

SISSEVOOLUDE MÕJUST JÄRVEDE LITORAALI SUURSELGROOTUTELE

Henn Timm

Proovid

Suurselgrootud on palja silmaga nähtavad selgrootud loomad. Nende proove veekogude seisundi hindamiseks järvede madalaveelistes osades e litoraalis on asjakohane koguda kas kevadel (enne suurema osa veeputukate valmikute väljalendu) või sügisel (pärast uute põlvkondade ilmunist). Suurselgrootuid püüti nelinurkse standardkahvaga (EVS-EN ISO 10870:2012). Proovid võeti ca 10 m pikkustelt ühelaadilise põhjaga aladelt. Igast järvest ja nende suurematest sissevooludest võeti üks liitproov, mis koosnes 5 juhuslikult paigutatud jala- või (pehmel põhjal) tõmbeproovist, ning kvalitatiivsest proovist (Medin et al., 2001). Jalaproovi puhul (kivisel põhjal) segatakse jalaga põhja vertikaalselt paigutatud kahva ees ning tõmmatakse siis kahvaga läbi selle sogastatud vee. Kolm sellist, üksteisele vahetult järgnevat "jalajälge", loetakse 1 m pikkuseks ja kahva laiuks (25 cm) prooviks. Tõmbeproovil (liivasel või mudasel põhjal) tõmmatakse kahvaservaga piki põhja või õõtsikserva 1 m ulatuses. Iga üksik proov kattis seega 1 m pikkuse osa ($0,25 \text{ m}^2$) järvepõhjast või kaldaservast. Kvalitatiivsed proovid pole pindalapõhised, nad hõlmavad nii prooviala tüüpilisi kui ka ülejäänud elupaiku (kui neid on). Kahva jäänud materjal fikseeriti kohapeal 96% piirituses; loendati ja määrati laboris.

Loomad määrati laboris stereomikroskoobi all (suurendus 7–40 korda) võimalust mööda enamasti liigini, välja arvatud surusääsklased, väheharjasussid ja vesilestad, kelle määramine nõuab reeglina suuremat suurendust. 2020. a kogutud taksonite nimestik ja arvukused on lisas.

Litoraali selgrootute puhul ei ole järvedes proovialade paigutuses praktiline järgida samasugust mustrit nagu vee- või planktoniproovide puhul. Vaadeldavate järvede sissevoolude suudmed olid enamasti tugevasti soostunud või paiknesid nende madalaveelised osad tihedas roostikus. Sellised paigad pole piisavalt hästi võrreldavad nende aladega, kus järvede seisundit tavapäraselt hinnatakse. Pealegi võib suudmete vahetus läheduses leiduda ka voolulembesi liike, kes järve seisunditaset hoopis tõstavad (soisusele vaatamata). Seepärast paigutati 2020. a proovid varem uuritud paikadega võrreldes suurematele sissevooludele lähemale, kuid mitte kuskil otse suudmetesse. Lisaks võrreldi suurselgrootute seisundit nii uuritavate järvede, kui ka nende sisse- ja väljavoolude endi varasema seisundiga, kui selline materjal oli kättesaadav (H. Timm, isiklik andmebaas).

Seisund suurselgrootute järgi

Seisundi iseloomustamiseks hinnati järvedes taksonite üldarv koos kvalitatiivse prooviga (taksonirikkus), Shannoni erisusindeks H' (Johnson 1999), ASPT indeks (Armitage et al., 1983), EPT

indeks ehk *Ephemeroptera*, *Plecoptera* ja *Trichoptera* (ühepäevikuliste, kevikuliste ja ehmesiivaliste) taksonite arv proovis (Lenat, 1988) ning Rootsi happelisuusindeks (Johnson, 1999). Vooluvetes happelisuusindeksit ei arvatud, kuid kasutati Taani vooluvete fauna indeksit DSFI, mis väljendab orgaanilise reostuse taset (Skriver et al., 2000). Taksonirikkus, H', ASPT, DSFI ja EPT on seisundiga võrdelised, happelisuusindeks aga happelisuustasemega pöördvõrdeline. Taksonierisust hinnati viie jala- või tõmbeproovi alusel, muude indeksite puhul arvestati ka kvalitatiivset proovi. Eesti järvede bioseisundi määratlused suurselgrootute järgi viiele vaadeldud tunnusele 2000.-2006. a andmete põhjal on keskkonnaministri vastavas määruses (Pinnaveekogumite..., 2020). Seisundi koondhinnang (korraga mitme indeksi põhjal) anti järgmiselt. Igale indeksile omistati saadud kvaliteediväärtusele vastav punktide arv: 5 (väga hea), 4 (hea), 2 (kesine) ja 0 (halb või väga halb). Halb ja väga halb seisund üksiku indeksi tasemel võrdsustati, sest nende eristamiseks polnud piisavalt andmeid. Seejärel iga proovikoha viie indeksi punktid summeeriti. Environmental Quality Ratio (EQR) tähendab tulemust protsentides, võrreldes etalonväärtusega (25). Summa 23-25 (EQR 90-100%) tähistab kokkuvõttes väga head, 18-22 (EQR 70-90%) head, 10-17 (EQR 40-70%) kesist, 6-9 (EQR 20-40%) halba ja 0-5 (EQR<20%) väga halba seisundit. Keskkonnaministeeriumi soovitusel loeme alates 2016. a järvedes väga heaks seisundiks vahemikku 22-25 (EQR>85%), mitte 23-25 (EQR>90%) nagu varem ja nagu jõgedes siiani. Kui kasutada sai ainult nelja indeksit (näiteks juhul, kui happelisuusindeks ilmselt "valetas"), siis on vastavad vahemikud 18-20 (väga hea), 14-17 (hea), 8-13 (kesine), 6-7 (halb) ja <6 (väga halb). Etalonväärtus on sel juhul 20.

Varasematel aastatel kasutati seisundi hindamiseks ka ainult kvalitatiivseid proove. Nende puhul on praeguse töö mõttes võrreldav ainult ASPT indeks, mis väljendab taksoni keskmist tundlikkust. Kui samast kohast oli eri aegadel võetud nii kvalitatiivseid kui ka kaasaegseid proove, siis kasutati seisundi väljendamiseks ainult viimaseid. Peale seisundiindeksite arvutati iga koha tarvis ka voolu- ja põhjatingimusi kirjeldav indeks MESH (Timm et al. 2011). See põhineb loomaliikidest indikaatoritel ning saab muutuda vahemikus 0-3. 0 näitab mudase põhjaga seisvat vett ning 3 kiiret voolu ja kivist põhja.

Suurselgrootute seisund uuritud järvedes ja nendega seotud vooluvetes

1. Kaiu, Jõemõisa ja Papijärv

Veekogude register käsitleb neid kolme eraldi järvena. Ökosüsteemse lähenemise puhul moodustavad nad pigem ühe liitjärve kui eraldi veekogud. Kaiu ja Papijärve eraldav kitsas väin on kõigest 100 m ning Kaiu ja Jõemõisa järve eraldav väin 300 m pikk. Jõemõisa ja Papijärve vahel aga puudub üldse selge eralduspiir. Veetase on kõigis kolmes sama (40 m ümp). Suurima sissevoolu Kääpa jõe suhtes paikneb Kaiu järv kõige lähemal, talle järgnevad Jõemõisa ja Papijärv, millest sama jõgi väljub. Papijärve suuremad sissevoolud on Kääpa jõe vasakpoolne haru Heinassaarest läänes ning Uhmardu

jõgi (joonis 1). Nii Kääpa kui ka Uhmardu jões leidub järvestikust ülalpool maaparanduse eesvooludena kasutatavaid lõike, mida regulaarselt hooldatakse ja mis on seega settereostuse tõenäolised allikad. Vastavad lõigud asuvad Kääpa jões 13,2 km ülalpool Välgi silda ja Uhmardu jões ligi 10 km ülalpool Narva mnt silda ("Riigi poolt korrashoitavate eesvoolude...", 2003).

