi järve seirejaama 92 füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang (ÖKS) heas klassis. 2021. aastal jäi Lämmijärve seirejaama 17 ÖKS halba ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud aastatel olid füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud kesises klassis (tabel 9, joonis 9).

Tabel 6. Peipsi järve pinnakihi pH väärtuste aritmeetilised keskmised aastatel 2006-2021

Seirejaam	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Keskmine
92								8.4	8.2	8.3	8.4	8.6	8.4	8.5	8.5	8.5	8.4
2	8.3	8.6	8.0	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	8.4
4	8.4	8.6	8.1	8.4	8.6	8.5	8.4	8.3	8.3	8.3	8.4	8.6	8.4	8.5	8.5	8.4	8.4
11	8.4	8.6	8.1	8.5	8.6	8.5	8.5	8.2	8.2	8.2	8.5	8.6	8.4	8.5	8.4	8.5	8.4
38	8.6	8.6	8.1	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	8.4
16	8.4	8.5	8.0	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
17	8.4	8.4	8.0	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	8.4
Keskmine	8.4	8.6	8.0	8.4	8.5	8.5	8.5	8.3	8.3	8.3	8.5	8.5	8.4	8.6	8.5	8.5	8.4
Peipsi järv	8.4	8.6	8.1	8.4	8.6	8.5	8.5	8.3	8.2	8.3	8.4	8.6	8.4	8.5	8.4	8.5	
Lämmijärv	8.4	8.5	8.0	8.4	8.3	8.6	8.5	8.3	8.4	8.3	8.6	8.5	8.5	8.7	8.6	8.6	

Tabel 7. Peipsi järve pinnakihi üldläämmastiku aritmeetilised keskmised (mg/l) aastatel 2006-2021

