www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Institute of Agricultural and Environmental Sciences

Eesti-Vene piiriveekogude kaitse ja kasutamise ühiskomisjoni XIX istungi protokolli **lisa 10**

Приложение 10 к протоколу XIX заседания Российско-Эстонской совместной комиссии по охране и использованию трансграничных вод

Peipsi järve 2015. a. seisundi hinnang hüdrobioloogiliste näitajate järgi

Külli Kangur
Eesti Maaülikool

Оценка состояния Чудско-Псковского озера в 2015 г. по гидробиологическим показателям

Кюлли Кангур
Эстонский Университет естественных наук

Tallinn , detsember 2016
Таллин, декабрь 2016

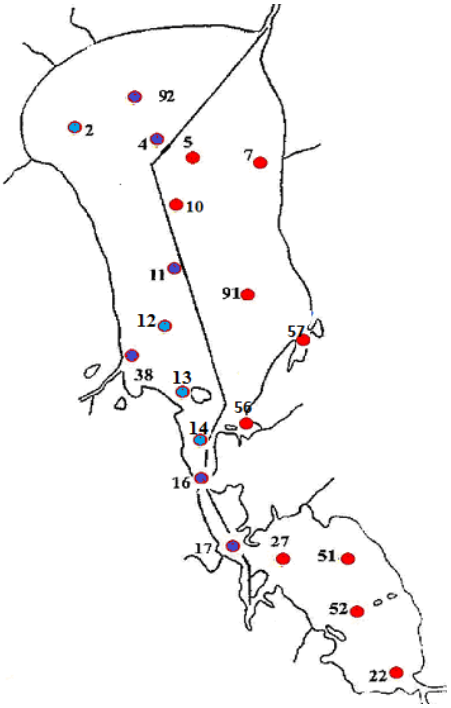
Sissejuhatus

Käesolevas töös antakse ülevaade Peipsi järve seisundist 2015. aastal hüdrobioloogiliste näitajate alusel pikaajaliste suundumiste taustal. Ülevaates on kasutatud põhiliselt Eesti seire ja ka Eesti-Vene ühisseiretööde andmeid ning Vene poole materjale pr. I. Andrejeva ettekande põhjal, mis esitati Eesti-Vene piiriveekogude kaitse ja kasutamise ühiskomisjoni seire, hinnangu ja rakendusuuringute töörühma 5.-7. juuli 2016 koosolekul. Peipsi hüdrobioloogiliste andmete vahetuse formaat Eesti Vabariigi ja Vene Föderatsiooni vahel pole veel lõplikult kokku lepitud (ehkki töö selles suunas käib), mistõttu ülevaate koostamisel olid kasutada ainult Vene poole ettekande materjalid. Analüüsi on kaasatud ka Peipsi veetaseme ja -temperatuuri andmeid ning lisaks illustreerivat materjali kättesaadavast satelliidiinformatsioonist.

Seiresagedus ja proovipunktid

- Eesti poolel **6** korda aastas avaveeperioodil (maist - oktoobrini) 10 seirepunktis
- Vene poolel **3** korda aastas (mais, augustis ja oktoobris) samuti 10 seirepunktis
- Ühisseiretööd augustis ja märtsis

Erinevus seiresageduses võib mõnevõrra mõjutada Eesti ja Vene poole seiretulemuste võrreldavust.



Joonis 1. Seirepunktid Peipsil (Vene poolel I. Andreeva ettekande alusel).