2020. a võeti igast järveosast üks litoraali-proov, püüdes need paigutada nii loomade elutingimuste kui ka püügi efektiivsuse mõttes soodsaimasse kohta. Kõvapõhjalisi alasid leidub ainult Kaiu ja Jõemõisa järve idakallastel. Papijärves kõva põhja polegi. Sissevooludest hinnati tähtsamate, Kääpa jõe ning Uhmardu jõe seisundit.

Kaiu-Jõemõisa-Papijärve ning nendega seotud suuremate vooluvete seisundihinnangud on tabelis 1.

Tabel 1

Kaiu-Jõemõisa-Papijärve liitjärve ning nendega seotud suuremate vooluvete suurselgrootute seisund. Aeg – aaaaakpp, Km – proovikoha kaugus jõe lähtmest (km). T – taksonirikkus, H' – taksonierisus, ASPT – taksoni keskmine tundlikkus, DSFI – Taani vooluvete fauna indeks, EPT – tundlike taksonite rikkus, A – Rootsi happelisusindeks. MMQ – suurselgrootute koondseisund, REFMMQ – koondseisundi etalontase, EQRMMQ – koondseisundi ja etalontaseme suhe. MESH – hüdro-morfoloogiat iseloomustav indeks. Värvused: sinine – väga hea, roheline – hea, kollane – kesine, oranž – halb seisund

Veekogu	Aeg	Koht	Km	T	H'	ASPT	DSFI	EPT	A	MMQ	REFMMQ	EQRMMQ	MESH
Kääpa jõgi ülalpool järvestikku	20150427	Välgi	13	27	3,09	6,06	5	12		24	25	0,96	2,26
Kääpa jõgi ülalpool järvestikku	20200913	Välgi	13	24	2,42	5,6	4	7		20	25	0,8	1
Kaiu järv	20080521	NNE kallas	24,5	11	1,01	5,00		2	4	6	25	0,24	1,11
Kaiu järv	20110520	NNE kallas	24,5	24	2,48	4,24		5	7	18	25	0,72	1,14
Kaiu järv	20140508	NNE kallas	24,5	15	1,82	4,46		4	5	9	25	0,36	1,23
Kaiu järv	20150512	NNE kallas	24,5	17	1,71	3,80		2	4	11	25	0,44	1
Kaiu järv	20200601	NNE kallas	24,5	20	1,39	4,64		5		10	20	0,5	1,19
Jõemõisa järv	20090503	E kallas	25	19	2,3	5,27		7	7	21	25	0,84	1,30
Jõemõisa järv	20140508	E kallas	25	21	2,61	5,53		8	4	18	25	0,72	1,21
Jõemõisa järv	20150512	E kallas	25	22	2	4,29		4	4	13	25	0,52	0,82
Jõemõisa järv	20200601	E kallas	25	25	3,15	4,9		6	8	21	25	0,84	1,05
Papijärv	20200601	N kallas	26	28	2,03	5,2		7	6	20	25	0,8	0,92
Uhmardu jõgi ülalpool järve	20060928	Tartu - Jõhvi mnt	13	27	2,65	5,36	5	7		21	25	0,84	1,30
Uhmardu jõgi ülalpool järve	20200913	Tartu - Jõhvi mnt	13	25	2,89	5,55	4	11		22	25	0,88	1,9

Kääpa jõgi allpool järvestikku	20090503	Jõemõisa sild	26	26	3,16	4,88	4	9	4	13	25	0,52	1,31
Kääpa jõgi allpool järvestikku	20090503	Nugise sild	33	40	3,11	5,65	5	17	10	23	25	0,92	1,76
Kääpa jõgi allpool järvestikku	20150427	Kääpa	35	31	3,48	5,65	5	13		22	25	0,88	1,9
Kääpa jõgi allpool järvestikku	20090507	Koseveski	39	47	3,36	6,53	7	21	13	25	25	1	2,64

Seniste kogemuste põhjal on nii järvestiku sissevoolud (Kääpa ja Uhmardu jõgi) kui ka väljavool heas või isegi väga heas seisundis. Ainus kesises seisundis olnud vooluveeline koht asub vahetult allpool järvestikku ning on väga aeglasevooluline, meenutades elupaigalt pigem järve kui jõge (vt ka MESH väärtust 1,31, mis sarnaneb järvede, mitte jõgede omadele). See on aga looduslik eripära, mis praegustes seisundikriteeriumides ei kajastu. Nii Uhmardu kui ka Kääpa jõe proovikohad olid 2020. a sügisel üle ujutatud. Seda peegeldab väga hästi ka MESH ebaloomulikult madal väärtus. Üleujutus võis tõenäoliselt alandada nende kohtade seisundihinnangut, kuid mõlemas oli seisund siiski hea.

Järvestiku enda osade seisund varieerus palju rohkem. Papijärvest polnud enne 2020. aastat ühtki seisundihinnangut, 2020. a oli seisund hea. Papijärve proovikoht ei asu väljavoolust kaugel ega erine temast hüdro-morfoloogiliselt palju. Et aga järvede hinnangukriteeriumid on pehmemad, osutus järves tehtud seisundihinnang klassi võrra paremaks.

Jõemõisa järveosa seisund on olnud enamasti hea (v.a 2015. a, kui see oli kesine). Kõige vastuolulisemad andmed pärinevad Kaiu järveosast. Seal on seisundihinnang varieerunud halvast heani (2020. a kesine). Selget põhjust neile varieeruvatele tulemustele ei oska välja tuua. Elupaik proovikohas on suurselgrootutele soodus ning see ala sobib hästi ka proovivõtuks (foto 1.1). Jõemõisa järve proovikoht on sellega väga sarnane (foto 1.2), samas kui Papijärves on see soine ning mudane (foto 1.3).



Foto 1.1. Kaiu järve prooviala (vaade NE kaldalt)