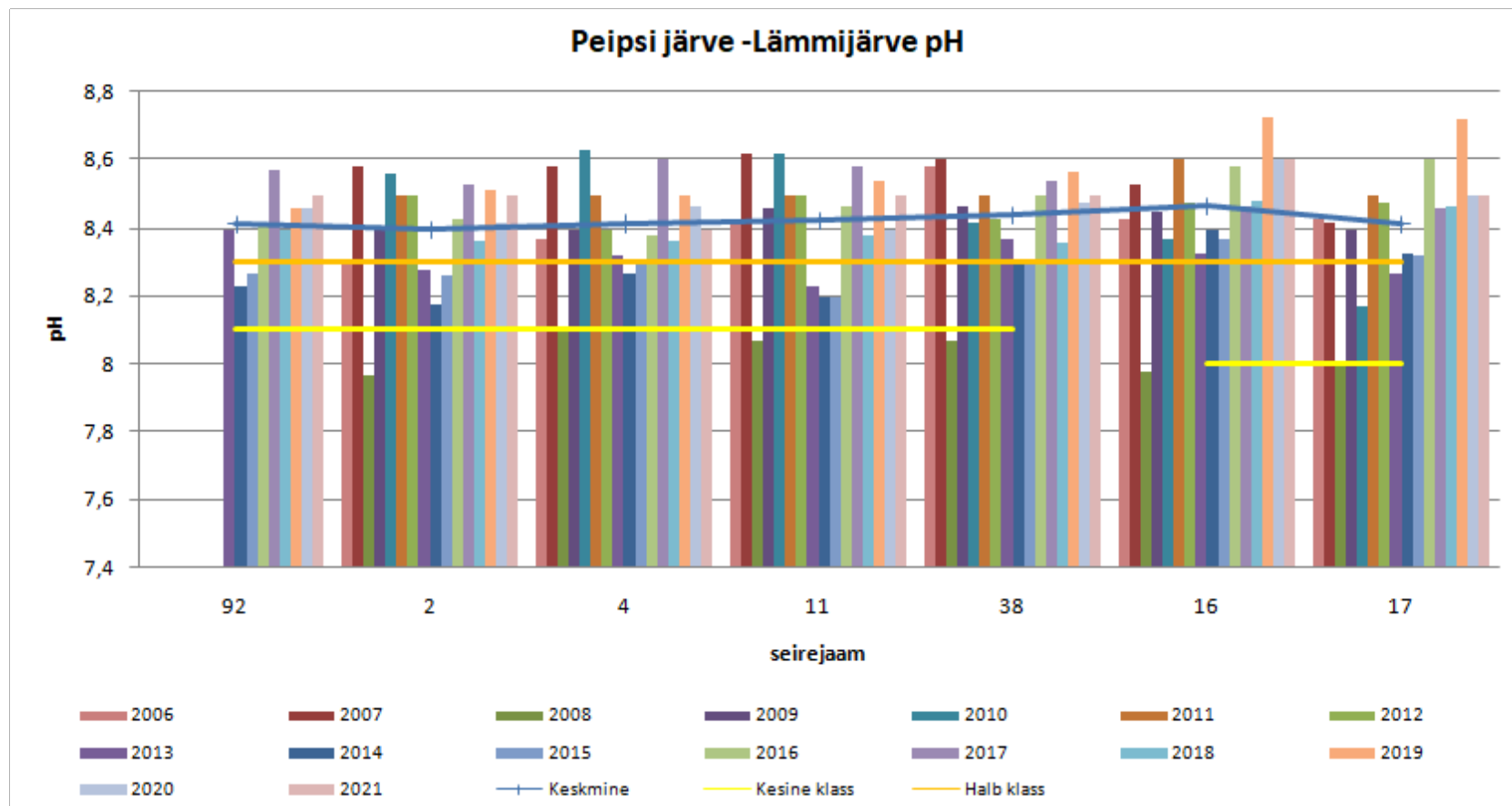
Seirejaam	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Keskmine
92								0.55	0.61	0.56	0.56	0.61	0.54	0.63	0.76	0.67	0.61
2	0.64	0.64	0.69	0.76	0.70	0.63	0.60	0.57	0.57	0.59	0.60	0.69	0.54	0.57	0.77	0.64	0.64
4	0.62	0.57	0.74	0.74	0.62	0.63	0.61	0.55	0.56	0.58	0.65	0.62	0.61	0.53	0.74	0.63	0.63
11	0.71	0.65	0.82	0.75	0.65	0.68	0.59	0.62	0.59	0.62	0.62	0.66	0.62	0.67	0.83	0.71	0.67
38	0.74	0.75	1.07	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	0.81
16	0.90	1.06	0.97	0.81	0.74	0.93	0.90	0.93	0.78	0.85	0.92	0.79	0.68	0.88	1.03	1.00	0.89
17	0.89	0.91	0.93	0.85	0.92	0.97	0.97	0.94	0.80	0.90	0.89	0.87	0.66	0.93	0.99	1.09	0.91
Keskmine	0.75	0.76	0.87	0.77	0.74	0.78	0.75	0.69	0.68	0.72	0.71	0.72	0.61	0.70	0.86	0.81	0.74
Peipsi järv	0.68	0.65	0.83	0.74	0.69	0.69	0.66	0.60	0.63	0.66	0.64	0.68	0.59	0.62	0.81	0.71	
Lämmijärv	0.90	0.99	0.95	0.83	0.83	0.95	0.94	0.94	0.79	0.88	0.91	0.83	0.67	0.91	1.01	1.05	

Tabel 8. Peipsi järve pinnakihi üldfosfori aritmeetilised keskmised (mg/l) aastatel 2006-2021