Uuritavad elustikurühmad

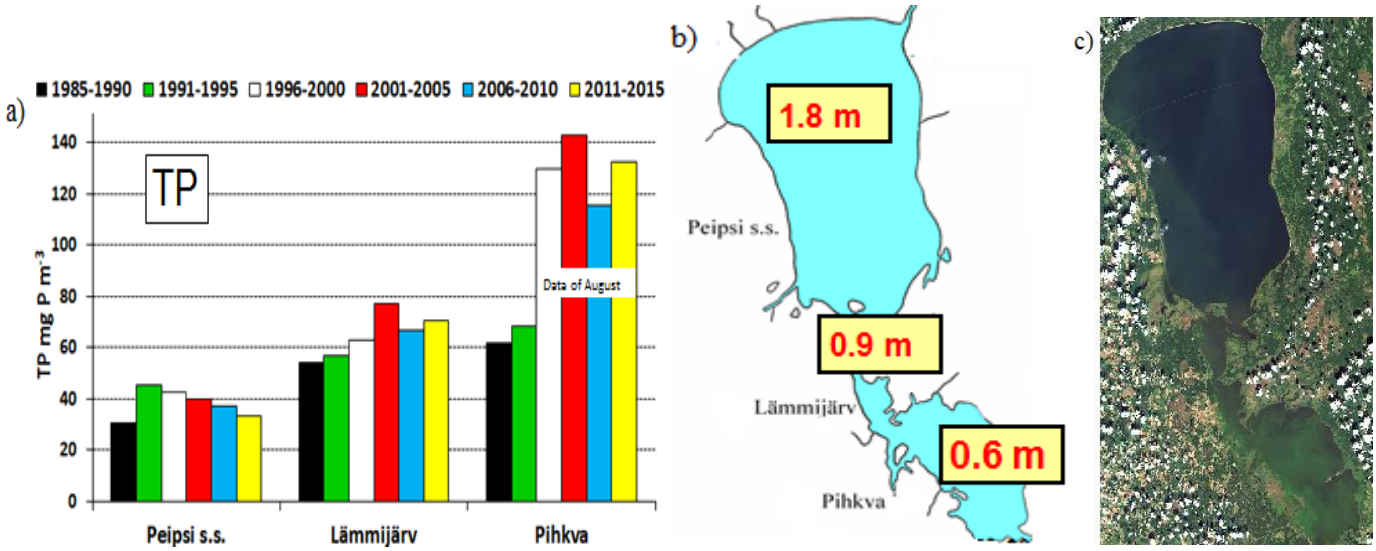
- Eesti poolel: fütoplankton, suurtaimestik, zooplankton ja makrozoobentos
- Vene poolel: fütoplankton, zooplankton ja makrozoobentos.

Elustikurühmade uurimismetoodikat Eesti ja Vene poolel käsitletakse täpsemalt ja võrreldakse ühiskomisjoni seire, hinnangu ja rakendusuuringute töörühmas ja siinkohal seda ei analüüsita. Eesti hindamismetoodika aluseks on keskkonnaministri määrus nr. 44 ”Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord” (2010).

Peipsi ökoloogilise seisundi varieeruvus

Peipsi ökosüsteemile on iseloomulik suur aastatevaheline varieeruvus, kuna seda mõjutavad korraga mitmed looduslikud protsessid (veetaseme ja –temperatuuri perioodilised muutused, ekstreemseed ilmastikunähtused, jääolud jne) ja inimtekkelised survetegurid (eutrofeerumine, reostus, võõrliigid, kalapüük jne). Neist kaks kõige olulisemat koosesinevat ja teineteist võimendavat mõjurit on praegu inimtekkeline eutrofeerumine ja ilmastikumuutustest tingitud häired, mis koostöös võivad põhjustada järve ökosüsteemi ebastabiilsust ja sageli ka muutuste suuna prognoosimatust.

Vee läbipaistvus on üks selgemaid ja silmaga nähtav järve seisundi näitaja, mis Peipsis sõltub eelkõige vetikate ohtrusest ja peegeldab üldjoontes taimetoitesoolade kontsentratsiooni erinevusi järveosades (joonis 2). Peipsi põhjaosas on vee läbipaistvus (Secchi ketta järgi) avaveeperioodil keskmiselt ligi kolm korda suurem kui Pihkva järves. See on kooskõlas oluliselt kõrgema üldfosfori (TP) kontsentratsiooniga järve lõunapoolsetes osades võrreldes Peipsi põhjaosaga, kus fosforisisaldus vees on viimastel aastatel stabiliseerunud.