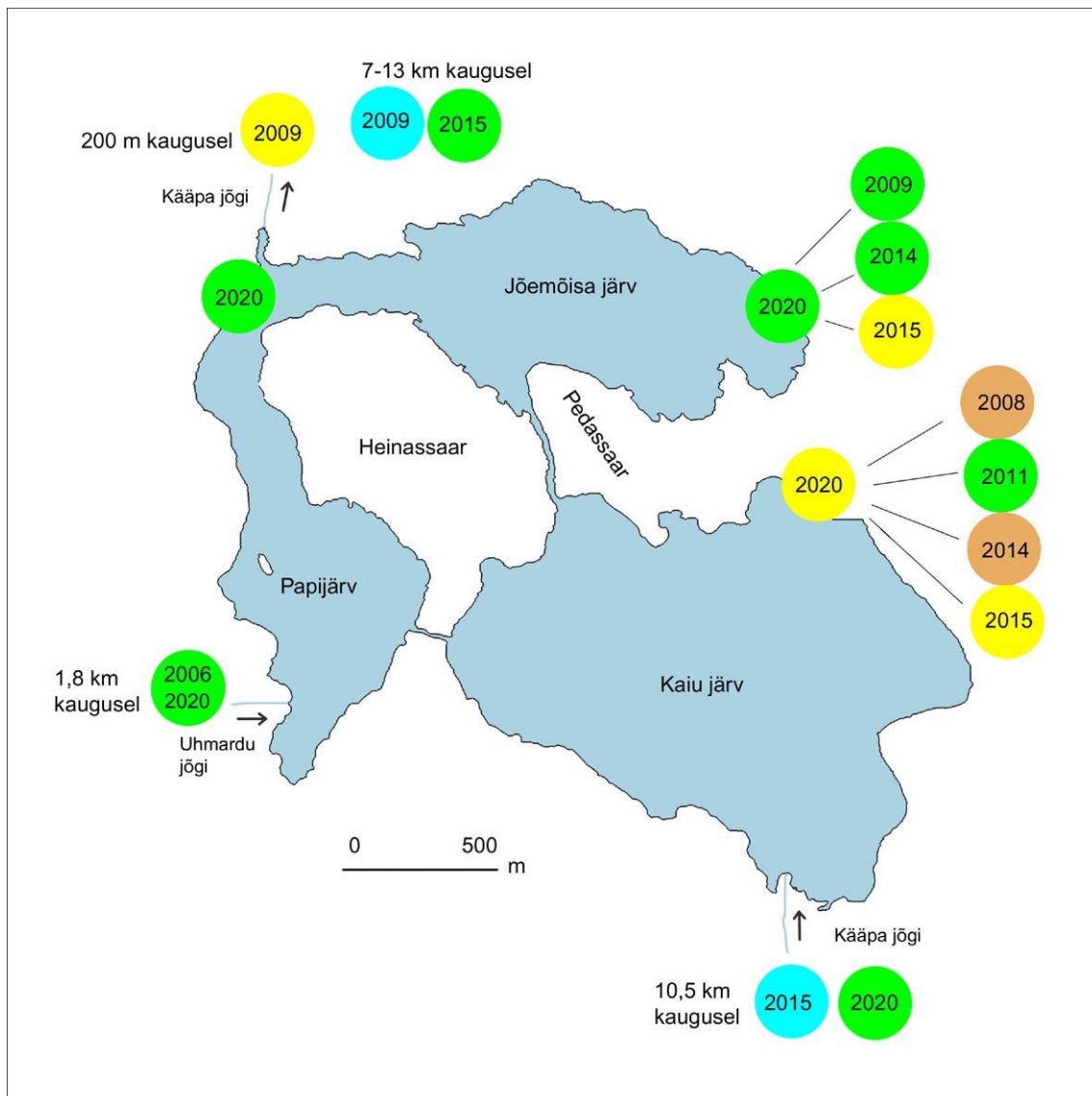


Foto 1.2. Jõemõisa järve prooviala (vaade NE kaldalt)



Foto 1.3. Papijärve prooviaala (vaade N kaldalt S)

Kaiu järvele ei näi mõjuvat mingi eriline saasteallikas (ümbritsevad peamiselt mets ja soo). Kui vaadata seisundit üksikute indeksite kaupa läbi aastate, siis on selles kohas "krooniliselt" vähe liike ning nende tundlikkus enamasti madal (tabel 1). Ebatavaliselt liigivaeseid järvi leidub Eestis ka mujal (nt Tänavjärv ja Veskijärv Loode-Eestis ning Veisjärv Sakala kõrgustikul). Mõnedes järvedes (sh ka Kaiu) võib nigelat seisundit põhjustada bentosetoiduliste kalade tugev mõju (mis kehtivates seisundikriteeriumides samuti ei kajastu). Samas olid sama järvestiku muud osad Jõemõisa ja Papijärve keskeltläbi ühe klassi võrra paremas seisundis (hea) kui Kaiu (kesine). Ilmselt on kõige mõistlikum tunnistada ka Kaiu liigivaesus looduslikuks eripäraks. Tõenäoliselt ei ole madalas seisundis "süüdi" Kääpa jõgi, kuivõrd ta seisund oli ülalpool järvestikku Kaiu omast isegi parem. Pealegi mõjutas ta ka teisi, heas seisundis järveosi. Pigem alandas selles piirkonnas nii jõgede kui ka järvestiku seisundihinnanguid looduslik soisus ja aeglane vool.



Joonis 1. Kaiu, Jõemõisa ja Papijärve ning nendega seotud suuremate vooluvete suurselgrootute seisund (EQRMMQ)

2. Kaiavere järv

Järve suuremad sissevoolud on Amme jõgi NW otsast ja Kõlaoja N kaldalt. Ülalpool järve leidub maaparanduse eesvooludena kasutatavaid jõelõike, mida regulaarselt hooldatakse ja mis on seega settereostuse tõenäolised allikad. Need asuvad Amme jões (kokku 11,5 km) ja Kõlaojas (7,5 km) ("Riigi poolt korraldatavate eesvoolude...", 2003).

Järve loode- ja põhjaosa sobivad litoraali proovi võtmiseks halvasti (on pehmepõhjalised ja/või raskesti ligipääsetavad). Seepärast on ka Kaiavere järve suurselgrootute regulaarne seireala paigutatud

järve kaguossa. Sellega võrreldes võeti 2020. a proov sissevooludele kui võimalikele mõjuallikatele lähemalt läänekaldalt, kus samuti kohati leidub liivast põhja (foto 2, joonis 2).



Foto 2. Kaiavere järve prooviala W kaldalt. Proov võeti suplusala servast taimestikust

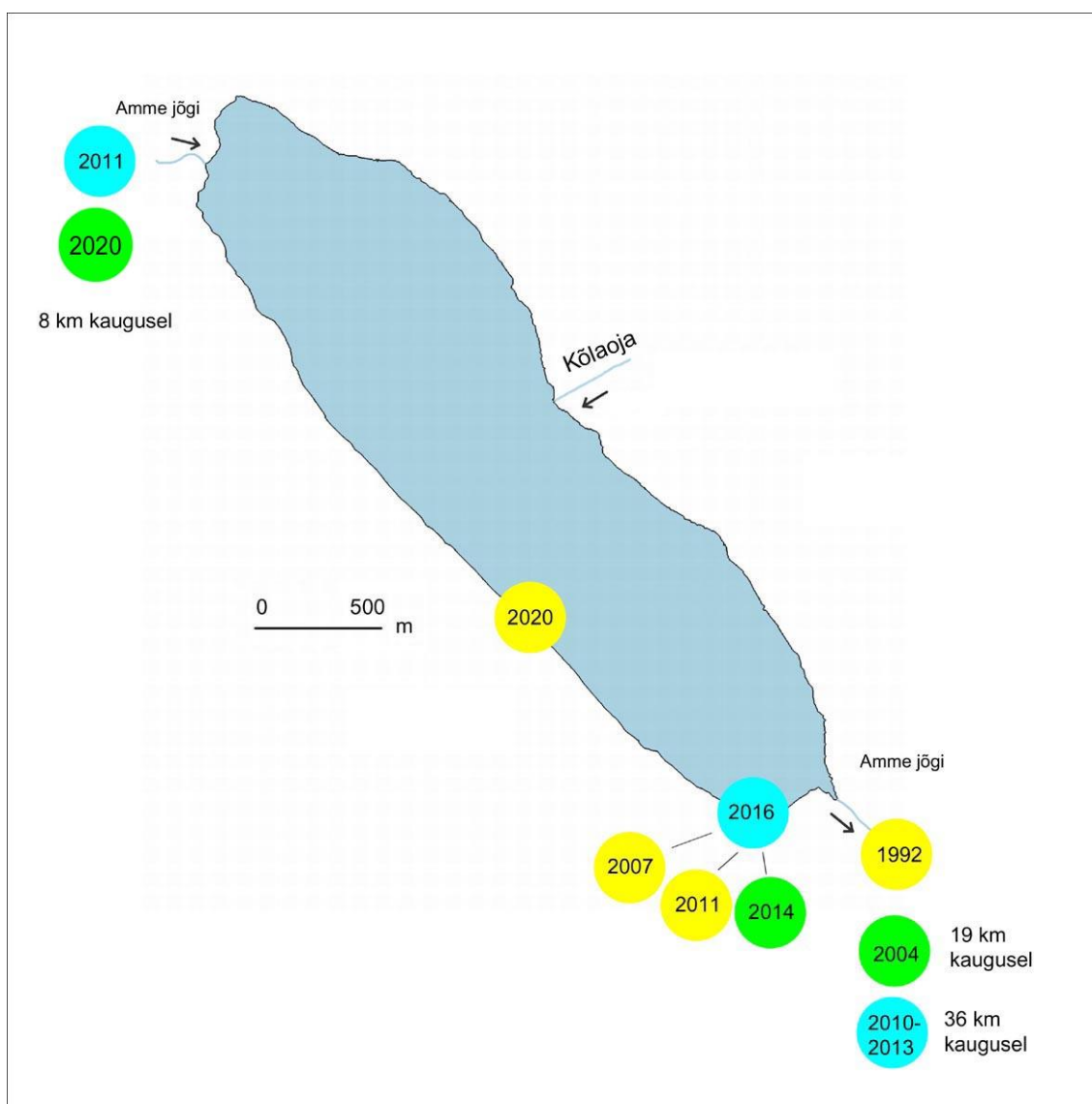
Kaiavere järve ning Amme jõe seisundihinnangud on tabelis 2.

