



Uuring Kõstrijärve veekogumi setetest eemaldamise mahu ja kulutõhususe hindamiseks



detsember 2022

Töö nimetus: Uuring Kõstrijärve veekogumi setetest eemaldamise mahu ja kulutõhususe hindamiseks

Töö number: 22075

Tellijä: Keskkonnaamet

Vastutav täitja: Kadri Normak

Koostajad: Ingmar Ott (Eesti Maaülikool) – järve seisundi ja uuringute kokkuvõte, tervendamise võimalused ja maksumused

Kristiina Kübarsepp (Eesti Maaülikool) – piirkonna looduskaitse

Kadri Normak – muda mahu arvutused

Kaanepilt: Maa-ameti fotoladu

Maves OÜ

Marja 4D Tallinn, registrikood 10097377

www.maves.ee e-post: maves@maves.ee

Ettevõte on sertifitseeritud kvaliteedijuhtimissüsteemi standardi ISO 9001:2015 alusel.



SISUKORD

1	SISSEJUHATUS.....	2
2	KÖSTRIJÄRV	3
3	KÖSTRIJÄRVE PIIRKONNA LOODUSKAITSE.....	4
4	LIMNOLOOGILISTE UURIMISTÖÖDE KOKKUVÕTE JA NATURA 2000 ELUPAIGATÜÜBI 3140 SELETUS.....	8
5	KOKKUVÕTE VEE ABIOOTILISTE OMADUSTE JA SUURTAIMEDE UURINGUTEST	11
5.1	VEE ABIOOTILISED OMADUSED	11
5.2	SUURTAIMESTIKU UURINGUD.....	12
5.3	TAIMEDE EEMALDAMISEGA ÖKOSÜSTEEMIST VÄLJAVIIDAVAD FOSFORI KOGUSED	15
6	KÖSTRIJÄRVE TERVENDAMISE VÕIMALUSED	16
6.1	VÕIMALIKUD TERVENDAMISMEETODID	16
6.2	TERVENDAMISE MAKSUMUS	19
7	VÕIMALIK TEHNILINE LAHENDUS JÄRVE TERVENDAMISEKS	21
8	ETTEPANEKUD.....	24
9	VIIDATUD KIRJANDUS.....	26

1 SISSEJUHATUS

Veemajandusperioodi 2022–2027 veemajanduskavade¹ meetmeprogrammis kajastatakse mittehead seisundit saavutanud veekogumid ja nendele kavandatud meetmed. Muuhulgas on tegemist ka selliste veekogumitega, kus on vajalik välja töötada reaalsed tegevused, mis sobivad konkreetsele veekogumile ning annavad oodatud tulemuste ehk siis veekogumi hea seisundi.

Käesoleva töö eesmärgiks oli teostada setete eemaldamise võimalike variantide analüüs, teostatavuse kulutõhususe hinnang ja tehnilise projekti koostamine Kõstrijärve VEE2133700 (Kõstrejärve) sisekoormuse vähendamiseks. Samuti tuli anda hinnang, kas suurtaimestiku eemaldamine on teaduslikult põhjendatud.

Eesti-Läti Interreg 2020 projektis „Water bodies without borders” üheks uuringuobjektiks oli ka Valgamaal Karula Rahvusparkis paiknev Kõstrijärv (VEE2133700). Projekti aruandes „ACTION PLAN Pressures and impacts on water quality, economical analysis and programme of measures”² on järveveekogumi mittehea seisundi põhjuseks toodud sisekoormus, varasem reostus setetes. Keskkonnaagentuuri 2020. aasta pinnaveekogumite vahehindangu³ põhjal on järv halvas koondseisundis toiteainete tõttu.

Töös hinnati ja analüüsiti erinevaid sisekoormuse vähendamise võimalusi ning selgitati välja Kõstrijärve setetest eemaldamise maht ja kulutõhusus. Töös anti hinnang, kas suurtaimede eemaldamine on teaduslikult põhjendatud ning tehti ettepanekud järve edasiseks kasutamiseks.

¹ <https://envir.ee/veemajanduskavad-2022-2027>

² https://wbwb.eu/wp-content/uploads/2020/03/wbwb_joint-action-plan.pdf

³ <https://keskkonnaportaal.ee/et/pinnaveekogumite-seisundiinfo>

2 KÖSTRIJÄRV

Kõstrijärv on Valgamaal Lüllemäe lähedal (külast 1 km ida pool) paiknev väikejärv. Pindala kohta on kirjanduses esitatud erinevad väärtused (10,4 ha - Mäemets, 1977; 11,5 ha – Tamre, 2006; Keskkonnaportaali). Pindala andmetega samades kirjandusallikates on maksimaalseks sügavuseks antud 4,4 m ja keskmiseks – 3,3 m. Järve pikkus on 640 m ja maksimaalne laius 470 m. Kõstrijärve funktsioneerimisel on olulise tähtsusega kaldajoone keerukus, mis on üsna suur väärtus – 1,77. See on Eesti järvedest esimese veerandi hulgas. Valgala suurus on 1,8 km². Mäemetsa (1977) järgi on veemaht 343 000 m³. Vesi vahetub 1,2 korda aastas (Loopmann, 1984). Setete maht, 522 200 m³ arvutati käesoleva töö raames kasutades andmeid REIB OÜ töödest 2003. aastal ja täiendustest 2022. a. (Karula Rahvuspargis..., 2022).

Järve on kirjeldanud Aare Mäemets oma 1977. a. avaldatud raamatus. Peab nimetama, et need andmed põhinevad peamiselt 1956, 1961, ja 1969 aastatel tehtud vaatlustel:

„Kaldad on valdavalt kõrged ja põllustatud; neilt avanevad väga ilusad vaated liigestatud kaldajoonega mitmesopilisele järvele. Lõunas ulatub järve metsane poolsaar, kirdes ja kagus on kallas soine. Kaldavööde on pehme ja mudane, kõige paremini pääseb vee äärde loodekaldale ehitatud ujula juurest. Põhjas on paks kiht musta muda, mida katab taimevaip. Nähtavasti allikarikas lähtejärv, mis saadab oma vee kraavide ja Mäkiste oja (kas Sundi ehk Metsoja) kaudu Aheru järve.“

Selles tsitaadis on järve nimetatud lähtejärveks. See võis nii kunagi olla, kuid enam seda pole. Suur vee aluselisus toetab mõtet, et suur osa on veetoites põhjaallikatel.

Mäemets tüpiseerib Kõstrijärve kihistumata kalgiveeliste rohketoiteliste järvede hulka. Hilisema Eesti järvede tüpoloogias (nn limnoloogiline tüpoloogia) järgi (Ott ja Kõiv, 1999) on järv makrofüüdijärv (Tamre, 2006; Keskkonnaportaali). EL Veepoliitika Raamdirektiivi tüpoloogia järgi kuulub see tüüpi S2 – keskmise vee karedusega kihistumata seisuveekogu (Pinnaveekogumite..., 2020).

Kõstrijärve kohta liiguvad mitmed üldlimnoloogilised näitajad aegade jooksul ühest kirjandus- ja interneti allikast teise. Seda järve on uuritud vaheaegadega mitmete aastakümnete jooksul. Üsna olulised on järve sügavuse andmed. Tänapäeval ei ole järve sügavus selline, nagu varasemad uuringud on näidanud. Väikejärvede sügavusi mõõtis 1960ndail ja 1970ndail aastail peamiselt Tõnis Kallejärv, aga tema digitaliseeritud materjali seas Kõstrijärve ei ole. Maksimaalne sügavus 4,4 m on praeguseks oluliselt kahanenud. Nii Eesti Maaülikooli (EMÜ) viimased vaatlused muude limnoloogiliste tööde käigus kui ka REIB OÜ sette tööde ajal hindasid selleks 2,5 m.

3 KÕSTRIJÄRVE PIIRKONNA LOODUSKAITSE

Kõstrijärv asub Karula rahvuspargis, Karula loodusala ja Karula linnualal. Kõstrijärves ja valgalal on EL Loodusdirektiivi Natura 2000 elupaigad (Joonis 1), mille väärtuste säilitamist ja parendamist tuleb Kõstrijärve tervendamisel silmas pidada. Kõstrijärvest on leitud mitmeid haruldasi liike: kahepaiksetest mudakonna (*Pelobates fuscus*); suur-selgrootutest suur-rabakiili (*Leucorhina pectoralis*), hännak-rabakiili (*Leucorhina caudalis*), valgelaup-rabakiili (*Leucorhina albifrons*), lai-tõmmuujurit (*Graphoderus bilineatus*), laiujurit (*Dytiscus latissimus*); lindudest mustviirest (*Chlidonias niger*) (Joonis 2).