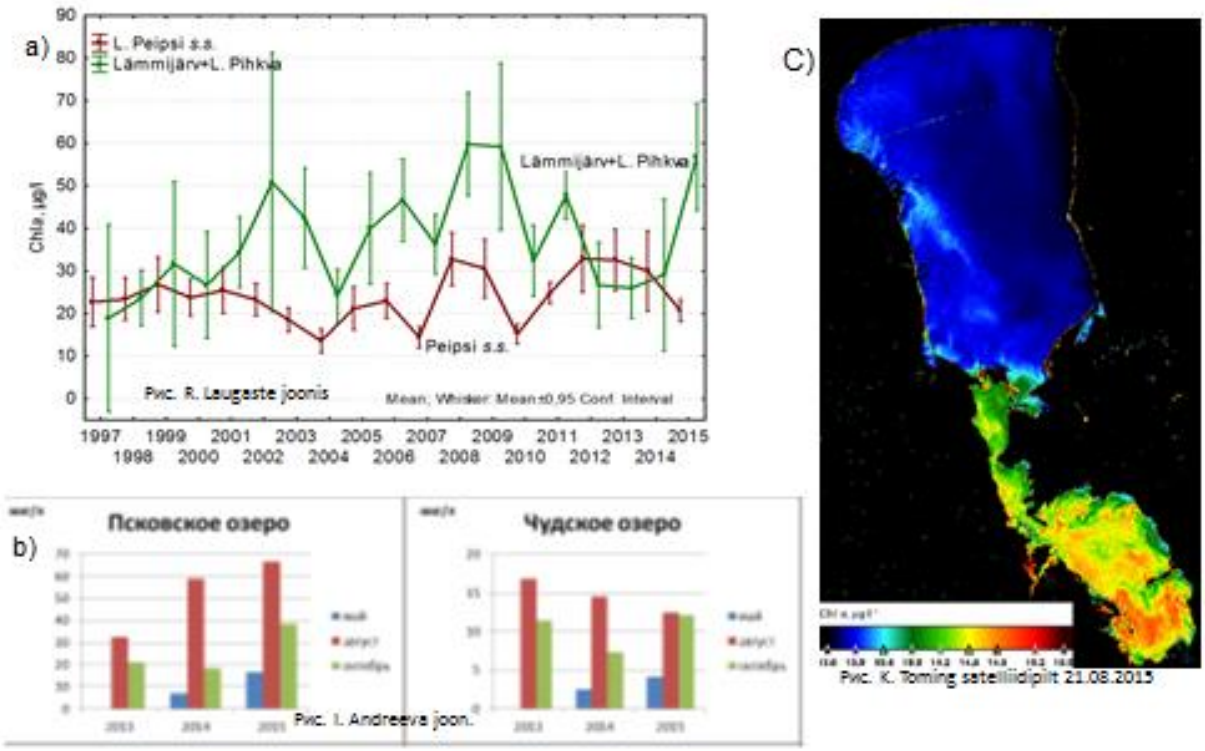
Joonis 2. Vee läbipaistvuse seosed toitesoolade sisaldusega vees: a) üldfosfori kontsentratsioon (geomeetriline keskmine avaveeperioodil); b) keskmine vee läbipaisvus Secchi ketta järgi avaveeperioodil 2011-2015 Peipsi kolmes järveosas ja c) satelliidi Sentinel-2 poolt jäädvustatud pilt Peipsi järvest 21.08.2015 (foto K.Tomingalt).

Jätkuvalt kõrge, hüpertroofseid tingimusi iseloomustav üldfosfori kontsentratsioon (ligi 130 mg m^{-3} augusti 2011-2015 andmetel) Pihkva järves loob soodsad tingimused vetikate ja kõrgemate veetaimede arenguks. Seda näitab ka uue satelliidi Sentinel-2 poolt jäädvustatud loomulike värvidega pilt Peipsi järvest (21.08.2015).