Tabel 2

Kaiavere järve ning Amme jõe suurselgrootute seisund. Aeg – aaaakpp, Km – proovikoha kaugus jõe lähtmest (km). T – taksonirikkus, H' – taksonierisus, ASPT – taksoni keskmine tundlikkus, DSFI – Taani vooluvete fauna indeks, EPT – tundlike taksonite rikkus, A – Rootsi happelisusindeks. MMQ – suurselgrootute koondseisund, REFMMQ – koondseisundi etalontase, EQRMMQ – koondseisundi ja etalontaseme suhe. MESH – hüdro-morfoloogiat iseloomustav indeks. Värvused: sinine – väga hea, roheline – hea, kollane – kesine, oranž – halb seisund

	Aeg	Koht	Km	T	H'	ASPT	DSFI	EPT	A	MMQ	REFMMQ	EQRMMQ	MESH
Amme jõgi ülalpool järve	20110507	Ehavere	11	31	2,52	6,13	7	16		24	25	0,96	2,58
Amme jõgi ülalpool järve	20200913	Ehavere	13	25	2,89	5,55	4	11		19	25	0,76	2,86
Kaiavere järv	20200601	W kallas	21,5	19	2,22	4,47		5		11	20	0,55	1,44
Kaiavere järv	20070523	SSW kallas	22,5	15	1,73	4,67		5	4	13	25	0,52	1,15
Kaiavere järv	20110520	SSW kallas	22,5	16	2,51	4,36		4	8	14	25	0,56	1

Kaiavere järv	20140508	SSW kallas	22,5	21	2,61	4,75	6	8	18	25	0,72	1,26
Kaiavere järv	20160505	SSW kallas	22,5	27	2,89	5,37	8	8	24	25	0,96	1,08
Amme jõgi allpool järve	19920513	Kaiavere	23			4,8						2,73
Amme jõgi allpool järve	19921102	Kaiavere	23			4,57						2,43
Amme jõgi allpool järve	20040526	Kauda	42	32	2,86	6,17	7	13	22	25	0,88	2,45
Amme jõgi allpool järve	20101001	Kärkna sild	59	66	4,29	5,89	7	22	24	25	0,96	2,08
Amme jõgi allpool järve	20110910	Kärkna sild	59	59	4,26	6,07	6	22	24	25	0,96	2,05
Amme jõgi allpool järve	20130523	Kärkna sild	59	47	3,53	5,88	6	19	24	25	0,96	2,05



Joonis 2. Kaiavere järve ning Amme jõe suurselgrootute seisund (EQRMMQ)

Järve seisund regulaarses seirekohas (kaguotsas) on olnud pigem kesine, kuid see on aastate lõikes paranenud (joonis 2). Amme jõe seisund ülal- ja allpool järve on olnud hea või väga hea, välja arvatud vahetult allpool järve. Et järv ise on olnud pigem kesises seisundis, siis pole selles ka midagi imelikku. Liiasi on seisundihinnangu alanemine vahetult allpool järvi või paise tavaline nähtus, mistõttu sellistes kohtades jõgede seisundit tavaliselt ei hinnata. Kõlaoja seisundit pole uuritud.

2020. a proov järve läänekaldalt asus peamistele sissevooludele lähemal kui kaguotsa proovid. Seepärast võib pealiskaudsel hinnangul tunduda, et need ongi seisundi halvenemise põhjused. Pigem oli seisund "ülearu" hea siiski järve kaguotsas 2016. a ning läänekalda hinnang 2020. a näitas tavapärasel taset. Elupaik ja kogumistingimused olid läänekalda proovialal väga head. Tõenäoliselt ongi Kaiavere järve suurselgrootute tavapärane seisund kehtivate kriteeriumide järgi hea ja kesise piiril. Hea kalajärve asukadena on põhjaloomad tugeva surve all ning ellu jäävad peamiselt vähem tundlikud liigid, kes ühtlasi oskavad end hästi kalade eest varjata. Kesise seisundi otsesed väljundid 2020. a olid vähene taksonirikkus, vähene tundlike liikide arv ning siit tulenevalt ka madal taksoni keskmine tundlikkus (tabel 2).

3. Raigastvere järv

Järve suurselgrootute seisundit on eri aastatel hinnatud mitmes kohas. 2020. a korralti seda läänekaldal vaatetorni läheduses asuvas lõigus (foto 3).



Foto 3. Raigastvere järve prooviaala W kaldalt

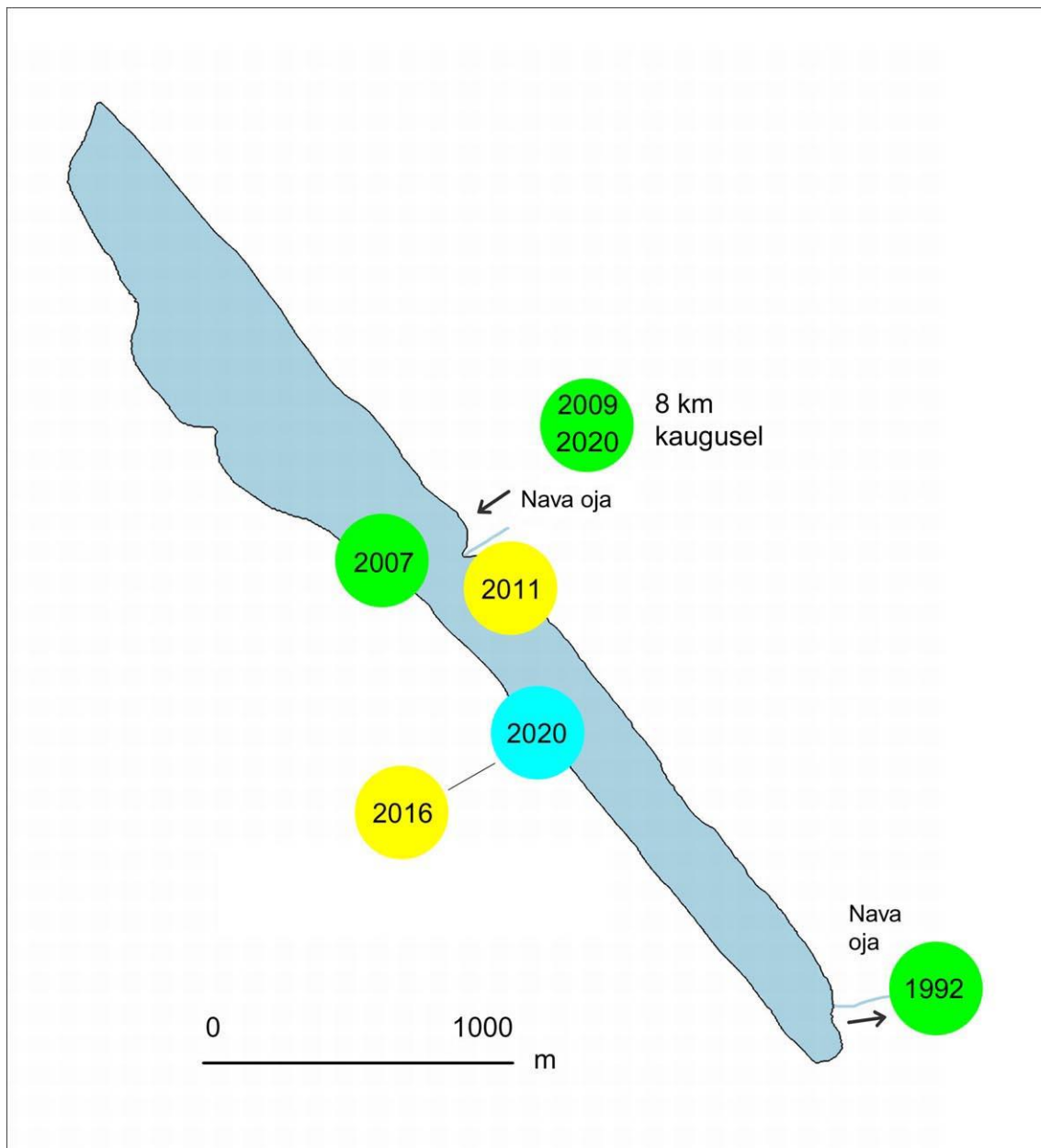
Seisund on järves varieerunud kesisest heani, järve läbivas Nava ojas on ta olnud hea nii ülal- kui ka allpool järve. Ülalpool järve kasutatakse Nava oja 14 km pikkuselt maaparanduse eesvooluna, mida regulaarselt hooldatakse ja mis on seega settereostuse tõenäoline allikas ("Riigi poolt korrashoitavate eesvoolude...", 2003).