II kategooria kaitsealustest liikidest on Kõstrijärvest leitud korduvalt mudakonna (Eesti looduse infosüsteemi järgi viimane kehtiv vaatlus 2016. a.). Mudakonna kaitse tegevuskava järgi vajavad mudakonnad sigimiseks vee-elupaiku, mis peavad olema päikesepaistelised, madalaveelised (max sügavus 1,5 m) ja laugekaldalised. Laugel kaldaalal areneb mitmekesine veetaimestik, mis pakub mudakonnale sobivaid sigimispaiku, lisaks soojeneb vesi sellises kohas kiiresti. Mudakonna kullused toituvad sageli veekogu avaveelistes osades ujuvate veetaimede varjus, pelaagilisuse tõttu on kullused kergeks saagiks kaladele. Samas suurepindalistes rohke taimestikuga looduslikes veekogudes, kus on erinevaid mikroelupaiku, saavad mudakonnad ka koos kaladega sigida. Eesti väikejärvede hüdrobioloogilise seire aruande 2018. a. andmetel leiti Kõstrijärvest 6 kalaliiki. Kuna mudakonna on Kõstrijärvest leitud Eesti looduse infosüsteemi järgi korduvalt, kinnitab see kaladega koosseksisteerimise võimalust. Seda muidugi ainult siis, kui kulleste jaoks on piisavalt varjetingimusi veetaimestiku näol. Kõstrijärv on nimetatud Eesti looduse infosüsteemi järgi mudakonna leiukohaks, mudakonna kaitse tegevuskava järgi ei ole kaitse alla võetud ühtegi mudakonna püsielupaika. Kõik Eestis elavad kahepaiksed on looduskaitse all, tõenäoliselt leidub Kõstrijärves veel teisigi kahepaiksete liike nagu harilik kärnkonn (*Bufo bufo*, III kat), rohukonn (*Rana temporaria*, III kat), tiigikonn (*Pelophylax lessonae*, III kat), kelle sigimised Karulas on arvukad.

III kategooria kaitsealustest liikidest nimetatakse Karula rahvuspargi, Karula loodusala ja Karula linnuala kaitsekorralduskavas 2020–2029 suur-rabakiili, hännak-rabakiili, lai-tõmmuujurit, laiujurit. Neist laiujuri esinemine on leiukohana välja toodud ka Eesti looduse infosüsteemis. eElurikkus portaali andmetel on Tartu Ülikooli teadlane PhD. Mati Martin leidnud Kõstrijärvest lisaks eelpool nimetatud kiililistele veel 16 liiki kiililisi: väike tondihobu, väike rabakiil, seenliidrik, sarvikliidrik, sadulliidrik, punasilmi-liidrik, puna-loigukiil, pruun-tondihobu, odalliidrik, must-loigukiil, metsa-tondihobu, luhakõrsik, ida-pronkskõrsik, harilik vesikiil, harilik loigukiil, harilik hiigelkiil, Need liigid

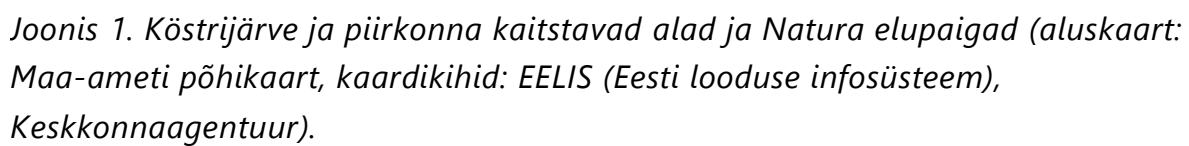
on eElurikkuse portaali järgi Eesti punase nimestiku kategooria järgi soodsas seisundis. Kõstrijärvest on maaülikooli teadlane, PhD. Henn Timm, leidnud veel III kategooria kaitsealust liiki valgelaup-rabakiili. Eesti kiilide määraja järgi eelistavad hännak-rabakiilid suuremate järvede varjatud soppe, kus on rikkalik taimestik ning veepinnal on palju vesiroosi ja vesikupu lehti, veepinnal ujumatel lehtedel toimub ka puhkamine ja sigimine. Määraja järgi elab ka valgelaup-rabakiil järvede väikestes taimestikurikastes soppides, peatuvad sageli taimedel. Ka suur-rabakiil eelistab tiheda taimestikuga veekogusid.

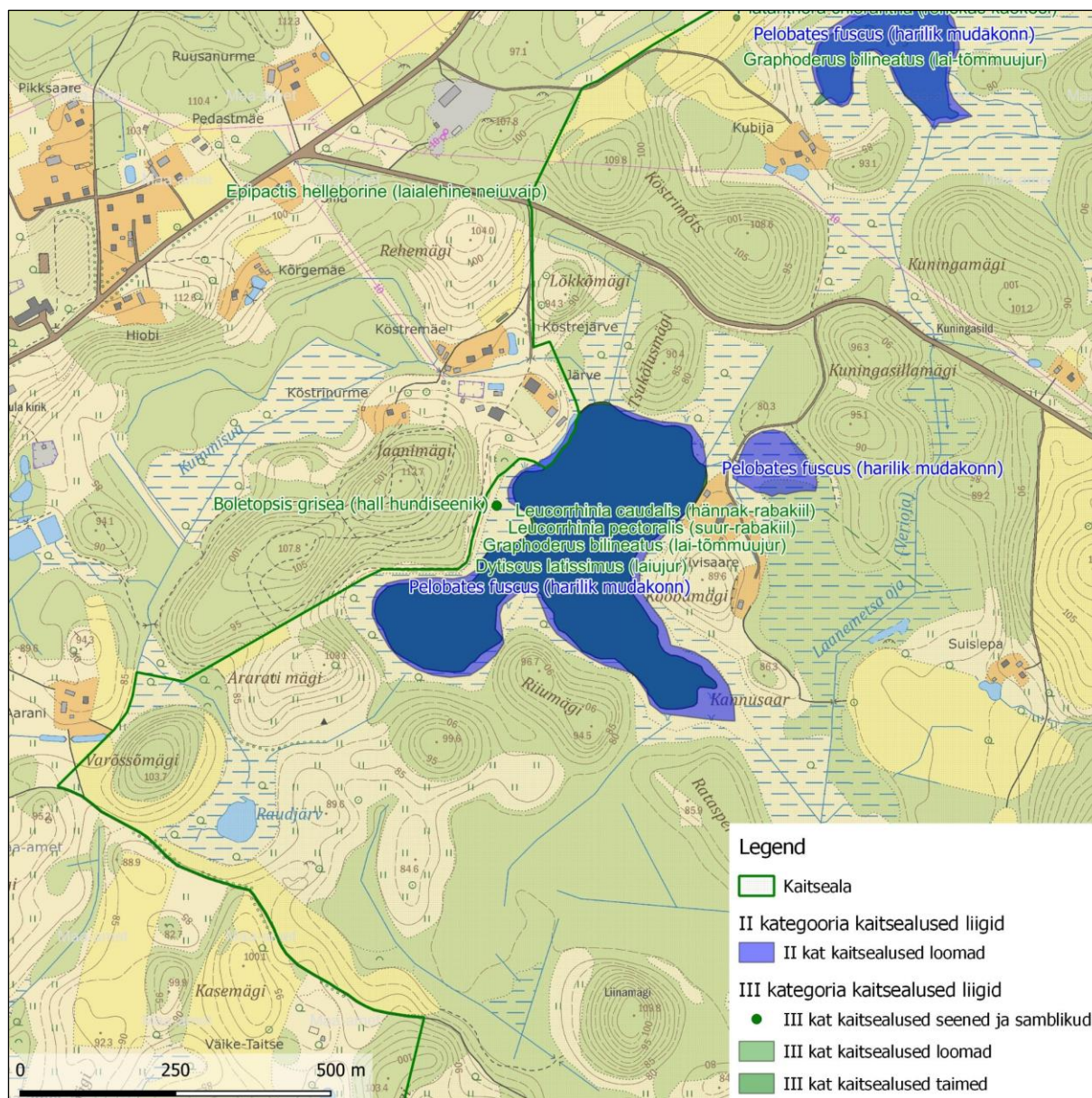
III kategooria kaitsealustest liikidest on eElurikkuse andmetel registreeritud Kõstrijärves 2014. ja 2019. a. mustviireste pesitsemine. Viimase vaatluse autor on ornitoloog Tarvo Valker. Linnuatlas (2018) järgi pesitseb mustviires taimetikurikastel veekogudel, sobivad õõtsikulised kaldaalad. Pesad asuvad tavaliselt ujutaimedel või mulluse veetaimestiku lademeil. Pesad ja munad võivad kergesti hukkuda lainetuse mõjul, kaitseks lainetuse eest aitab ümbritsev roostik. Mustviires on enamasti seltsinguline pesitseja, kuid võib pesitseda ka üksikpaarina. eElurikkus portaali andmetel pesitsevad Kõstrijärvel mitu paari mustviireseid. Mustviired on Linnuatlase järgi eriti tundlikud veetaseme muutumise ja veetaimestiku kõrvaldamise suhtes.