Klorofüll-*a* sisaldus vees ja fütoplanktoni biomass

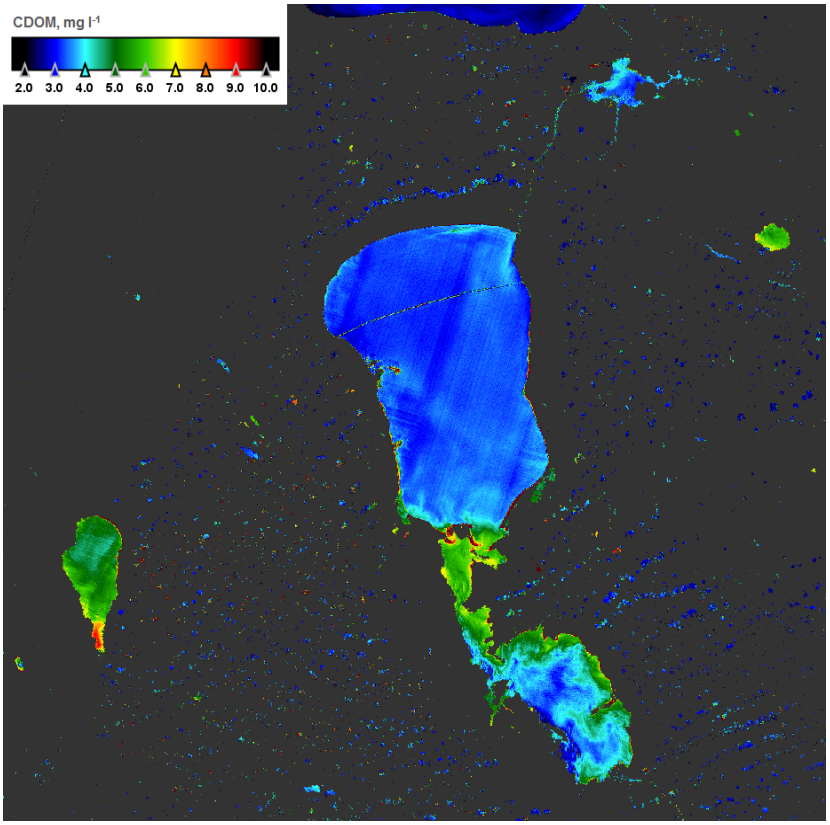
Kaugseire andmed näitavad ilmekalt klorofüll-*a* (Chl*a*) sisalduse erinevust Peipsi põhjaosa ja lõunapoolsemate, suhteliselt madalate järveosade (Lämmijärv ja Pihkva järv) vees (joonis 3c). Sama kajastavad ka Eesti ja Vene poole *in situ* mõõtmiste andmed Chl*a* sisalduse kohta, kusjuures poolte mõõtmistulemused olid 2015. aastal üsna hästi võrreldavad. Nii Eesti kui ka Vene poole andmed näitasid Chl*a* sisalduse tõusutendentsi Pihkva järve ja vähenemist Peipsi s.s. vees aastatel 2013-2015 (joonis 3a ja b).

Vene poole andmetel täheldati 2015. aasta augustis Pihkva järves Chl*a* sisalduse kõrgeid väärtusi (kuni 87 µg L^{-1}), samal ajal Peipsi *s.s.* vees üsna madalat Chl*a* sisaldust (ligi 12 µg L^{-1}), mis püsis ligikaudu samal tasemel (ilmselt sooja sügise tõttu) veel oktoobriski.



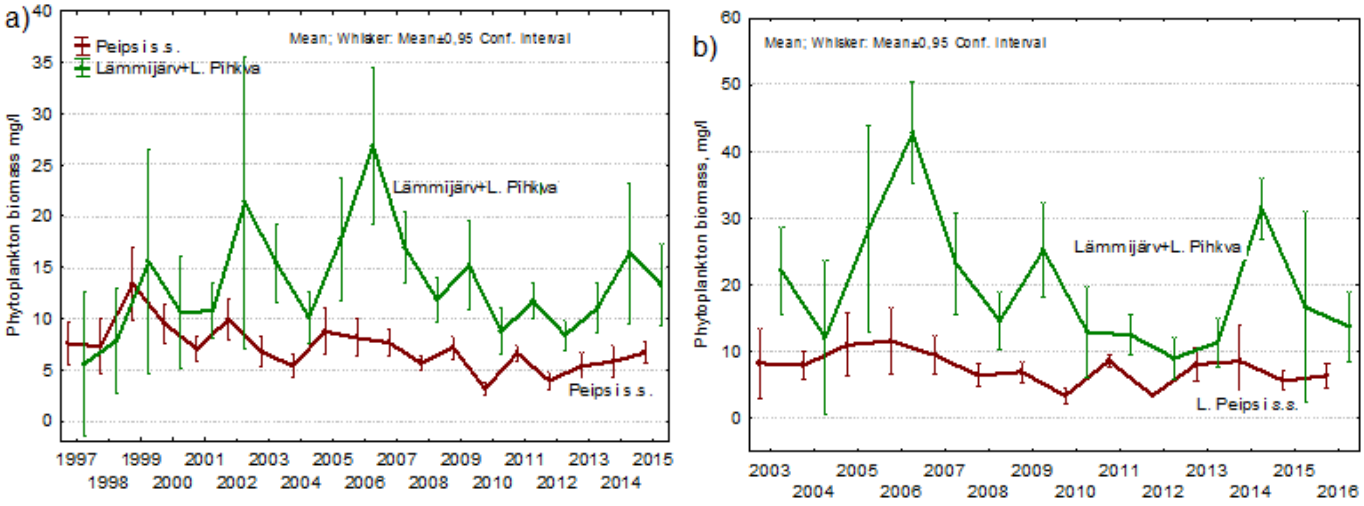
Joonis 3. Klorofüll *a* sisaldus Peipsi järve vees: a) Chl*a* sisalduse pikaajaline dünaamika Peipsi järveosade vees (R. Laugaste joonis); b) Chl*a* sisaldus Pihkva järve ja Peipsi s.s. vees aastatel 2013-2015 (I. Andreeva joonis); c) kaugseire andmed klorofüll-*a* sisalduse kohta järveosades (21.08.2015, satelliidipilt K. Toming).