2020. a väga hea seisundihinnang (ehkki hea seisundi piiril; tabel 3, joonis 3) oli positiivne üllatus, liiati kui naaberjärves Kaiaveres juhtus samal ajal just vastupidi – seisund oli madalam kui varem. Raigastvere järve proovikoht oli kivise põhjaga, mis Eesti pole setterikastes järvedes tavaline. Kivisel põhjal kehtivad karmimad kriteeriumid kui liivasel või mudasel põhjal.

Tabel 3

Raigastvere järve ning Nava oja suurselgrootute seisund. Aeg – aaaaakpp, Km – proovikoha kaugus jõe lähtmest (km). T – taksonirikkus, H' – taksonierisus, ASPT – taksoni keskmine tundlikkus, DSFI – Taani vooluvete fauna indeks, EPT – tundlike taksonite rikkus, A – Rootsi happelisisuindeks. MMQ – suurselgrootute koondseisund, REFMMQ – koondseisundi etalontase, EQRMMQ – koondseisundi ja etalontaseme suhe. MESH – hüdro-morfoloogiat iseloomustav indeks. Värvused: sinine – väga hea, roheline – hea, kollane – keskine, oranž – halb seisund

	Aeg	Koht	Km	T	H'	ASPT	DSFI	EPT	A	MMQ	REFMMQ	EQRMMQ	MESH
Nava oja ülalpool järve	20090501	Nava sild	9	41	1,11	5,63	6	17	13	19	25	0,76	2,43
Nava oja ülalpool järve	20200913	Nava sild	9	23	2,33	5,94	6	10		20	25	0,8	2,5
Raigastvere järv	20070523	NW kallas	16,5	26	3,35	4,74		5	6	20	25	0,8	1,36
Raigastvere järv	20110520	E kallas	17	20	1,29	4,62		3	4	10	25	0,4	1,26
Raigastvere järv	20160505	W kallas	18	24	1,84	4,83		7	8	17	25	0,68	1,18
Raigastvere järv	20200601	W kallas	18	25	2,81	5,42		8	6	22	25	0,88	1,5
Nava oja allpool järve	19920513	Elistvere	19			5,00							2,29



Joonis 3. Raigastvere järve ning Nava oja suurselgrootute seisund (EQRMMQ)

Arvestades seniseid tulemusi, peaks järve suurselgrootute seisund olema keskeltläbi hea. Läbivoolava Nava oja seisund seda tõenäoliselt oluliselt ei halvenda, ehkki oja ise on tugeva maaparandussurve all.

4. Tamula järv

Järve suurselgrootute seisundit on eri aastatel hinnatud peamiselt idakaldal, 2020. a korrati seda edelakaldal, mis asus järve suurimale sissevoolule Kubija ojale tavapärasest paigast lähemal (foto 4).



Foto 4. Tamula järve prooviala SE kaldalt N

Suurselgrootute seisund on seni nii järves kui ka ojas olnud kesine, kuid oli 2020. a hea. Mõlemad proovialad järves olid liivased, vesi süvenes aeglaselt ning taimestik koosnes peamiselt pilliroost. Pilliroog ja lage liiv koos veetaseme kõikumise tugeva mõjuga pole litoraali loomastikule väga hea elupaik, liiati ei paku see kalade eest kuigi head kaitset. Suurima sissevoolu Kubija oja seisund suurselgrootute järgi on olnud enamasti kesine ning sama nenditi ka 2020. a sügisel. Kuivõrd see mõjutab järve seisundit, pole selge.

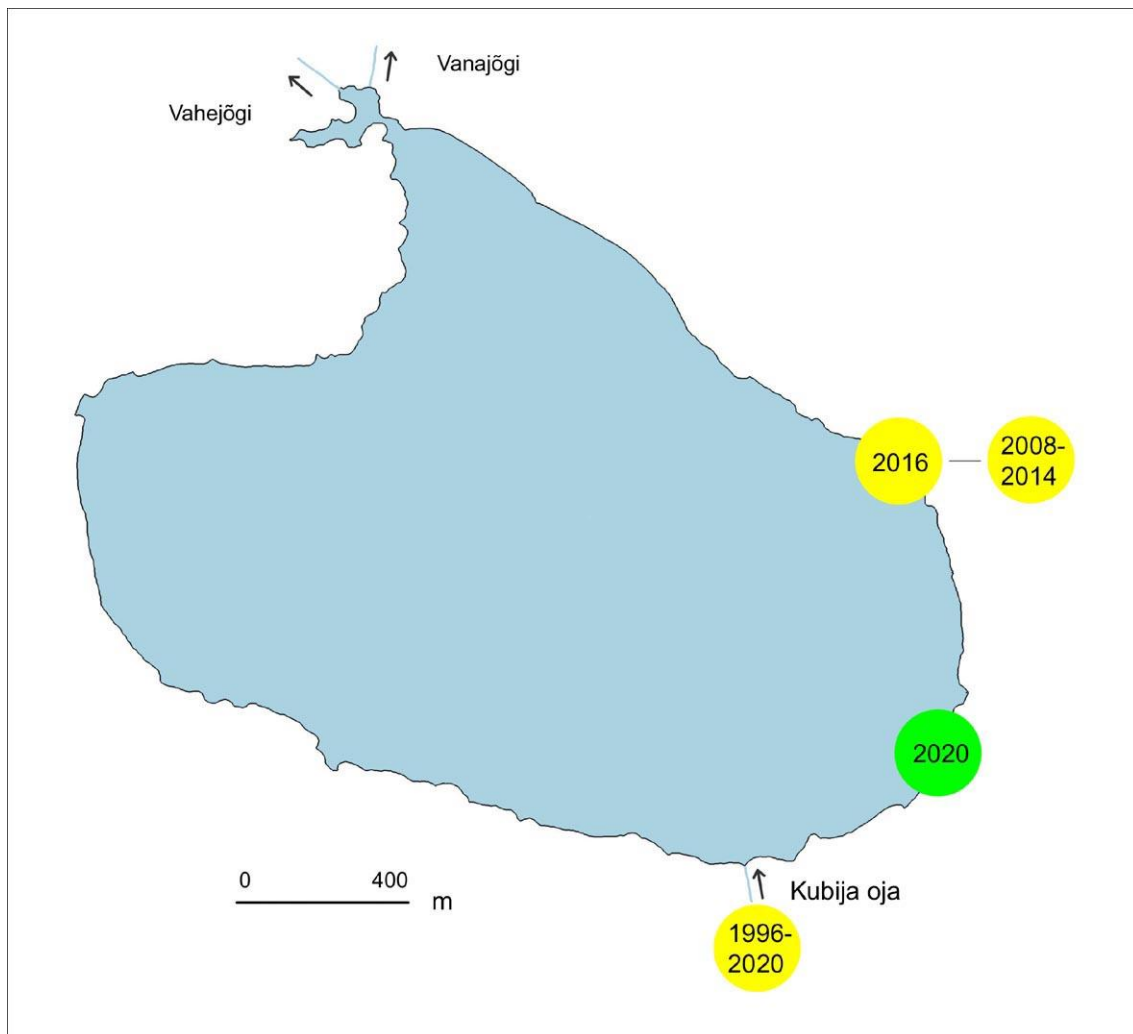
Ka Tamula järve suurselgrootute tavapärane seisund on kehtivate kriteeriumide järgi hea ja kesise piiril. Hea kalajärve asukatena on põhjaloomad tugeva surve all ning ellu jäävad peamiselt vähem tundlikud liigid, kes ühtlasi oskavad end hästi kalade eest varjata. Kesise seisundi otsesed väljundid on vähene taksonirikkus, vähene tundlike liikide arv ning siit tulenevalt ka madal taksoni keskmine tundlikkus.