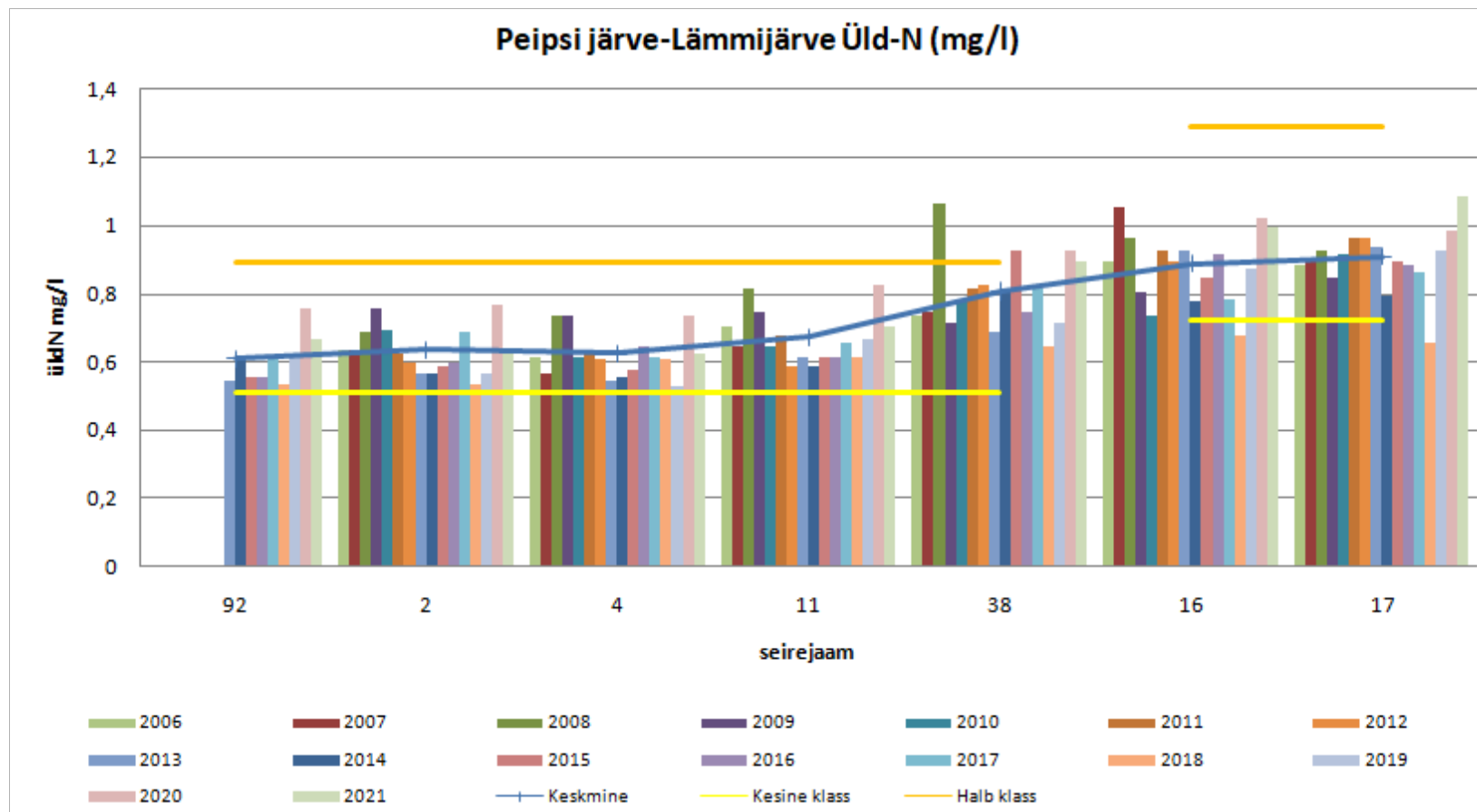
Seirejaam	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Keskmine
92								0.018	0.026	0.034	0.045	0.042	0.041	0.041	0.041	0.038	0.036
2	0.037	0.033	0.039	0.053	0.045	0.043	0.035	0.030	0.028	0.035	0.045	0.046	0.042	0.034	0.038	0.036	0.039
4	0.045	0.030	0.034	0.052	0.038	0.040	0.032	0.030	0.028	0.036	0.044	0.042	0.046	0.036	0.040	0.035	0.038
11	0.044	0.036	0.041	0.056	0.041	0.043	0.031	0.033	0.034	0.036	0.038	0.052	0.045	0.036	0.042	0.038	0.040
38	0.041	0.039	0.034	0.048	0.039	0.039	0.038	0.038	0.036	0.041	0.039	0.040	0.034	0.035	0.036	0.041	0.039
16	0.099	0.065	0.059	0.070	0.058	0.068	0.068	0.077	0.059	0.084	0.070	0.063	0.070	0.093	0.074	0.081	0.072
17	0.11	0.066	0.065	0.074	0.066	0.075	0.073	0.072	0.078	0.083	0.075	0.071	0.070	0.100	0.074	0.10	0.078
Keskmine	0.063	0.045	0.045	0.059	0.048	0.051	0.046	0.043	0.041	0.050	0.051	0.051	0.050	0.054	0.049	0.053	0.049
Peipsi järv	0.042	0.035	0.037	0.052	0.041	0.041	0.034	0.030	0.030	0.036	0.042	0.044	0.042	0.036	0.039	0.038	
Lämmijärv	0.10	0.066	0.062	0.072	0.062	0.072	0.071	0.075	0.069	0.084	0.073	0.067	0.070	0.097	0.074	0.091	