Lisaks on Kotkaklubi andmetel nähtud must-toonekurge (*Ciconia nigra*, I kategooria kaitsealune liik) peatumas Kõstrijärvest lõunasuunas paikneval kraavil.

Kõstrijärve tervendamisel peab arvestama kaitsealuste liikide elupaigavajadustega. Kõik eelpool nimetatud II ja III kaitsekategooria liigid vajavad piisaval hulgal veetaimestikku, et kindlustada järglaskonna saamine. Vajalik on säilitada mikroelupaigad ja kaldaalad. Kindlasti ei sobi keemilised manipulatsioonid setete fikseerimiseks.

Kõstrijärve ümbruses leiduvad kaitsealuste liikide elupaigad ja kaitseväärtuslikud Natura elupaigad ning piirkonna künklik reljeef raskendaksid järve tervendustöid.





Joonis 2. Kõstrijärvel ja selle lähipiirkonnas elavate kaitstavad liigid (aluskaart: Maa-ameti põhikaart, kaardikihid: EELIS (Eesti looduse infosüsteem), Keskkonnaagentuur).

4 LIMNOLOOGILISTE UURIMISTÖÖDE KOKKUVÕTE JA NATURA 2000 ELUPAIGATÜÜBI 3140 SELETUS

Kõstrijärve on uuritud limnoloogiliselt (vee-elustik, vee omadused) aastatel 1956, 1961, 1969, 1989, 2000, 2005, 2006, 2009, 2012, 2018. Kõikidel aastatel pole tehtud kõikide elustikurühmade vaatlusi. Näiteks on eraldi mõnda elustikurühma vaadeldud 1976. aastal. Varasemad uuringud on üldistatud 2000ndal koostatud aruandes "Mõnede Karula Rahvusparki järvede inventeerimine". 2006. aastal tehti lisaks kompleksuuringutele ka sette uuringud selgitamaks enesereostuse võimalikku ohtu järvele. Kuna setted on reeglina stabiilsed, siis selle kohta käivaid uuringuid saab kasutada pika aja jooksul.

Kui võtta eesmärgiks Kõstrijärve kauaaegne ökoloogilise seisundi hindamine, siis siin on teatavad meetodika-alased raskused. Alates 2007. aastast toimub järvede seire käigus ökoloogilise seisundi hindamine EL maades harmoniseeritud meetoditega. Enne seda kasutati erinevate näitajate hinnangute skaalasid, mis põhinesid nn troofsustüpoloogial (oligotroofsest kuni hüpertroofseni) arvestamata järve-keskkondade olulisi erinevusi. Neil põhjustel ei saa enne 2007. aastat tehtud ökoloogilise seisundi hindamisi esitada praegu kasutataval moel, st kvaliteedi viiepallilises skaalas nt aastate kaupa tabelis. See aga ei tähenda, et varem antud hinnangud oleksid kasutatavad. Kõige parem on neid esitada eksperthinnangu tasemel. Viimaste seireuuringute alusel tehtud ökoloogilise seisundi hindamised on esitatud tabelis (Tabel 1).

Tabel 1. Kõstrijärve ökoloogilise seisundi hindamise tulemused seire viimastel aastatel.

Näitaja	2009	2012	2018
Hüdromorfoloogia	Hea	Hea	
Vee abiootilised omadused			
Üldfosfor	Hea	Kesine	Hea
Üldlämmastik	Hea	Kesine	Hea
pH	Hea	Kesine	Hea
Läbipaistvus	Kesine		Kesine
Fütoplankton			
Klorofüll a	Hea	Halb	Hea
Fütoplanktoni kooslus	Hea	Halb	Hea
Fütoplanktoni koondindeks	Väga hea	hea	Hea
Ühtluse indeks	Hea	Kesine	Väga hea

Näitaja	2009	2012	2018
Fütobentos			
Watanabe indeks			Hea
Ränivetikate troofsuse indeks			Hea
Reostustundlikkuse indeks			Väga hea
Suurtaimed ja niitrohevetikad			
Taimekooslus	Halb	Halb	Halb
Kaelus-penikeele või läik-penikeele ohtrus	Halb	Halb	Halb
Mändvetiktaimedede või sammalde liikide ohtrus	Halb	Halb	Halb
Kardheina või ujutaimede ohtrus	Halb	Halb	Halb
Suurte (ka epifüütsete) niitrohevetikate rohkus	Hea	Hea	Halb
Suurselgrootud			
Taksonirikkus	Hea	Väga hea	Hea
Shannoni erisusindeks	Halb	Kesine	Kesine
ASPT indeks	Väga hea	Väga hea	Hea
EPT indeks	Väga hea	Väga hea	Kesine
Happesusindeks	Väga hea	Väga hea	Väga hea
Kalastik			
Kalade paiknemine veesambas			Kesine
Ahvenlaste ja karpkalalaste masside suhtarv saagis			Kesine
Karpkalalaste arvukusindeks			Kesine
Järvekalastiku koondindeks			Hea
Koondhinnang keskkonnaministri 2009 järgi	Hea	Kesine	Kesine
Koondhinnang keskkonnaministri 2020 järgi	Halb	Halb	Halb

Setete kvaliteeti ja sekundaarreostuse ohtu hinnati Kõstrijärves 2006. aastal (Kõstrejärve setete..., 2006). Setteproove koguti järve kolmest erinevast piirkonnast puursüdamike vertikaalsetest lõikudest (kuni 35 cm). Määrati üldfosfor, raud ning ühest proovipunkti puursüdamiku settekihist ka raskemetallide sisaldus. Viidi läbi settefosfori fraktsioneerimine kõikidest settekihtidest ning määrati kõigi setteproovide kuivainesisaldus. Tulemusena üldistati, et sekundaarreostuse oht järvele on arvestataval tasemel.

Väliskoormust on hinnatud 2000ndal aastal (Mõnede..., 2000), mille järgi on varasem koormus vähenenud ja vastavalt erikasutusloa alusel tehtud arvutustele on 0,19 gP/m² aastas, mis on järve talutava ja talumatu väliskoormuse piiril. Koormus on olnud ilmselt nõukogude riigikorra ajal üsna suur Rebasemõisa sigala ja Lüllemäe asula heitvete mõjust. Meeles peab pidama, et meil kehtivad heitvee normid suublale (väljalaskele), aga mitte vastava koormuse saavatele looduslikele veekogudele. Iga järv reageerib aga

koormusele erinevalt. Meie varasemates uuringutes 2000. ja 2006. aastal oleme nimetanud, et arvutuslikult (mitte mõõdetud) on väliskoormus muutunud järvele talutavamaks, kuid sekundaarreostuse oht ehk sisekoormuse suur mõju on olemas.

Varasemate limnoloogiliste uuringute põhjal võime väita, et Kõstrijärve seisund on kehvem heast kvaliteedi klassist. See tähendab ka, et kui see järv on veekogum, siis peab kavandama tervendamise.

Kõstrijärv on määratud Natura 2000 elupaigatüübiks 3140 (bentiliste mändvetikakooslustega vähe-kuni kesktoitelised kalgiveelised järved). Ettepanek selliseks määranguks tehti 2002. aastal, kui EL loodusdirektiivi rakendamine Eestis oli uus. Tookord valiti andmebaasist vastavate tunnustega järved pidades eelkõige silmas looduslikke näitajaid. Ilma inim mõjuta olukorras Kõstrijärv vastas nõuetele. Sisekoormus on nüüdseks siiski nii suur, et tingimus – kesktoiteline – ei vasta elupaigatüübi nõudele. Elupaigatüübi kirjelduses nimetatud mändvetikad on asendunud lausaliselt räni-kardheinaga, mis on eutrafentne liik. Eesti Maaülikooli andmebaasi alusel võib väita, et 1950ndatel ja 1960ndatel olid mändvetikad veel Kõstrijärve taimestikule iseloomuliku taimekoosluse osaks. 1989. a uurimise põhjal (40 järve..., 1989) olid mändvetikad levinud vaid järvesoppide allikalistes osades. Ka tüübiomaste sammalde (*Nitella* sp ja *Nitelopsis* sp) puudumise järgi ei kuulu järv sellesse tüüpi.

Eestis vastavad sellele tüübile peamiselt alkalitroopsed Pandivere ja kalgiveelisemad järved mujalt Eestis.

Kuna Karula Rahvuspark asutati 1993. aastal ja järves toimusid olulised muutused juba varem, siis rahvuspargi tegevus ei ole olnud määrav ökoloogilise seisundi kujunemisel.