Lahustunud orgaanilise aine sisalduses (CDOM) tuleb samuti esile selge piir vee kvaliteedis Peipsi s.s. ja Lämmijärve vahel (21.08.2015, joonis 4).



Joonis 4. Lahustunud orgaanilise aine sisaldus Peipsi järve vees (21.08.2015, (21.08.2015, satelliidipilt K. Tomingalt).

Fütoplanktoni biomassi vegetatsiooniperioodi pikaajalised keskmised andmed näitavad Peipsis s.s. üsna stabiilset olukorda ja biomassi mõõdukat tõusu viimasel kolmel aastal (2013-2015). Pihkva järves on vetikate biomass aastati muutlikum, kuid samuti täheldati kõrgemat biomassi madalaveelistel aastatel (nt 2006. aastal, joonis 5a). Augustis on fütoplanktoni biomass tavapäraselt vegetatsiooniperioodi keskmisest kõrgem ja eriti ilmekalt tuleb esile vetikate biomassi tõus Pihkva järves madalaveelistel aastatel 2006 ja 2014 (joonis 5b).

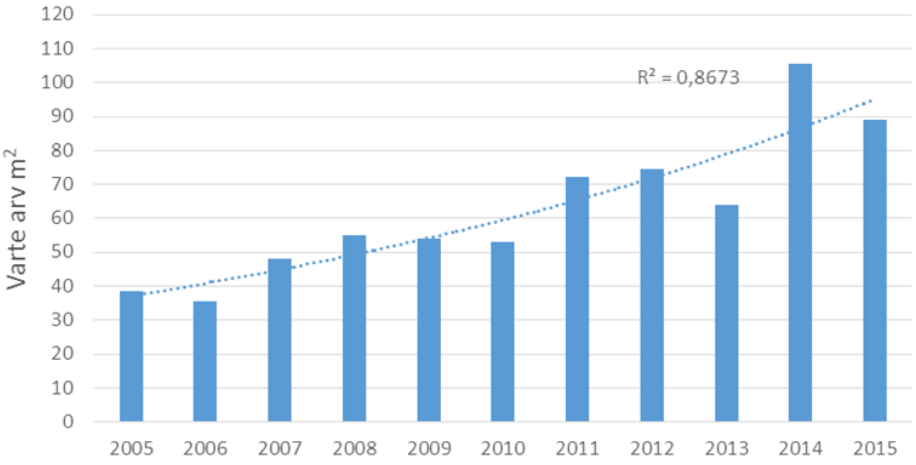


Joonis 5. Fütoplanktoni biomassi pikaajaline dünaamika Peipsi järveosades: a) fütoplanktoni keskmine biomass vegetatsiooniperioodil (mai-oktoober); b) biomass augustis (R. Laugaste joonised).

I. Andreeva andmetel (ettekanne 6.07.2016) oli Peipsi fütoplanktoni iseärasuseks 2015. aastal (nagu ka 2014. aastal) sinivetika *Aphanizomenon flos-aquae* massiline areng. See sinivetikaliik põhjustab Peipsis õitsenguid ja on potentsiaalselt mürgine.