Tabel 9. Peipsi järve pinnakihi ÖKS-ide aritmeetilised keskmised aastatel 2006-2021

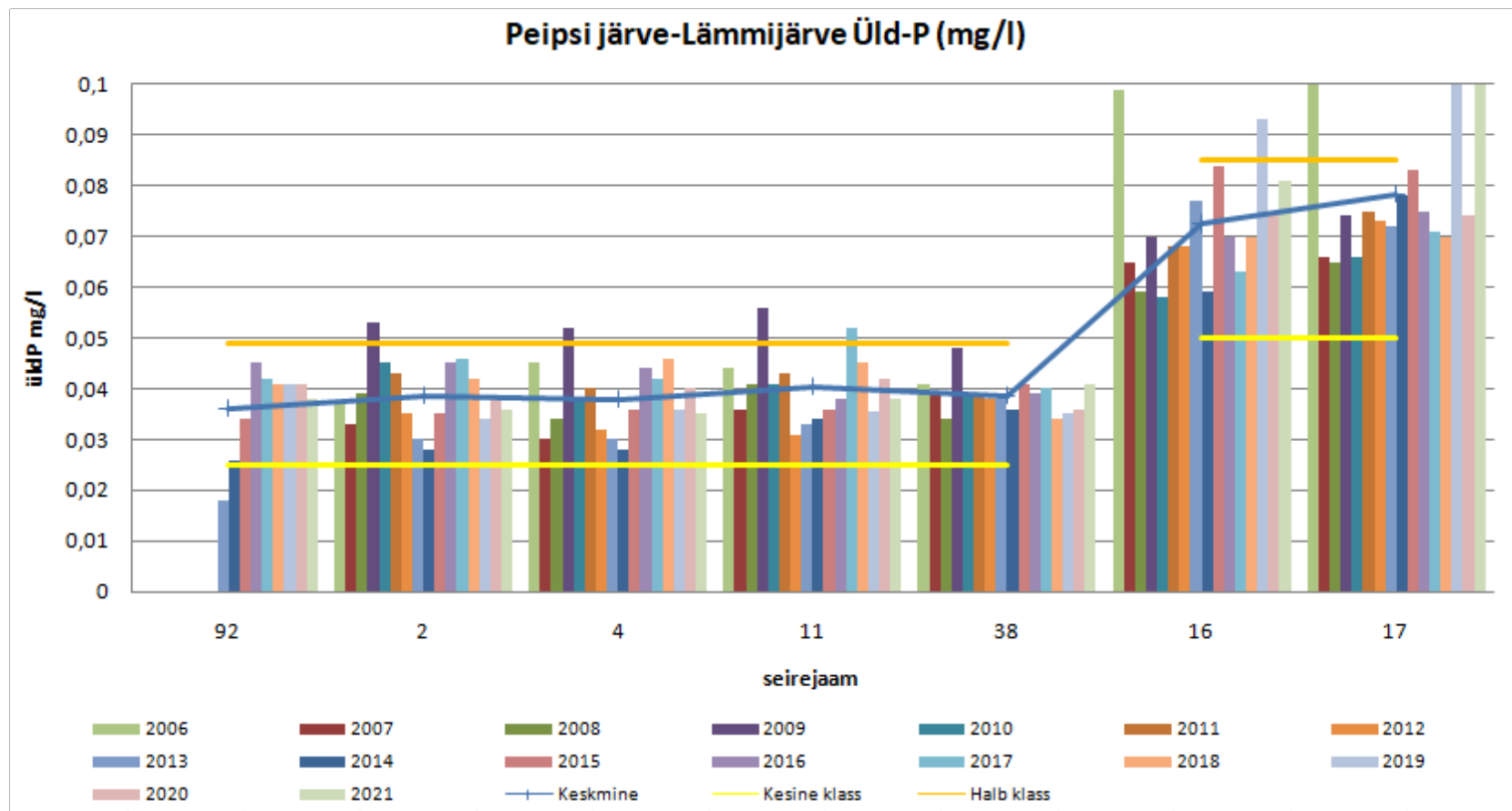
Seirejaam	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Keskmine
92								0.75	0.66	0.61	0.54	0.54	0.58	0.54	0.49	0.54	0.58
2	0.56	0.59	0.52	0.42	0.49	0.52	0.59	0.64	0.66	0.60	0.52	0.48	0.57	0.60	0.51	0.57	0.55
4	0.52	0.64	0.55	0.43	0.56	0.54	0.60	0.64	0.67	0.59	0.51	0.53	0.51	0.61	0.50	0.58	0.56
11	0.49	0.56	0.47	0.41	0.53	0.51	0.62	0.60	0.60	0.57	0.56	0.47	0.51	0.55	0.46	0.53	0.53
38	0.50	0.50	0.45	0.46	0.49	0.48	0.48	0.53	0.50	0.44	0.50	0.47	0.58	0.54	0.47	0.44	0.49
16	0.44	0.48	0.53	0.55	0.62	0.51	0.53	0.49	0.60	0.49	0.51	0.58	0.60	0.46	0.46	0.45	0.52
17	0.43	0.53	0.52	0.52	0.52	0.48	0.49	0.50	0.53	0.48	0.51	0.52	0.62	0.43	0.47	0.37	0.50
Keskmine	0.49	0.55	0.51	0.47	0.54	0.51	0.55	0.59	0.60	0.54	0.52	0.51	0.57	0.53	0.48	0.50	0.53
Peipsi järv	0.52	0.57	0.50	0.43	0.52	0.51	0.57	0.63	0.62	0.56	0.53	0.50	0.55	0.57	0.49	0.53	
Lämmijärv	0.44	0.51	0.53	0.54	0.57	0.50	0.51	0.50	0.57	0.49	0.51	0.55	0.61	0.45	0.47	0.41	