5 KOKKUVÕTE VEE ABIOOTILISTE OMADUSTE JA SUURTAIMEDE UURINGUTEST

5.1 Vee abiootilised omadused

Praeguse nimetusega Eesti Maaülikooli PKI hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool on Kõstrijärve vee omadusi uurinud alates 1956. aastast (1956, 1961, 1969, 1976, 1989, 2005, 2006, 2009, 2012, 2018). Samade näitajate hästi võrreldavat andmerida kahjuks ei saa koostada. Esimestel aastatel mõõdeti näiteks temperatuuri, pH-d. Neist esimene ei ole otseselt seotud veekogu ökoloogilise seisundiga. Teine probleem on selles, et vee omaduste mitmed näitajad on üsna kõikumate väärtustega ja ühekordsed andmed ei luba teha suuri üldistusi. Lahustunud orgaanilise aine ja toiteainete üldsisaldused on suhteliselt stabiilsed näitajad. Orgaanilise aine kohta saame koostada pikema andmerea, aga toitesoolade kontsentratsioone hakati analüüsima Eesti Maaülikoolis alles alates 1980ndatest aastatest. Mõnede vee abiootiliste omaduste andmed on tabelis (Tabel 2). Kasutatud on ainult suve pinnavee andmeid ja alates 2005. aastast on olnud vähemalt kaks mõõtmist suve jooksul. Neil juhtudel on arvatud näitaja keskmine väärtus. Abiootiliste näitajate väärtuste dünaamika ühtib üldiselt ökoloogilise seisundi ajalise dünaamikaga. Suurimad lahustunud orgaaniliste-, toiteainete kontsentratsioonid ja biokeemiline hapnikutarve on olnud suurimad 1989. aastal, mil ka elustiku andmed näitavad liigset survet järvele. Vee läbipaistvus on olnud ka sel perioodil väikseim ja üldaluselisus suurim. See viitab järvele talumatule väliskoormusele tollel perioodil.

Tabel 2. Suviste vee abiootiliste omaduste näitajate väärtused Kõstrijärves alates 1961. aastast

Aasta	Läbi- paistvus, m	Üld- aluselisus, HCO ₃ mg/l	Dikromaatne oksü- deeritavus, mgO/l	Biokeemiline hapnikutarve BHT ₅	Üldlämmastik, mgN/m ³	Üldfosfor, mgP/m ³
1961	2,3	146,5	29			
1969		256,2	29,1			
1989	1,1	260	59	7	1920	117
2005			39		881	115
2006	1,4	227,2	46		770	38
2009	põhjani	213,5	18	3,4		50
2012	põhjani	178,4	25,5	1,7	585	29
2018	1,75	246	29	2	925	38

5.2 Suurtaimestiku uuringud

Kõstrijärve taimestikku on varem uuritud aastatel 1961, 1976, 1989, 2000, 2005, 2009 ja 2012. 2018. aastal. Nende aegade jooksul on vaatlusmeetodid olnud küll suhteliselt sarnased, kuid mitte identsed. Praegusel ajal on kasutusel metoodika, mis on harmoniseeritud EL liikmesmaades ja jätab vähem ruumi spetsialisti ekspertarvamuseks. Varem kirjeldati küll kogu järve, määrati liigid, hinnati ohtrust ja katvust, kuid lõpphinnang oli kirjeldav. See tekitab mingil määral andmete võrreldavuse probleemi. Iseloomustamaks varasemat Kõstrijärve taimestikku, tsiteerime EMÜ hüdrobioloogia ja kalanduse õppetooli (varem TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi limnoloogiajaam) töid. See annab ülevaate toimunud taimestiku muutustest alates 1961. aastast. Viimati nimetatud aasta tulemused on esitatud Mäemetsa raamatus (1977):

„Taimestik täitis 1961. aastal kogu järve ning oli ka liigirikas (22 liiki). Kõige ohtramaks osutus järvepõhja üleni kattev veesisene taimestik, milles esikohal olid vesikarikas ja mändvetikas ning järgnesid lapik penikeel ja vesikatk. Veesisesed taimed olid kaetud lubjakihiga. Ka ujulehtedega taimed olid levinud üle kogu järve, kuid hõredamalt. Siin oli eriti palju väikest vesiroosi, kollast vesikuppu ja liht-jõgitakjat. Suhteliselt vähem arenenud kaldaveetaimestiku moodustasid peamiselt tarn ja pilliroog; selles esinesid ka järvkaisel, kalmus, laialehine hundinui, soovõhk ja suur tulikas.“

1989. aastaks oli olukord taimestikus oluliselt muutunud (40 järve..., 1989):

„Taimestik hõivab peaaegu kogu järve (vähemalt 9/10), liike palju (27). Domineerib ujulehtedega ja veesisene taimestik. Kaldaveetaimed üksikkogumike või võõndifragmentidena. 9 liiki, arvestataval hulgal üksnes pilliroogu. Suuremat osa kaldajoonest ääristab eutroofse iseloomuga õõtsik (soo-sõnajalg, tarnad, laialehine hundinui, soovõhk jt). Ujulehtedega taimedest vabu laiike üksnes järve keskel, kus sügavus ületab kohati 2,5 m; mõningaid ujulehtedeta laiike ka allikarohkes edelasopis. Valdavat osa veepinnast katab lausaline ujulehtede vaip. Nelja liigi hulgas levinuim väike vesiroos; piki kalda-ääri sage kollane vesikupp, mis üksnes järve kirdeosas massiline. Vähem ujuvat penikeelt (ohtramalt kagusopis) ja liht-jõgitakjat. Veesisene taimestik hõivab samuti peaaegu kogu järve, kuigi liigiliselt ja tihedamalt ebaühtlasemalt, 8 liiki. Kõige ulatuslikumalt levinud kardhein – hõredamalt või tihedamalt ujulehtedega taimede vahel nii põhijärves (sügavamalt 2,2 m, enamasti alla selle) kui soppides. Viimastes (eriti edelasopis ja selle kitsaskaelas, piiramatult kagusopis) leidub lausalisi mändvetikamurusid (*Chara fragilis*) kuni 1,6 m sügavuseni – ilmselt

seoses allikaliste aladega. Piki kaldaääri kasvab silmapaistvalt palju vesikarikat (va kõva pervega lõigud), muid vähe; suured penikeeled praktiliselt puuduvad (mudastumine!). Ujutaimi peaaegu kogu kaldajoone ulatuses. Esindatud kõik neli liiki, neist esikohal kilbukas. Sage ka ristlemmel, siin-seal väikest lemmelt ja vesiläätse.

Suurtaimestiku põhjal düstrofeerumisele kalduv hüpertroofne makrofüüdijärv. Laia ökoloogilise amplituudiga või eutroofse olemusega taimestik ei suuda siduda kaugeltki kõiki vees leiduvaid toiteaineid, mille arvel lisaks kardheinale ja ujutaimedele on pääsenud vohama vetikamass – nii bentilised niitvetikad, planktonvetikad kui taimedel pealiskasv. Suurel hulgal toob toitesooli sisse nähtavasti spordibaasi territooriumi läbiv kraav, mis paksult lemmeldegaga kaetult suubub järve põhjakääru. Oma osa lisavad väiksemad kraavid, ujumisbassein jms. Ümbritsevalt põllunõlvadelt pinnavetega alla uhutavaid sooli kasutab nende arvel arenev lopsakas õõtsik. Järve puhtaim osa on allikaterikas edelasopp (ka vesi läbipaistvam!), kuigi troofsustase ka seal kõrge (rohkesti kardheina, kohati lapikut ning ogateravat penikeelt).

Kõstrijärv on sama taimerikas või rikkamgi olnud juba varem (1961, 1976), koosseisult kaldavee- ja ujulehtedega taimestiku osas enamvähem praegusega samasugune. Muutusi on märgata eelkõige veesiseses taimestikus. 1961. a olid üle kogu järve (ka keskosa!) koos vesiroosi ja vesikupuga levinud mändvetikamurud ning vesikarikas, sage lapik penikeel – esimesed iseloomulikud alkalitroofsetele, teised düseutroofsetele veekogudele. Kardheina oli tollal üsna vähe, samuti ujutaimi. 1976. a. oli järve keskosas märgata ujulehtedega taimestiku hõrenemist, mändvetikamuru kahanemist, kardheina osatähtsuse tõusu, servades ujutaimede sagenemist jne. Viimase tosina aastaga on need tendentsid veelgi süvenenud. Eriti silmatorkav on mändvetika-alade asendumine kardheinaga, kusjuures ka praeguseks säilinud mändvetikamurud on valdavalt degenereerinud – värsked juurdekasvud peaaegu puuduvad, pinda katab pealiskasv ja lubikoorik. Elujõulisi kooslusi on ainult mõnede allika-aukude ümber. Ilmselt on tasakaal suurtaimestiku ning biogeenidekoormuse vahel rikutud, alanud suurtaimede järkjärguline taandumine järve sügavamatest osadest, kus vohav ja surev fütoplankton on kujundanud ebasoodsa valgus-, toite- ja gaasirežiimi (ujulehtede tõttu ka aeratsioon nõrk!).”