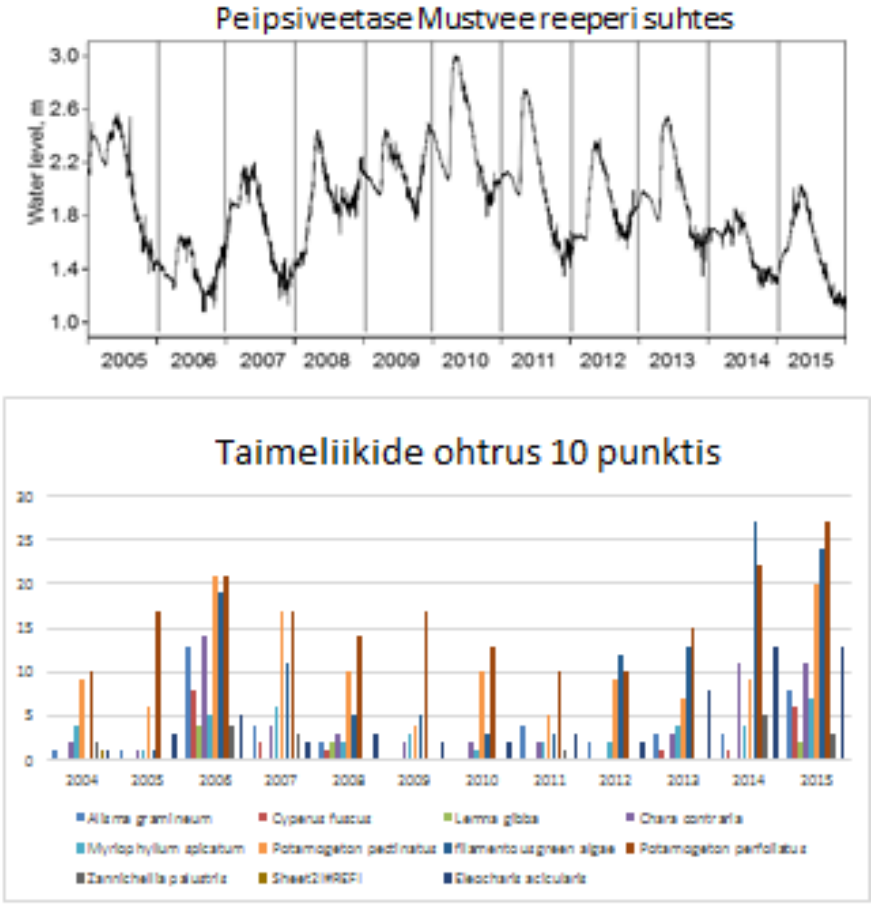
Suurtaimestik

Peipsi järve eutrofeerumine on jätkuvalt aktuaalne keskkonnaprobleem ja kogu ökosüsteemi muutuste alus. Järve eutrofeerumist peegeldab kõige ilmekamalt pilliroovööndi laienemine (Peipsis s.s.) ja tihedamaks muutumine. Eesti seirekohtades on viimasel aastakümnel pilliroovõsude keskmine tihedus järkjärgult kasvanud (joonis 6).



Joonis 6. Pilliroovõsude keskmine tihedus Eesti seirekohtades (H. Mäemetsa joonis).

Pikaajalised andmed näitavad, et makrofüütide ja fütoplanktoni biomass Peipsi järves võib erineda minimaalse ja maksimaalse veetaseme juures kaks kuni kolm korda (Mäemets jt 2016 ilmumas). Mitmete **taimeliikide ohtrus** Peipsi järves korreleerub veetasemega: mida madalam on veetase, seda suurem on reeglina nende taimeliikide ohtrus 10 Eesti poole seirepunktides ja vastupidi – mida kõrgem on veetase, seda väiksem on taimeliikide ohtrus (joonis 7). 2014.-2015. aastal oli veetase Peipsis madal ja mitmete veetasemega korreleeruvate taimeliikide ohtrus järves suhteliselt kõrge.



Joonis 7. Veetaseme muutused Peipsi järves (Mustvee jaama andmed) ja taimeliikide ohtrus 10 seirepunktis Eesti poolel (H. Mäemetsa joonis).

Peipsi järve ökoloogilise seisundi hinnang elustiku näitajate alusel

Peipsi seisundiklasside piirid bioloogiliste kvaliteedinäitajate väärtuste järgi (Eesti keskkonnaministri määrus nr. 44, 2010) on esitatud tabelis 1. Peipsi s.s. ning Lämmijärve ja Pihkva järve jaoks on Eestis kehtestatud eraldi kvaliteediklasside piirid, mis arvestavad nende järvede looduslikke iseärasusi. Näiteks Peipsi s.s jaoks on vee läbipaistvuse kvaliteediklasside piirid palju rangemad kui Pihkva ja Lämmijärve jaoks, s.t. madalamad vee läbipaistvuse väärtused näitavad järve lõunapoolsemates osades kõrgemat kvaliteediklassi kui Peipsis s.s. (Tabel 1).