Tabel 4

Tamula järve ning Kubija oja suurselgrootute seisund. Aeg – aaaakkpp, Km – proovikoha kaugus jõe lähtmest (km). T – taksonirikkus, H' – taksonierisus, ASPT – taksoni keskmine tundlikkus, DSFI – Taani vooluvete fauna indeks, EPT – tundlike taksonite rikkus, A – Rootsi happelisusindeks. MMQ – suurselgrootute koondseisund, REFMMQ – koondseisundi etalontase, EQRMMQ – koondseisundi ja

etalontaseme suhe. MESH – hüdro-morfoloogiat iseloomustav indeks. Värvused: sinine – väga hea, roheline – hea, kollane – keskine, oranž – halb seisund

	Aeg	Koht	Km	T	H'	ASPT	DSFI	EPT	A	MMQ	REFMMQ	EQRMMQ	MESH
Tamula järv	20080507	E kallas	14	15	2,25	4,27		3	7	12	25	0,48	1,14
Tamula järv	20110504	E kallas	14	16	1,93	5,08		5	6	17	25	0,68	1
Tamula järv	20140423	E kallas	14	17	3,44	4,54		3	5	13	25	0,52	1,25
Tamula järv	20160503	E kallas	14	17	2,27	4,46		4	6	13	25	0,52	1,07
Tamula järv	20200601	E kallas	14	22	1,87	4,63		5		15	20	0,75	1
Kubija oja ülalpool järve	19961107	Võlsi	14			4,30							2,00
Kubija oja ülalpool järve	19980505	Võlsi	14			4,70							2,09
Kubija oja ülalpool järve	20000508	Võlsi	14			4,33							2,36
Kubija oja ülalpool järve	20200913	Võlsi	14	16	2,67	4,79	4	5		14	25	0,56	1,9



Joonis 4. Tamula järve ning Kubija oja suurselgrootute seisund (EQRMMQ)

5. Ähijärv

Järve suurselgrootute seisundit on eri aastatel hinnatud regulaarses seirekohas idakaldal. 2020. a korrati seda põhjakaldal, mis asub järve suurimale sissevoolule Vilimikuoja lähedal (foto 5, joonis 5). Seisund on idakaldal varieerunud kesisest väga heani, kuid viimastel aastatel pigem halvenenud (tabel 5). 2020. a oli seisund hea, mis näitab, et järve põhjakalda sissevoolude lokaalne mõju suurselgrootutele on tühine. Välja voolavas Ahelo jões on seisund olnud isegi väga hea (tõsi, kaugel allpool järve; ülalpool pole seda hinnatud). Ähijärve sissevoolud on liiga väikesed selleks, et hinnata nende seisundit selgrootute järgi. Esialgu puudub selleks asjakohane meetodika.

Suurselgrootute kesist seisundit väljendavad samad mured, mis teisteski samalaadsetes järvedes: madal taksonirikkus, tundlike taksonite vähesus ning siit tulenev madal taksoni keskmine tundlikkus.

Ähijärve litoraali iseloomustab ka kõrge surusääsklaste vastsete protsent kõigist isenditest, mis viib sageli alla taksonierisuse. Kõik see võib olla kaudselt tingitud inimõjudest, kuid on suuresti põhjustatud ka looduslikest oludest (hea kalajärv, aeglaselt süvenev liivane põhi).