2018. a registreeriti Kõstrijärves 40 suurtaimeliiki, neist 29 kaldavee-, 1 uju-, 5 ujulehtedega ning 5 veesisest taime.

Kaldaveetaimestikus domineerisid 2018. a. sarnaselt eelmisele uurimiskorrale (2012) tarnad (*Carex* spp.) koos soo-sõnajala (*Thelypteris palustris*) ning laialehelise hundinuiaga (*Typha latifolia*), moodustades ümber järve ühtlase õõtsiku. Vähesel määral leidis roostikulisi lõike, kus ohtramalt esines pilliroogu (*Phragmites australis*) ning järvkaislat (*Schoenoplectus lacustris*).

Ujulehtedega taimestik oli levinud ühtlase vööndina ümber järve, olles eriti ohter (ja kattes järve pinna ajuti lausaliselt) järve lõunaosa soppides. Peamise osa ujulehtedega taimestikust moodustas kollane vesikupp (*Nuphar lutea*), ohtruselt järgnesid ujuv penikeel (*Potamogeton natans*), konnakilbukas (*Hydrocharis morsus-ranae*) ning väike vesiroos (*Nymphaea candida*). Ujutaimedest oli järves laialt levinud ristlemmel (*Lemna triscula*), mis sarnaselt ujulehtedega taimedele oli eriti ohter järve lõunaosa soppides.

Veesiseses taimestikus domineeris sarnaselt 2012. a räni-kardhein (*Ceratophyllum demersum*), mis kattis lausaliselt järve põhja. Selle vahel levisid üksikute kogumikena harvad ogaterava penikeele (*Potamogeton friesii*) isendid, seda eriti järve põhja- ja keskosas, kus vabamat vett leidis rohkem. Lisaks sellele leidis järves ohtralt ka vesikarikat (*Stratiotes aloides*) ning niitrohevetikate kogumikke, mis levisid nii vabalt ujuvatena kui pealiskasvuna peamiselt järve lõunaosas, aga ka järve kesk- ja põhjaosas ujulehtedega taimestik.

Võrreldes 2012. a oli järve seisund jäänud peamiselt samaks ehk suurtaimede näitajate järgi oli 2018. a Kõstrijärve seisund halb (Tabel 3). Suurenenud oli niitrohevetikate rohkus, mis veel 2012. aastal oli 1 pall, 2018. a 3 palli. Järv on tugevalt eutrofeerunud Rebasemõisa sigala ja Lüllemäe asula heitvete järve juhtimise tagajärjel. Otsene reostus on küll kadunud, kuid arvestades kehtvat loomapidamist järve lähiümbruses, nõrka veevahetust ja väikest pindala, on biogeenide sissekanne järve tõenäoliselt endiselt suur. See määrab ka suurtaimestiku, milles domineerivad rohketoitelist vett eelistavad liigid, ja halva seisundi.

Tabel 3. Kõstrijärve seisundi hinnang suurtaimede alusel.

Aasta	Tähtsamad taksonid ohtruse järjekorras/ (EQR)	Kaelus-penikeele või läik-penikeele ohtrus/ (EQR)	Mändvetik-taimede või sammalde liikide ohtrus/ (EQR)	Kardheina või ujutaimede ohtrus/ (EQR)	Suurte niitrohevetikate rohkus/ (EQR)	Koond-hinnang
2012	Cer,Lem=Nu/0	0/0	0/0	5/0	1/0,7	halb/0
2018	Cer,Lem=Nu/0	0/0	0/0	5/0	3/0	halb/0

5.3 Taimede eemaldamisega ökosüsteemist väljaviidavad fosfori kogused

Kõstrijärve taimede koosseis ja hulk näitavad selgelt halba olukorda. Selline olukord on tekkinud suurest sisekoormusest. Kuna Kõstrijärve taimedes toiteainete sisaldust pole mõõdetud, siis kasutame teise sisekoormuse all kannatava järve, Verevi, tulemusi (Mäemets, Freiberg, 2005). Peame morfomeetria kohta arvestama ametlikest andmetest teistsuguseid, sest järv on kinni kasvamas. Maksimalne sügavus ei saa tänapäeval enam olla 4,4 m ja keskmine sügavus 3,3 m. Eriti viimane väärtus on erinev tegelikust. Taimede katvust on viimati hinnatud ujulehtedega taimede alusel ja tulemuseks on 55%. Samas on teada, et veesisene taimestik katab kogu järve põhja. Taimede koguse hindamiseks kasutasime mahu täituvuse protsendi arvutust (PVI – *plant volume infested*). Ujulehtedega taimed hõlmavad 29% ja veesisesed taimed 42% mahust, seega kokku on 71%, mis on väga suur osakaal. Kaldaveetaimi tuleks veel lisaks arvestada. Taimede kudedes sisalduv peamise toiteaine, fosfori, kogused muutuvad kasvuperioodil. Need on suurimad sügisel. Kui taimi eemaldada, siis peaks arvestama, et järvest eemaldatav kogus on suurim kasvuperioodi lõpul, kuid arvatavasti on seda keeruline teostada, seepärast arvestasime oma arvutustes keskmiste väärtustega. Verevi järves oli veesiseste taimede P sisaldus 1,5 g/m² kohta. Arvestame sama väärtust ka ujulehtedega taimede jaoks. Nimetatud eeldustel on veesisestes ja ujulehtedega taimedes ca 200 kg fosforit. Seda on palju vähem, kui setetes olevad kogused (vt allapoole).

6 KÖSTRIJÄRVE TERVENDAMISE VÕIMALUSED

Põhimõtteliselt sobivad tervendamiseks (vähemalt hea ökoloogilise seisundi taastamiseks) mitmed meetodid või nende kombinatsioonid.

Arvestama peab, et tegemist on mingil määral juba märgalaga, kus tekivad järvedest erinevad elupaigad. Oluline näiteks suurselgrootute fauna, kelle seas on ka haruldasi liike. See tähendab, et vähemalt osa nende elupaikadest peaks säilitama.

Settest lähtuv enesereostus on ilmne. Oluline raua ja fosfori suhe viimase kasuks. Järelikult peaks setteid kas eemaldama või töötleva. Setteuuringus 2006ndal a. olid sellised ettepanekud: Tervendamiseks tuleks kaaluda erinevaid meetodeid, mida kasutatakse maailma senises praktikas (Cooke et al., 2005; Ott jt. 2005). Meetodite valikul on teatavad kitsendavad piirangud:

1. Kõstrijärv on madal, suurtaimede pealetungiks sobiv veekogu. Nn. ökoloogiliseks piiriks suurtaimede- ja fütoplanktonirikaste järvede vahel loetakse keskmist sügavust 3 m.
2. Nõrk veevahetus (1 kord aastas). Sel puhul on isepuhastusmehhanismid nõrgad, hapnikuvarud väikesed, prevaleerib akumulatsioon ja veemassis toimub vaid vähesel määral toodetud orgaanilise aine lagundamine.
3. Suur aluselisus (viimastel mõõtmistel >220 mg/l). Selle väärtused on iseloomulikud tugevatele, hästi puhverdatud ökosüsteemidele. See loob eelduse, et järv ise suudab toiteainete koormuse vähenedes olukorda kontrollida.
4. Järve kaldajoone liigestatus loob kolm erinevat soppi ja neis on erinevad sette koostised.

6.1 Võimalikud tervendamismeetodid

Kõstrijärve tervendamismeetodite arutelu on viimati tehtud töös 2020. aastal (Action plan...). Seal arutatakse taimede niitmist ja eemaldamist; setete eemaldamist; biomanipulatsiooni ja kompleksmeetodit. Viimase all mõeldakse setete eemaldamist koos taimedega. Kõigi meetodite kohta on esitatud tervendamise head ja halvad küljed ja tööde maksumuste ligikaudsed hinnakirjad. Rõhutame, et seal nimetati RIPLOX meetodit ja PHOSLOCKi (meetodite seletust vt Siseveekogud..., 2020). Tol korral neid ei hinnatud, sest kemikaalide kasutamist tervendamisel peeti vastuvõetamatuks. Nüüd arvestame aga ka nende võimalike tervendamismeetoditega (vt. P 6.2). RIPLOX meetod on lühidalt seletatult kombinatsioon kemikaalide kasutamisest ja denitritiseerivate bakteritele heade keskkonnatingimuste loomisest. Kemikaalidest kasutatakse P

sidumiseks kolmevalentset rauda, pH neutraliseerimiseks lupja ning bakterite aktiveerimiseks kaltsiumnitraati. Denitrititseeerivad bakterid oksüdeerivad pealmise settekihi, mis takistab edasist sekundaarreostust. PHOSLOCK on lantaani ja adsorbendina kasutatava bentoniidi ühend. Lantaan seob fosfori. Bentoniit hoiab ära lantaani mürgise toime veeorganismidele.