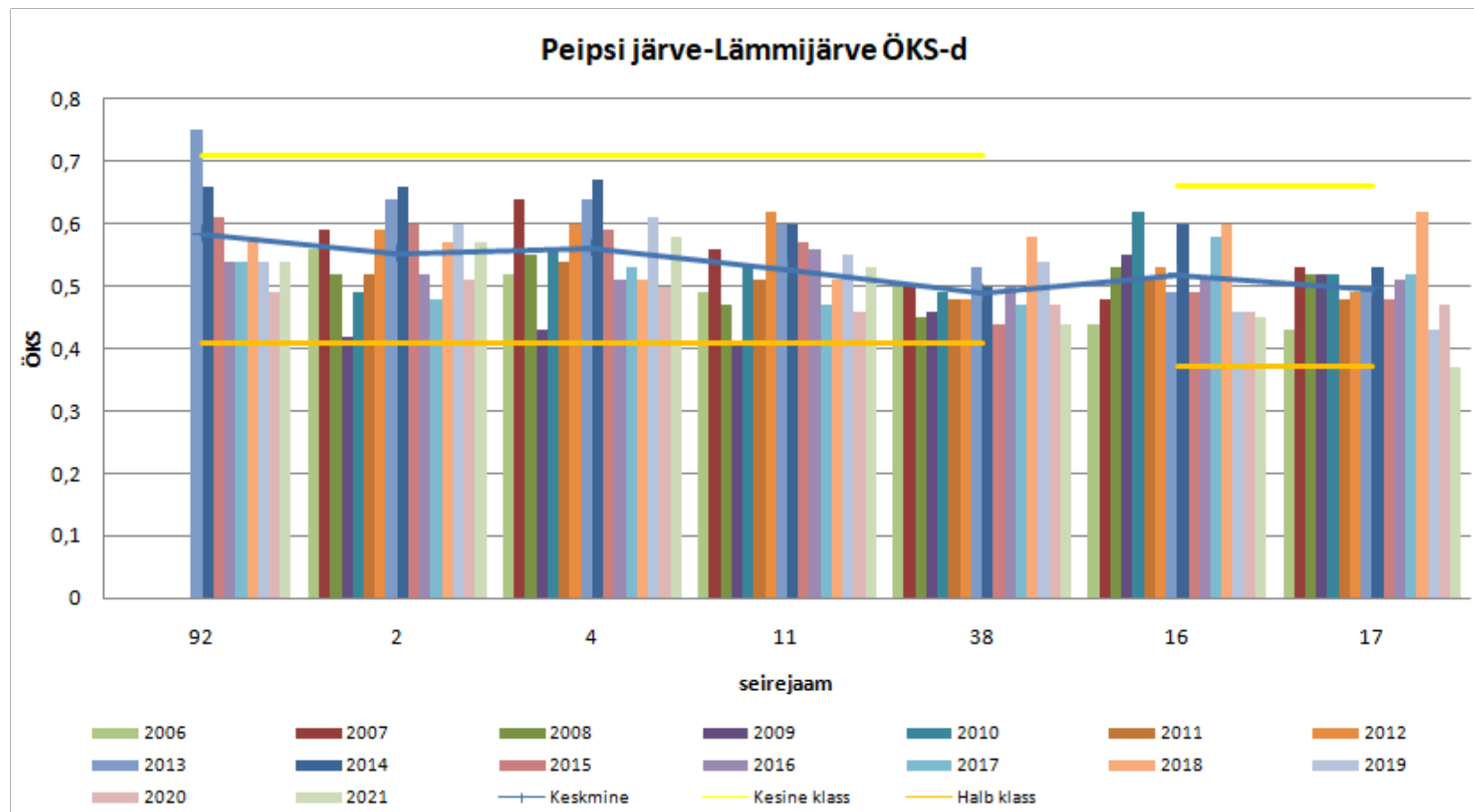
Joonis 6. Peipsi järve ja Lämmijärve pinnakihi pH keskmised aastatel 2006-2021



Joonis 7. Peipsi järve ja Lämmijärve pinnakihi üldlämmastiku keskmised aastatel 2006-2021



Joonis 8. Peipsi järve ja Lämmijärve pinnakihi üldfosfori keskmised aastatel 2006-2021



Joonis 9. Peipsi järve ja Lämmijärve füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangud aastatel 2006-2021



4. 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 füüsikalise-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 sakkiks – 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 interaktsiivsel 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 pinnakihi, siis on graafikul kuvatud tumesinised punktid koos joonega (näiteks seirejaama 38 korral). Seireperioodi saab muuta parempoolselt külgtabelilt 'Vali seireperiood:' alt kuupäeva käsitsi trükkides (formaad Aasta-kuu-päev) või kalendrist valides. Näiteks 2021. aasta vegetatsiooniperioodi tulemusi ja hinnanguid saab vaadata, kui valida seireperioodiks mai kuni oktoober: 2021-05-01 kuni 2021-10-31.