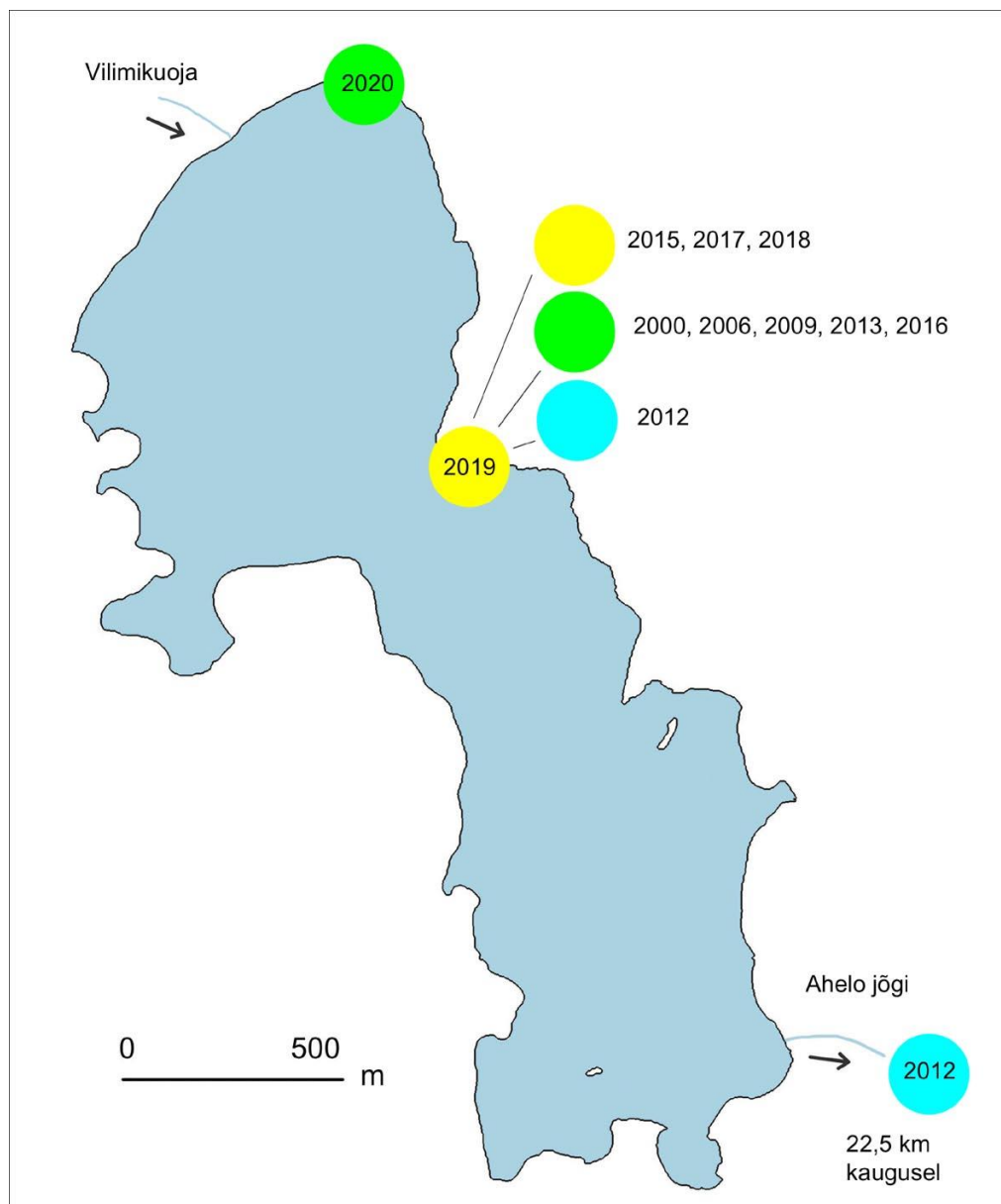
Foto 5. Ähijärve prooviala N kaldalt

Tabel 5

Ähijärve ja Ahelo jõe suurselgrootute seisund. Aeg – aaaakkpp, Km – proovikoha kaugus jõe lähtmest (km). T – taksonirikkus, H' – taksonierisus, ASPT – taksoni keskmine tundlikkus, DSFI – Taani vooluvete fauna indeks, EPT – tundlike taksonite rikkus, A – Rootsi happelisusindeks. MMQ – suurselgrootute koondseisund, REFMMQ – koondseisundi etalontase, EQRMMQ – koondseisundi ja etalontaseme suhe. MESH – hüdro-morfoloogiat iseloomustav indeks. Värvused: sinine – väga hea, roheline – hea, kollane – keskine, oranž – halb seisund

	Aeg	Koht	Km	T	H'	ASPT	DSFI	EPT	A	MMQ	REFMMQ	EQRMMQ	MESH
Ähijärv	20200601	N kallas	2,5	19	2,07	5		8	6	19	25	0,76	1,38
Ähijärv	20000515	ENE kallas	3,5	32	1	5,15		10	7	20	25	0,8	1,24
Ähijärv	20060502	ENE kallas	3,5	21	3,04	5,13		8	5	18	25	0,72	1,50
Ähijärv	20090502	ENE kallas	3,5	22	2,03	5,53		8	4	20	25	0,8	1,57
Ähijärv	20120429	ENE kallas	3,5	29	2,31	5,30		11	7	25	25	1	1,15
Ähijärv	20130507	ENE kallas	3,5	25	1,56	5,29		11	5	21	25	0,84	1,13
Ähijärv	20150504	ENE kallas	3,5	19	0,93	4,64		5	5	10	25	0,4	1,24

Ähijärv	20160503	ENE kallas	3,5	25	1,27	5,68	12	6	21	25	0,84	1,08
Ähijärv	20170502	ENE kallas	3,5	21	1,19	4,82	7	5	14	25	0,56	1,56
Ähijärv	20180425	ENE kallas	3,5	19	0,85	4,47	6	6	10	25	0,4	1,47
Ähijärv	20190501	E kallas	3,5	21	1,16	5,72	8	5	13	20	0,65	1,26
Ahelo jõgi allpool järve	20120910	Uskuna sild	24	40	2,85	6,10	7	17	25	25	1	2,48



Joonis 5. Ähijärve ning Ahelo jõe suurselgrootute seisund (EQRMMQ)

Arutelu ja kokkuvõte

Uuriti Kaiu-Jõemõisa-Papijärve, Kaiavere, Raigastvere, Tamula ning Ähijärve litoraali ning neisse suubuvate või neid läbivate vooluvete suurselgrootute seisundit. Hinnati, kas ja kuidas mõjutavad vooluveed kui potentsiaalsed veereostusallikad järvede suurselgrootuid. Ühtki tõendit vooluvete kui negatiivsete mõjurite mõttes ei tuvastatud. Arvestades veepuhastusseadmete efektiivsuse märkimisväärtet tõusu viimastel aastatel, pole selles ka midagi üllatavat. Pigem võivad regulaarselt hooldatavad vooluveekogud, mida kasutatakse maaparandussüsteemide eesvooludena, kanda järvedesse normaalsest oluliselt rohkem setteid. Et aga järved toimivad ise settebasseinidena, siis oleks settevoolude mõju selgrootutele mõistlikum hinnata pigem otse jõesängides, ülal- ja allpool hooldustöid. Seni maaparandustöödest tulenevaid settehulki jõe-elustikule Eestis eriti kahjulikuks mõjaks ei peeta. On üks erand: „lõhejõgedes“ tuleb sette eemaldamisel vältida kalade kudeaega (Kuivendussüsteemide... 2018). Muude kalade ja kogu muu elustiku häirimine settevooludega ei ole kuidagi keelatud.

Mujal maailmas on sageli täheldatud, et peene sette kuhjumine häirib põhjaelulisi suurselgrootuid. See ongi tänapäeval peamine vooluveekogusid kahjustav mõjur, pärast seda kui on kõrvaldatud reostus lahustunud ainetega ning paisutamine. Enamik selliseid järeldusi on tehtud vooluvetes (Blettler et al. 2015, Govenor et al. 2019), harvem järvede litoraalis (Donohue et al., 2003). Setete lisandumine vähendab oluliselt nii põhjaloomad arvukust, mitmekesisust kui ka tundlikkust (Brown et al. 2019, Kaller & Hartman 2004, Käiro et al. 2011). Isegi kui juba 10% põhja oli mudastunud, vähenes üldarvukus oluliselt. Eriti tundlikud on mudastumise suhtes kihulaste (*Simuliidae*), kevikuliste (*Plecoptera*) ja ühepäevikuliste (*Ephemeroptera*) vastsed (Rabeni et al. 2005). Väga ebasoodsalt mõjub jõgede selgrootutele metsaraie kallastel elupaigast ülesvoolu (Larsen et al. 2009). Selgrootute olukord halveneb eriti järsult siis, kui mudastumine või liivastumine hävitab veesamblad (Turunen et al. 2020). Setete mõju usaldusväärseks ja kiireks hindamiseks piisab ka suurselgrootute sugukondade tasemel koostatud indeksist (Sutherland et al. 2012), mida on kerge kombineerida lihtsate vaatlustega. Meenutuseks: Eesti kohta on olemas spetsiaalne asjakohane indeks MESH, millega hinnata elupaiga voolukiirust ja mudastumistaset (Timm et al. 2011; tabelid 1-5).

Praeguses töös käsitleti vooluveekogusid järvede suhtes vaikumisi eeskätt reostusallikatena, kuid nende otseseid kahjulikke mõjusid litoraali suurselgrootutele ei tuvastatud. Läbivoolujärvedes ei saa sissevoole kindlasti pidada ainult stressiallikateks, kuivõrd eelkõige toovad nad järvedesse vett, millest nood just koosnevadki. Kuigi vaadeldud vooluvetest kuulusid mõned hooldatavate maaparanduseesvoolude hulka, mis lisab aeg-ajalt neisse oluliselt setteid, oli vooluvete seisund järvede omast reeglina isegi parem. See muidugi ei tähenda, et maaparandushooldus ei mõjutaks vooluveekogusid endid, paraku on selle mõju Eestis praktiliselt uurimata.