Igat meetodit hinnati (Action plan..., 2020) nende komponentide järgi subjektiivses skaalas (1-3). 2020. aastal eelistati kompleksmeetodit (Tabel 4).

Tabel 4. Kõstrijärve tervendamismeetodite valiku hinnangud (tõlgitud aruandest „Action plan..., 2020). ning mõju elustikurühmadele (P1 – suurtaimed; P2 – Suurselgrootud; P3 – kalad). Hinnangu skaala: 0-3

Alternatiivide valik	Valik 1 Sette eemaldamine	Valik 2 Suurtaimede niitmine ja eemaldamine	Valik 3 Bio-manipulatsioon	Valik 4 Kompleksmeetod
Analüüsi kriteeriumid				
(1) Efektiivsus: - kas viib vähemalt heasse kvaliteediklassi? - millises ulatuses parandab seisundit? Summa/keskmine:	P1 Hinnang: 2 P2 Hinnang: 3 P3 Hinnang: 3 8/2,7	P1 Hinnang: 2 P2 Hinnang: 2 P3 Hinnang: 2 6/2	P1 Hinnang: 1 P2 Hinnang: 1 P3 Hinnang: 3 5/1,7	P1 Hinnang: 3 P2 Hinnang: 3 P3 Hinnang: 3 9/3
(2) Soovitu usaldusväärsuse tase	Kõrge 3	Madal 1	Madal 1	Kõrge 3
(3) Kas on mõni ebasoodsa keskkonnamõju võimalikkuse väljendus	Madal 2	Madal 2	Madal 2	Madal 2
(4) Maksumus: - meetme maksumus (rahaline, majanduslik)	Kõrge-mõõdukas 1,5	Madal 3	Madal 3	Sette ja suurtaimede eemaldamine. Kõrge 1,5 Kõrge - mõõdukas

Alternatiivide valik	Valik 1 Sette eemaldamine	Valik 2 Suurtaimede niitmine ja eemaldamine	Valik 3 Bio-manipulatsioon	Valik 4 Kompleksmeetod
Analüüsi kriteeriumid				
(5) Võimalikud teised mõjud (ühiskondlikud, korralduslikud, seadusandluslikud, rahalised piirangud)	Möödukas 1	Madal 2	Madal 2	Möödukas 1
Kas meetodit saab edaspidi arvestada?	Jah	Jah	Jah	Jah
Üldine hinnang summa/keskmine:	15,5/10,2	12/8	11/7,7	15,5/8,5

Taimede niitmine regulaarse tegevusena liigitub korrastamise, mitte tervendamise alla. Kui arvestada ka nt fosfori koguseid vees, taimedes ja setetes, siis olulist efekti ainult taimede niitmine ei anna. Samas suureneks taimede niitmise puhul loodushüvede väärtus, sest vaba veepinda oleks rohkem, vaba kalda-ala rohkem.

Taimede ja reostunud sette eemaldamine kas mingist piirkonnast või kõigi järveosade sügavaimast paigast on oluliselt suurema efektiga võrreldes ainult taimede eemaldamisega. Selliste tööde rakendamisel oleks positiivne tagajärg, kuid kahjuks ei taga ökoloogilise seisundi paranemist täie kindlusega ja pikemaks ajaks. Oluline sellise töö rakendamine liigituks katse-eksituse meetodiks, teisisõnu, raske on seisundit prognoosida.

Reostunud sette eemaldamine koos allesjäänud osa oksüdeerimisega ja/või koagulantide kasutamisega on kõige kindlam viis Kõstrijärve ökoloogilise seisundi parandamiseks. Tööde ajal ja pärast on kogu ökosüsteemi talitus väga palju häiritud, kuid peaks stabiliseeruma mõne aasta jooksul. Kui järve soppidesse jäetakse alles looduslikud alad, mida on nt töötlemise ajal geotekstiiliga eraldatud, siis seda kiiremini hakkab kogu ökosüsteem korrapäraselt talitlema. Selle variandi puhul on suureks miinuseks suur maksumus.

6.2 Tervendamise maksumus

Tööde hinnangulised maksumused on esitatud tabelis Tabel 5. Tööde hinda saab täpsustada tervendamistööde projekti alusel.

Tabel 5. Tervendamistööde hinnangulised maksumused.

Meetod	Selgitus	Ühiku hind	Maksumus, €
Taimede niitmine ja eemaldamine	Järve valikulistes kohtades 10-15% pindalast		10 000
Sette eemaldamine	Eemaldada järve keskosast 3 m sügavuseni	7-12 €/m ³	850 000–1 500 000
Taimede ja setete eemaldamine (kompleksmeetod)			
Biomanipulatsioon	1 röövkala isend 10 m kaldajoone kohta. Lepiskala püük. Vahendid. Prügikala realiseerimine. Tööjõukulu.		65 870
RIPLOXi eel katsed			10 000
RIPLOX	Sõltub eelkatsete tulemustest		
PHOSLOCKi eel katsed			10 000
PHOSLOCK	Sõltub eelkatsete tulemustest		
RIPLOX + Kompleksmeetod	Sõltub eelkatsete tulemustest		

Kui eemaldada setet nii palju, et enamuse järve sügavus oleks 3 m, siis sellel alal on sette maht kokku 116 940 m³, millest vedelat 84 090 m³. Sügavus 3 m arvestab taimede leviku ökoloogilisi piire. Kui see on alla selle, siis võib järves kiiresti jätkuda kinnikasvamine. Järvedes sügavusega üle kolme meetri tekib enamasti tasakaal fütoplanktoni ja suurtaimede vahel, aineringe on efektiivsem ja elupaiku rohkem. Sette eemaldamistööde hind võiks olla vahemikus 7–12 €/m³. Seega kolme meetri järve sügavuse saavutamiseks on maksumuse vahemik 850 000–1 500 000 €. Kuna pealmine kiht settest on väga vedel, siis selle eemaldamine on tehniliselt küllalt keerukas. Oletatavasti võib see nimetatud summa seetõttu suurene da. Vastava kvalifikatsiooni firmad nimetavad ka, et tegu on tööde jaoks väga raske maastikuga, mis suurendab kulutusi. Taimede eemaldamine toimuks koos setete eemaldamisega. Väga oluline on

arvestada taimede rolliga loodusliku olukorra taastamisel. Tervendamisel on üldreegel, et taimi ei tohiks eemaldada rohkem kui 10–15 % järve pindalast. Järv jääks polümiktiliseks ka pärast võimalikku tervendamist. Kui seal on fotosünteesis taimede ülekaal, siis on järv puhtaveelisem, aga kui taimi liialt palju eemaldada, siis võib muutuda fütoplanktoni domineerimisega järveks, mis on kehvema ökoloogilise seisundiga. Eesmärk peaks olema taimede ja fütoplanktoni tasakaalu saavutamine primaarprodukttsioonis.

Järve allesjäänud settest võib ikkagi lisanduda toiteainete koormust. Seepärast oleks mõttekas seda töödelda. RIPLOX meetod on suhteliselt kapriisne. Sette elementaar- ja ühendite koostis peab olema väga hästi teada. Maailmas on näiteid, kus RIPLOX meetod pole õnnestunud. Meie tegime katseid Neitsijärve settega ja seal see põhimõtteliselt töötas, kuid õige kemikaalide vahekorra väljaselgitamine nõudis põhjalikke katseid. Siiski peab enne töötlust läbi viima põhjalikud katsed just Kõstrijärve settega. Katsete maksumus on ca 10 000 €.

On olemas meetodeid, mida pole varasemas sette uuringus nimetatud. Näiteks võiks arutleda Phoslocki meetodi kasutamist. Sel puhul töödeldakse setet vastava ühendiga. PhosLocki peetakse praegu maailmas väga kulukaks meetodiks. 1 g P sidumiseks kulub 100 g Phoslocki. Kõstrijärve settes on 4 mgP/g kuivaine kohta. Kui arvutada nii vees kui settes olev P kogus, siis saaks teada ka kemikaali koguse ja maksumuse. Kõstrijärve vees on võrreldes settes oleva kogusega vähe fosforit. Sette pealmises osas 9 tonni, millest vaid osa on lahustuv. Phoslocki maksumus oli 2019. aastal 125 €/ 25 kg + toote transport tehasest. Kui Phoslocki kasutada, siis tegelikult peaks ka seda enne katsetama (maksumus 10 000 €). Seepärast me siinkohal selle töö maksumust ei esita.