Peipsi kolme järveosa seisundit kahel perioodil, aastatel 2006-2010 ja 2011-2015, on võrreldud tabelis 2. Kui Peipsi s.s seisund on olnud viimasel kümnendil bioloogiliste kvaliteedinäitajate järgi üsna stabiilne, siis Lämmijärve seisund on halvenenud vee läbipaistvuse ja klorofüllisisalduse osas. Ka Pihkva järve seisund on olnud (ainult augusti andmetel) vee läbipaistvuse ja klorofüllisisalduse järgi kahel vaadeldaval perioodil stabiilselt halb. Klorofüllisisaldus on järve lõunapoolsetes osades tõusnud ja vastavalt vee läbipaistvus vähenenud, mis on kooskõlas toitesoolade (põhiliselt fosfori ja lämmastikuühendite) kontsentratsiooniga nende järveosade (Lämmijärv ja Pihkva järv) vees. Sinivetikate osakaal fütoplanktoni biomassis on veidi tõusnud Pihkva järves.

Tabel 1. Peipsi järve ökoloogiliste seisundiklasside piirid bioloogiliste kvaliteedinäitajate väärtuste järgi

Состояние озёр Чудское, Тёплое и Псковское по биологическим показателям согласно Эстонской классификаци

Kvaliteedinäitaja Показатель	Järveosa Часть озера	Ühik	Väga hea klass *Очень хорошее	Hea klass Хорошее	Kesine klass Посредст	Halb klass Плохое	Väga halb Очень плохое
Läbipaistvus (Secchi) Прозрачность	Peipsi s.s Чудское	m	≥3,5	<2,0-1,5	<2,5-1.5	<1,5-1,0	<1,0
	Lämmijärv ja Pihkva j. Тёплое и Псковское	m	≥2,0	>2,0-1,5	<1,5-1.0	<1,0-0,7	<0,7
Chl *a*	Peipsi s.s Чудское	µg/l	≤3	>3-8	>8-20	>20-38	>38
	Lämmijärv ja Pihkva j. Тёплое и Псковское	µg/l	≤6	>6-13	>13-37	>37-75	>75
Fütoplanktoni biomass Биомасса фитопланктона	Peipsi s.s Чудское	mg/l	≤1	>1-2,6	>2,6-9,4	>9,4-17,3	>17,3
	Lämmijärv ja Pihkva j. Тёплое и Псковское	µg/l	≤2,6	>2,6-6,4	>6,4-16,1	>16,1-37	>37
Sinivetikate % biomassis, % биомассы синезелёных (VII-IX)	Peipsi s.s Чудское	%	≤ 3	>20	>20-60	>60-82	>82
	Lämmijärv ja Pihkva j. Тёплое и Псковское	%	≤ 7	>37	>37-70	>70-89	>89

Tabel 2. Peipsi järveosade seisundi hinnang bioloogiliste kvaliteedinäitajate järgi 2006-2010. ja 2011-2015. a. vegetatsiooniperioodil Eesti klassifikatsiooni kohaselt

Состояние озёр Чудское, Тёплое и Псковское по биологическим показателям в 2006-2010 и в 2011-2015 согласно Эстонской классификаци

Järveosa Часть озера	Aasta Год		Bioloogiline kvaliteedinäitaja (fütoplankton)			Koond-hinnang Общая оценка
		Läbipaistvus, Прозрачность m	Chl a sisaldus, Chl a µg/l	Fütoplanktoni biomass, Биомасса фитопланктона mg/l	Sinivetikate % biomassis, % биомассы синезелёных (VII-IX)	
Peipsi s.s. Чудское	2006 -2010	1,8	17,9	5,4	59	Kesine Посредств
		Kesine Посредств	Kesine Посредств	Kesine Посредств	Kesine Посредств	
	2011-2015	1,8	17,8	4,6	40	Kesine Посредств
		Kesine Посредств	Kesine Посредств	Kesine Посредств	Kesine Посредств	
Lämmijärv Тёплое	2006 -2010	0,95	35,8	11,3	69	Kesine Посредств
		Halb Плохое	Kesine Посредств	Kesine Посредств	Kesine Посредств	
	2011-2015	0,92	38,7	8,9	68	Halb Плохое
		Halb Плохое	Halb Плохое	Kesine Посредств	Kesine Посредств	
Pihkva järv Псковское	2006 -2010	0,7	62,7	19,7	62	Halb Плохое
		Väga halb Очень плохое	Halb Плохое	Halb Плохое	Kesine Посредств	
	2011-2015	0,6	68,1	15,6	66	
		Väga halb Очень плохое	Halb Плохое	Kesine Посредств	Kesine Посредств	