Kirjandus

- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333-347.
- Blettler, M. C. M., Amsler, M. L., Ezcurra de Drago, I., Espinola, L. A., Eberle, E., Paira, A., Best, J. L., Parsons, D. R., Drago, E. E., 2015. The impact of significant input of fine sediment on benthic fauna at tributary junctions: a case study of the Bermejo-Paraguay River confluence, Argentina. *Ecohydrology* 8: 340-352.
- Brown, L.E., Aspray, K.L., Ledger, M.E., Mainstone, C., Palmer, S.M., Wilkes, M., Holden, J., 2019. Sediment deposition from eroding peatlands alters headwater invertebrate biodiversity. *Global Change Biology* 25: 602-619.
- Donohue I., Verheyen E., Irvine K., 2003. *In situ* experiments on the effects of increased sediment loads on littoral rocky shore communities in Lake Tanganyika, East Africa. *Freshwater Biology* 48: 1603-1616.
- EVS-EN ISO 10870:2012. Water quality – Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters (ISO 10870:2012). Eesti Standardikeskus.
- Govenor, H., Krometis, L.A.H., Willis, L., Angermeier, P.L., Hession, W.C., 2019. Macroinvertebrate sensitivity thresholds for sediment in Virginia streams. *Integrated Environmental Assessment and Management* 15: 77-92.
- Johnson, R.K., 1999. Benthic macroinvertebrates. In: *Bedömningsgrunder för miljökvallitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 2. Biologiska parametrar* (Ed. by Torgny Wiederholm). Naturvårdsverket Förlag, 85-166.
- Kaller, M.D., Hartman, K.J., 2004. Evidence of a threshold level of fine sediment accumulation for altering benthic macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia* 518: 95-104.
- Kuivendussüsteemide eesvoolude veekeskkonda säästva hoiu põhimõtted, 2018. Maaeluministeerium, Maakasutuse ja maaparanduse büroo ja Põllumajandusamet.
- Käiro, K., Möls, T., Timm, H., Virro, T., Järvekülg, R., 2011. The effect of damming on biological quality according to macroinvertebrates in some Estonian streams, Central – Baltic Europe: a pilot study. *River Research and Applications* 27: 895-907.
- Larsen, S., Vaughan, I.P., Ormerod, S.J., 2009. Scale-dependent effects of fine sediments on temperate headwater invertebrates. *Freshwater Biology* 54: 203-219.
- Lenat, D.R., 1988. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *Journal of North American Benthological Society* 7: 222-233.

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

Pinnaveekogumite nimekiri, pinnaveekogumite ja territoriaalmere seisundiklasside määramise kord, pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside kvaliteedinäitajate väärtused ja pinnaveekogumiga hõlmamata veekogude kvaliteedinäitajate väärtused. RT I, 21.04.2020, 61.

Rabeni, C.F., Doisy, K.E., Zweig, L.D., 2005. Stream invertebrate community functional responses to deposited sediment. *Aquatic Sciences* 67: 395-402.

«Riigi poolt korrashoitavate eesvoolude nimekirja» ja «Munitsipaalomandisse antavate maaparandussüsteemide nimistu» kinnitamine, 2003. <https://www.riigiteataja.ee/akt/24760>.

Sutherland, A.B., Culp, J.M., Benoy, G.A., 2012. Evaluation of deposited sediment and macroinvertebrate metrics used to quantify biological response to excessive sedimentation in agricultural streams. *Environmental Management* 50: 50-63.

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

Turunen, J., Muotka, T., Aroviita, J., 2020. Aquatic bryophytes play a key role in sediment-stressed boreal headwater streams. *Hydrobiologia* 847: 605-615.

Suurselgrootude taksonid ja arvud 2020. a proovides

Det.: H. Timm

[illegible]

Det.: H. Timm

[illegible]

Järv: Papijärv

Koht: N kallas

Aeg: 1.06.20

Det.: H. Timm

Takson	1	Isendite arv proovides				Summa	Keskmine	%	Leidumine kvalit. proovis
	2	3	4	5					
OLIGOCHAETA	5			1		6	1,2	1,4	
HIRUDINEA									
Glossiphonia				1		1	0,2	0,2	
Helobdella stagnalis				2		2	0,4	0,5	
BIVALVIA									
Pisidium sp.	3		7	3	1	14	2,8	3,3	
GASTROPODA									
Bithynia tentaculata									*
Lymnaea stagnalis									*
Viviparus contectus									*
CRUSTACEA									
Asellus aquaticus	3	2		2		7	1,4	1,6	
ARACHNIDA									
Hydrachnidia Gen. sp.	6	2	2	1	6	17	3,4	4,0	*
EPHEMEROPTERA									
Caenis horaria/sp.	7	9	4	26	33	79	15,8	18,4	*
Cloeon dipterum	4		4	2	3	13	2,6	3,0	*
ODONATA									
Aeshna sp.		1				1	0,2	0,2	
Epithea bimaculata									*
Erythromma najas				1		1	0,2	0,2	*
Ischnura elegans				1		1	0,2	0,2	
Leucorrhinia caudalis									*
HETEROPTERA									
Cymatia coleoptrata	5	2			3	10	2,0	2,3	*
COLEOPTERA									
Donacia sp.		1				1	0,2	0,2	
Dytiscidae Gen. sp.	1					1	0,2	0,2	
Scirtes sp.									*
TRICHOPTERA									
Anabolia sp.									*
Cyrnus flavidus/sp.		1	1	1		3	0,6	0,7	
Limnephilus sp.				2		2	0,4	0,5	*
Mystacides sp.		1			1	2	0,4	0,5	*
Trienodes bicolor	1					1	0,2	0,2	
LEPIDOPTERA									
Parapoynx stratiotata				1		1	0,2	0,2	*
DIPTERA									
Ceratopogonidae Gen.			1			1	0,2	0,2	

Det.: H. Timm

[illegible]

Det.: H. Timm

[illegible]

Det.: H. Timm

Takson		Isendite arv proovides				Summa	Keskmine	%	Leidumine kvalit. proovis
	1	2	3	4	5				
OLIGOCHAETA	5			1	4	10	2,0	3,5	
HIRUDINEA									
Helobdella stagnalis					1	1	0,2	0,3	*
BIVALVIA									
Pisidium sp.		2		2		4	0,8	1,4	
Unio tumidus	1	1	2			4	0,8	1,4	
GASTROPODA									
Radix auricularia				1		1	0,2	0,3	
Valvata piscinalis		2	2	2	1	7	1,4	2,4	
CRUSTACEA									
Asellus aquaticus				1		1	0,2	0,3	
ARACHNIDA									
Hydrachnidia Gen. sp.	5	5	4	3	1	18	3,6	6,3	*
Ephemeroptera									
Caenis horaria/sp.	12	3	4	16	11	46	9,2	16,1	*
Centroptilum luteolum	1		2		1	4	0,8	1,4	*
Heteroptera									
Aquarius najas									*
Coleoptera									
Donacia sp.									*
Trichoptera									
Anabolia sp.			2	1		3	0,6	1,0	*
Athrripsodes cinereus	1				1	2	0,4	0,7	
Limnephilus sp.			1			1	0,2	0,3	
Molanna angustata		1				1	0,2	0,3	
Mystacides sp.	1		1	2		4	0,8	1,4	
Tinodes waeneri		2				2	0,4	0,7	*
Diptera									
Chironomidae Gen. sp.	42	25	67	25	18	177	35,4	61,9 100,0	*

Koht: Välgi
Aeg: 13.09.20
Det.: H. Timm

[illegible]

Koht: Jõhvi - Tartu mnt
Aeg: 13.09.20
Det.: H. Timm

[illegible]

Koht: Ehavere
Aeg: 13.09.20
Det.: H. Timm

[illegible]

Det.: H. Timm

[illegible]

Koht: Võlsi
Aeg: 13.09.20
Det.: H. Timm

[illegible]