7 VÕIMALIK TEHNILINE LAHENDUS JÄRVE Tervendamiseks

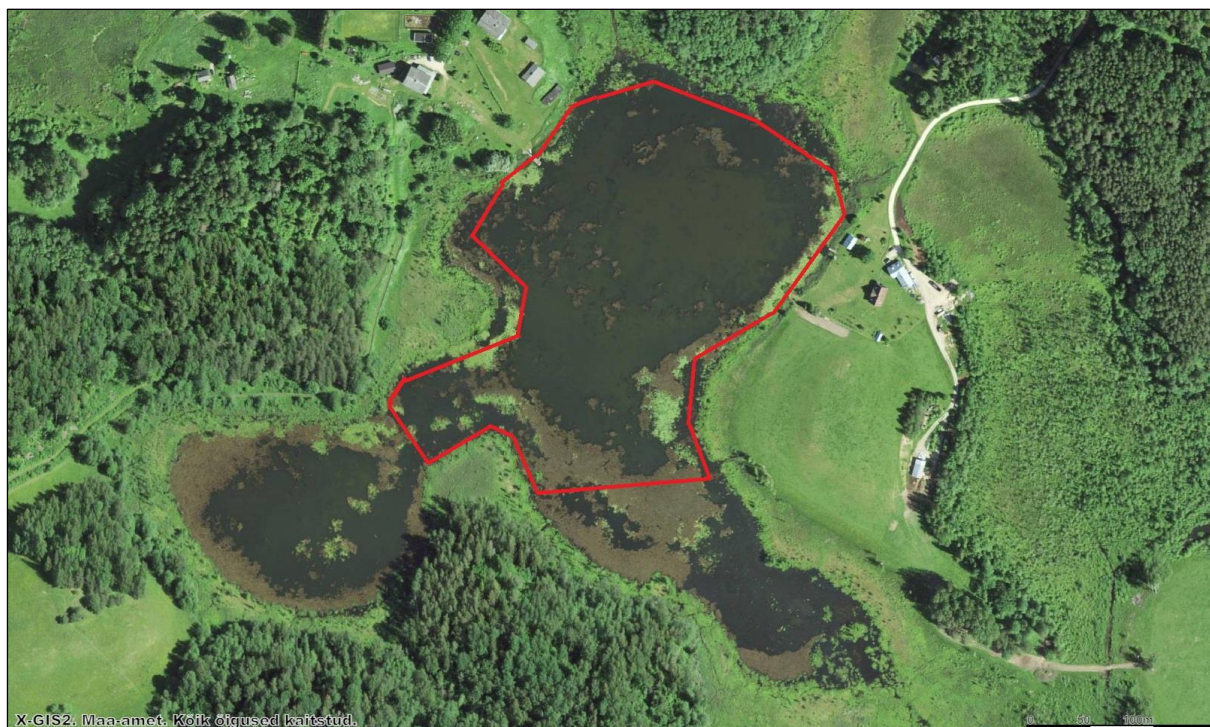
Kõstrijärve heas ökoloogilises seisundis talitlemiseks, kuid ka olemasolevate kaitstavate liikide säilitamiseks on võimalik nn kompromisslahendus. Sel puhul ei tehta tervendamistööd sellisel tasemel, mis igal juhul garanteeriks järve talitlemise vähemalt heas ökoloogilises kvaliteedis aastakümnete jooksul. Sisuliselt tähendab see seda, et setteid eemaldatakse (seisundi) garantiid tagavast kogusest vähem ja järve keskmine sügavus jääb loodetust väiksemaks. Järve tervendamistööde tulemuslikkus (vähemalt hea ökoloogiline seisund aastakümneteks) ei ole täies mahu tagatud.

Järve 3 m sügavuse saavutamiseks peaks puhastama setetest ka taimi täis kasvanud sopid, mis aga hävitaks sealsed märgalalised elupaigad. Pakutavas tervendamisplaanis jätaksime need sopid peaaegu puutumata.

Madalaid väikejärvi võiks jagada fotosünteesis domineerivate elustikurühmade alusel kaheks – fütoplanktoni domineerimisega ja suurtaimede domineerimisega. Väga reostunud järvedes võib olla ka vahepealne variant, st toiteaineid on küllaldaselt mõlemale. Veelgi reostunuma järve puhul ei ole veekogus enam suurtaimi. Selliseid näiteid on teistes riikides, Eestis ei ole. Kõstrijärv on taimede domineerimisega järv. Kui niita või eemaldada taimi liiga palju, siis võib tekkida olukord, kus ökoloogiline seisund ei parane, sest ressursi hakkavad kasutama fütoplankterid. Viimased võivad põhjustada veeõitsenguid ja kõike nendega kaasnevaid nähtusi. See tähendab, et peab leidma tasakaalu taimede ja fütoplanktoni vahel. Selle leidmine on igal järvel eripärane. Üldiselt lähtutakse ettevaatlikust põhimõttest, et taimi ei tohiks eemaldada rohkem kui 10-15% järve pindalast. Kõstrijärv on väga väike, sopid madalad ja taimerikkad. Väiksuse ja sügaval orus paiknemise tõttu ei pääse lainetus oluliselt veesammast ja setteid liigutama. See võib olla üheks põhjuseks, mis lubab arvata, et pärast tervendamist võivad suurtaimed ka Kõstrijärve laias ja sügavas (>3 m) põhjasopis kasvada, kaasaarvatud näiteks samblad ja mändvetikad profundaalis. Need piiravad fütoplanktoni domineerimist. Seega väidame, et üldist taimede eemaldamise lubatava koguse reeglit võib antud juhul muuta.

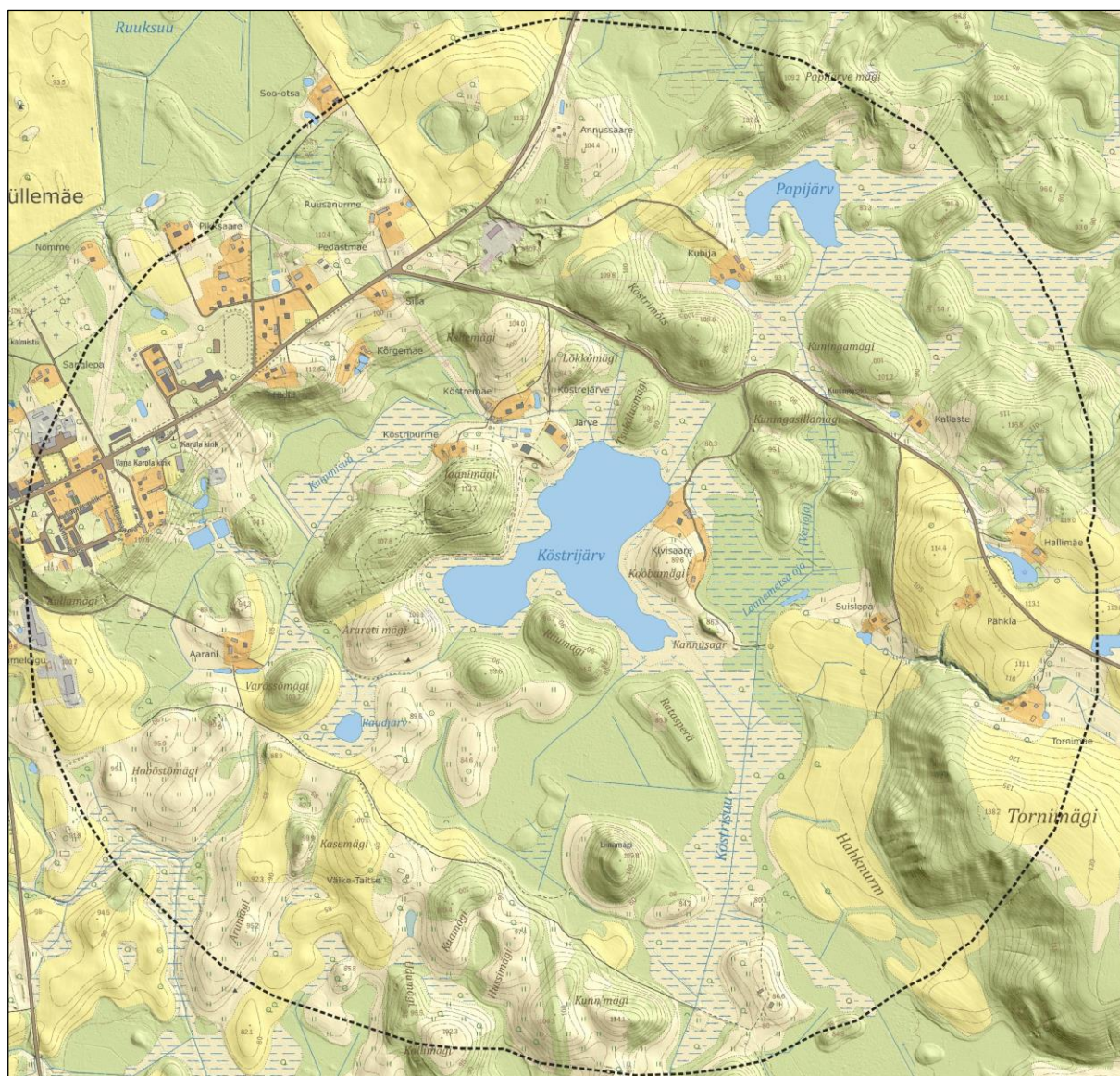
Esitatud tervendamisala skeemil (Joonis 3) on lähtutud põhimõttest, et edela- ja kagusopp jäävad töötlustest välja ja tulevad tööde ajaks muust järve osast eraldada. Edelasopi ja põhjasoppi vaheline kitsam ala peaks olema töötlusala selle põhjendusega, et vesi saaks paremini soppi pääseda. Kagusopp on edelasopist veelgi rohkem kinni kasvanud. Seal peaks puhastama sopi osaliselt. Põhjapoolses järvesopis on lähtutud põhimõttest, et majapidamiste juurest puhastada järv võimalikult kalda lähedalt, kuid