Tabelis 3 on võrreldud Peipsi kolme osa (Peipsi s.s., Lämmijärve ja Pihkva järve) ökoloogilist seisundit bioloogiliste kvaliteedinäitajate järgi augustis 2003-2014 ja 2015. Lämmijärves ja Pihkva järves oli 2015. augustis võrreldes 2003-2014 augusti keskmiste näitajatega olukord halvenenud vee läbipaistvuse ja klorofüll-*a* sisalduse osas. Üldhinnang Peipsile oli augusti 2015 andmetel kesine, Lämmijärvele ja Pihkva järvele aga halb.

Tabel 3. Peipsi järveosade seisundi hinnang bioloogiliste kvaliteedinäitajate järgi 2003-2014. ja 2015.a. augustis Eesti klassifikatsiooni kohaselt

Состояние озёр Чудское, Тёплое и Псковское по биологическим показателям в августе 2003-2014 и в 2015 согласно Эстонской классификаци

Järveosa Часть озера	Aasta Год	Bioloogiline kvaliteedinäitaja (fütoplankton) Läbipaistvus, Прозрачность m	Chl a sisaldus, Chl a µg/l	Fütoplanktoni biomass, Биомасса фитопланктона mg/l	Sinivetikate % biomassis, % биомассы синезелёных (VII-IX)	Koond-hinnang Общая оценка
Peipsi s.s. Чудское	2003-2014	1,62	20,0	6,5	50,8	Kesine Посредств
		Kesine Посредств	Kesine Посредств.	Kesine Посредств	Kesine Посредств	
	2015	1,86	18,1	4,5	27,1	Kesine Посредств
		Kesine Посредств	Kesine Посредств	Kesine Посредств	Kesine Посредств	
Lämmijärv Тёплое	2003-2014	0,77	58,6	20,0	71,0	Halb Плохое
		Halb Плохое	Halb Плохое	Halb Плохое	Halb Плохое	
	2015	0,65	84,5	27,6	71,0	Halb Плохое
		Väga halb Очень плохое	Väga halb Очень плохое	Halb Плохое	Halb Плохое	
Pihkva järv Псковское	2003 -2014	0,61	62,4	19,6	67	Halb Плохое
		Väga halb Очень плохое	Halb Плохое	Halb Плохое	Kesine Посредств	
	2015	0,58	78,4	15,2	52,4	
		Väga halb Очень плохое	Väga halb Очень плохое	Kesine Посредств	Kesine Посредств	

Kokkuvõte

1. **Bioloogilistest kvaliteedinäitajatest on Eesti ja Vene poole andmed klorofüll*a* sisalduse kohta Peipsi s.s. ja Pihkva järve vees hästi kokkulangevad ning näitavad viimastel aastatel sama muutuste suunda järveosades. Kaugseire andmed kinnitavad kohapealsete mõõtmiste tulemusi.**

2. **Peipsi s.s. seisund on olnud bioloogiliste kvaliteedinäitajate järgi viimastel aastatel üsna stabiilne. Lämmijärve ja Pihkva järve seisundi halvenemist vee läbipaistvuse ja klorofüll-*a* sisalduse järgi otsustades võib seostada 2014. ja 2015.a. suhteliselt madala veetasemega, mis võis enim mõjutada madalamate järveosade ökoloogilist seisundit.**

3. **Bioloogilised näitajad peegeldavad toitesoolade kontsentratsiooni erinevusi Peipsi järveosade vees. Järveosade ökoloogilise seisundi stabiliseerimiseks ja võimaluse piires parandamiseks tuleb jätkata jõupingutusi toitesoolade väliskoormuse vähendamiseks.**