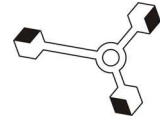
Lisaks on graafikule võimalik kuvada seireperioodi aritmeetiline keskmine ja antud seirejaama tüübile sätestatud kvaliteedinäitaja seisundiklasside piirid (keskkonnaministri määruse nr. 19 järgi), kui lülitada parempoolselt külgtabelilt sisse märkeruut 'Keskmine ja kvaliteediklassid'. Seisundiklasside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

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



Rakenduse sakis 'Ökoloogiline seisund' on toodud valitud seirejaama pinnakihi mõõdetud füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate (pH, üldlämmastik ja üldfosfor) arvarakteristikud, ökoloogilised kvaliteedisuhted (ÖKS), kvaliteedinäitajate ökoloogilised seisundiklassid ning füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärang valitud seirejaama kohta.

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



5. Kokkuvõte

2021. aastal teostas Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ hüdrokeemilised uuringud Peipsi järve Eesti poolsetel 5 korral vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober).

2021. aasta pH väärtuste (mai-oktoober) aritmeetilised keskmised jäid kõikide seirejaamade pinnakihi halba ökoloogilisse seisundiklassi.

Üldlämmastiku keskmise väärtuse alusel jäi Peipsi järve seirejaam 38 halba ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud Peipsi järveosa ja Lämmijärve keskmised üldN sisaldused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi.

Üldfosfori keskmise väärtuse alusel jäi Lämmijärve seirejaam 17 halba ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud Peipsi järveosa ja Lämmijärve keskmised üldP sisaldused jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi.

Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmääranguna jäi Lämmijärve seirejaam 17 halba ökoloogilisse seisundiklassi. Ülejäänud seirejaamad jäid 2021. aasta vegetatsiooniperioodil kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi.

Peipsi järve ja Lämmijärve Eesti poolsete seirejaamade 2006-2021. aastate pinnakihi keskmised pH väärtused olid halvas, üldlämmastiku ja üldfosfori keskmised sisaldused kesises ökoloogilises seisundiklassis. Füüsikalise-keemiliste üldtingimuste koondmäärangutena on Peipsi järv ja Lämmijärv olnud kesises ökoloogilises seisundiklassis.

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

Lisa 1. Kvaliteedinäitajate keskmised kontsentratsioonid 2021. 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	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
92	S7-2	14.6	8.4	9.9	96	22.1	309	8.9	1.7	2.9	pH > 8.3	26	0.038	0.0021	0.015	0.69	0.015	0.044	6.7	10.8
2	S7-2	14.7	8.4	9.9	96	22.1	306	9.6	1.8	2.9	pH > 8.3	28	0.025	0.0020	0.013	0.63	0.009	0.036	6.6	11.1
4	S7-2	15.1	8.4	10.2	101	21.5	307	8.8	1.6	2.9	pH > 8.3	26	0.020	0.0020	0.017	0.64	0.008	0.036	6.7	11.0
11	S7-2	15.2	8.5	10.1	100	22.2	309	11	1.7	2.9	pH > 8.3	28	0.026	0.0023	0.040	0.76	0.009	0.040	6.7	11.2
38	S7-2	16.0	8.5	10.2	103	30.0	322	13	2.0	3.0	pH > 8.3	32	0.020	0.0038	0.14	0.90	0.009	0.041	7.2	11.8
16	S7-1	16.0	8.5	10.1	102	53.5	258	27	2.7	2.5	pH > 8.3	40	0.019	0.0034	0.049	1.1	0.014	0.091	5.7	8.0
17	S7-1	15.8	8.5	9.7	96	57.9	260	26	2.7	2.5	pH > 8.3	41	0.026	0.0032	0.048	1.1	0.024	0.10	5.6	7.3