sinna peavad jääma ka suhteliselt laiad taimerikkad alad, nt põhjatipp. Ka siin peab töödeldava ala muust rangelt eraldama.



Joonis 3. Kõstrijärve sette ja taimede eemaldamise võimalik ala (aluskaart: Maa-ameti ortofoto).

Järve ümbruse reljeef (Joonis 4) ja seal leiduvad teised rahvusparki kaitse eesmärgiks olevad elupaigad (Joonis 1 ja Joonis 2) piiravad oluliselt muda käitlemist järve kaldal. Muda käitlemiseks tuleks leida tasase reljeefiga sobilik plats kaugemal, kuhu tuleb sette transportida paakautodega.



Joonis 4. Kõstrijärve kaldast 1 km kaugusele jääva ala reljeef (Maa-ameti reljeefivarjutusega põhikaart).

8 ETTEPANEKUD

Kõstrijärve tervendamine on võimalik ja meetodite valik selleks puhuks on ülalpool toodud. Vaatamata sellele järvele sobivatele meetoditele palume kaaluda järgmisi seisukohti.

1. Järve pindala on alla veekogumi piire (reeglina >50 ha), st on väike.
2. Sellel madalal järvel on varasemate survetegurite mõjul arenenud märgalalised tunnused ja elupaigad. Järve väliskoormus on kahanenud ning vee aluselisus suurenenud, mis on teatavaks tagatiseks looduslikule arengusuunale.
3. Võrreldes paljude teiste problemaatiliste Eesti järvedega on ökosüsteemiteenused kohaliku tähtsusega. Kõstrijärve külastuskoormus ja avalik huvi on väga väike, juurdepääs on piiratud. Võimalikust tervendamisest ökosüsteemiteenuste väärtuste tõus ei ole kooskõlas kulutuste suurusega.
4. Tervendamistööde maksumus kujuneb väga suureks.

Soovitame Kõstrijärv jätta edasisele looduslikule arenguteele.

Kõstrijärv oli S2 tüüpi järvede klassifikatsiooni (hea/kesise piiri) referentsjärveks fütoplanktonile ja suurtaimedele. Klassifikatsiooni parendamine toimub mitmeid meetodeid kasutades, kuid peamine on andmebaasi kasutamine. Enam sobivad üksikud järved fooniveekogudeks (loodusliku seisundiga inim mõjuta järved). Kvaliteedi klassipiiride selgitamiseks on peamiselt kasutuses korrelatsioonid surveteguritega, teiste kvaliteedinäitajatega. Samuti kasutatakse ekspertarvamust. Kõstrijärve märgalalised tunnused vähendavad selle ökosüsteemi näitajate kasutamist S2 tüübi kvaliteedi klassipiiride täpsustamisel.

Järve loodushüvede kasutamisel tekib vajadus piirata suurtaimede levikut. Niitmist võiks lubada teatavatel aegadel ja kohtades. Seejuures on otstarbekas niidetud taimed eemaldada ja ladustada nii, et neist ei valguks laguained tagasi järve. Suurim niitmise vajadus on ida- ja läänekaldal hoonestuse juurest, kust inimesed liiguvad järve äärde ja järvele. Vajadusel võib kitsama ulatusega niidetavaid alasid kujundada ka mujal. Reegel, et taimi ei ole soovitatav niita rohkem, kui 10-15 % pindalast, ei ole ohustatud praegu kohalike poolt tavaks saanud tegevuste korral. Kuna järves on mitmeid kaitstavaid liike, siis niita ei tohi enne mustviirese pesitusperioodi lõppu ning aega, mil mudakonna kullased jõudnud metamorfoosini. Kullased võivad niidetud taimedega koos kaldale sattuda ja hukkuda. Niitmiseks sobilik aeg on augusti teises pooles ja septembris. Kaitsealused suurselgrootud on enam levinud järvesoppides, kus niitmine võib kõne alla tulla väikse pindalaga kohtades. Võimalikud niitmiskohad on kujutatud joonisel (Joonis 5).



Joonis 5. Suurtaimede niitmise võimalikud kohad (valge joonega tähistatud alad) Kõstrijärves (Aluskaart: Maa-ameti ortofoto).

9 VIIDATUD KIRJANDUS

ACTION PLAN. Pressures and impacts on water quality, economical analysis and programme of measures" https://wbwb.eu/wp-content/uploads/2020/03/wbwb_joint-action-plan.pdf

Cooke, G. D., Welch, E. B., Peterson, S. A., Nichols, S. A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Third edition. Taylor & Francis Group. 591 pp.

40 järve seisundi hinnang, meetmed ja soovitused nende kasutamiseks II. Valga ja Viljandi rajooni järved.1989. E. Pihu (koostaja). ETA Zooloogia ja Botaanika Instituut (praegu Eesti Maaülikooli hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool). Eesti kalurikolhooside vabariikliku liiduga sõlmitud lepinguline töö Nr. 245. Käsikiri 425 lk.

Karula Rahvuspargis Kõstrejärve sügavuste ja setete түseduse uuringud, varasema 2003. a. uurimistöö kaasajastamine. 2022. Saavik, M., Must, K. (koostajad). Uurimistöö aruanne. Töö nr TX-0396T-1. Käsikiri. 12 lk.

Keskkonnaportaali. <https://register.keskkonnaportal.ee/register/body-of-water/8378286>

Kõstrejärve setete analüüsi läbiviimine ning järveseisundi parandamise tegevuskava väljatöötamine. 2006. Riikliku Looduskaitsekeskuse Põlva-Valga-Võru regiooniga sõlmitud lepingulise uurimistöö aruanne. Käsikiri. 21 lk.

Loopmann, A. 1994. (Koostaja). Suuremate Eesti järvede morfomeetrilised andmendid ja veevahetus. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Tallinna Botaanikaäed. Tln. 152 lk.

Mõnede Karula Rahvuspargi järvede inventeerimine. 2000. Eesti Põllumajandusülikooli Zooloogia ja Botaanika Instituudi ZBI ja Karula Rahvuspargi vahelise lepingulise töö nr. 17 aruanne. Käsikiri. 29 lk.

Mäemets, A. 1977. Eesti NSV järved ja nende kaitse. Kirjastus „Valgus“. Tln. 264 lk.

Mäemets, H. & L. Freiberg. 2005. Long-term changes of the macrophyte vegetation in strongly stratified hypertrophic Lake Verevi. In: Lake Verevi, Estonia – A highly Stratified Hypertrophic Lake. Developments in Hydrobiology. Springer. pp. 175-184.

Ott, I., Kõiv, T. 1999. Eesti väikejärvede eripära ja muutused. EV Keskkonnaministeeriumi info- ja Tehnokeskus. Eesti Teaduste Akadeemia. Eesti Põllumajandusülikooli Zooloogia ja Botaanika Instituut. Tln. 128 lk.

Ott, I., Pedusaar, T., Järvalt, A. 2005. Järvede tervendamine ja biomanipulatsioon. Rmt.: Ökoloogiline taastamine. ELUS'i aastaraamat 83. kd. 49-72.

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.

Siseveekogud. Õpik kõrgkoolidele. 2020. Ott, I., Timm, H. (Koostajad). Kalanduse Teabekeskus. Sihtasutus Archimedes. Eesti Maaülikool. 359 lk.

Tamre, R. (koostaja). 2006. Eesti järvede nimestik. Looduslikud ja tehisjärved. Keskkonnaministeeriumi info- ja Tehnokeskus. Tln. 145 lk.