

EPMÜ Zooloogia ja Botaanika Instituut
Võrtsjärve Limnoloogiajaam

Mõnede Karula Rahvuspargi järvede inventeerimine

EPMÜ ZBI ja Karula RP vahelise lepingulise töö nr. 17

aruanne

Vastutav täitja
Ph.D. Ingmar Ott

Limnoloogiajaam 2000

Sisukord

Sissejuhatus	3
Materjal ja meetodid	3
Köstrejärv	6
Hüdrokeemia ja –füüsika (järv ja sissevoolud)	6
Sanitaar-mikrobioloogiline hinnang	8
Fütoplanktoni uuringud	8
Suurtaimed	10
Suurselgrootud	12
Koormustaluvus	14
Arenngu prognoos. Ettepanekud majandamiseks	15
Ähijärv	16
Hüdrokeemia ja –füüsika	16
Plankton	17
Suurtaimede andmed ja seisund 1997. a.	18
Koormustaluvus ja majandusettepanekud	21
Rebasejärv	22
Õdrejärv	24
Ettepanekud	26
Kirjandus	27
LISAD	
Algandmete tabelid	

Sissejuhatus

Käesolev aruanne on koostatud Karula Rahvuspargi tellimisel (EPMÜ ZBI leping nr. 17) hindamaks sel alal paiknevaid järvi. Kõikide järvede ülevaatus erinevatest aspektidest on väga töömahukas ja kulukas, seepärast on piiratud limnoloogiajaama andmebaasis sisalduvate varasemate materjalide analüüsiga ja vaid väheste uurimistöödega 2000. a. Koostajad ei pidanud vajalikuks korrata ülevaatlikke avaldatud materjale (Karula Rahvuspargile pühendatud EL erinumber okt. 1998), vaid panid rõhu lähteülesandes sisalduvatele konkreetsetele küsimustele. Aruanne on koostatud lähteülesandes järjestatud punktide alusel.

Materjal ja meetodid

Aruandes on kasutatud Võrtsjärve limnoloogiajaama 2000. a. välitööde (15. V, 15. VI, 19. VI, 6. VII, 26. VII) varasema andmebaasi ja riikliku keskkonnaseire materjale. Tööst võtsid osa järgmised Võrtsjärve limnoloogiajaama töötajad: I. Ott – Ph.D., juhataja, üldkorraldus, limnoloogilise materjali analüüs, aruande koostamine

H. Timm – Ph.D., vanemteadur, zoobentos, aruande koostamine

R. Laugaste – Ph.D., vanemteadur, fütoplankton, suurtaimed, aruande koostamine

H. Mäemets – M.Sc. teadur, suurtaimed, aruande koostamine

H. Tammert – magistrant, bakterplankton, aruande koostamine

K. Ott – vanemlaborant, hüdrokeemia

H. Starast – teadur, hüdrokeemia

A. Lindpere – Ph.D., vanemteadur, hüdrokeemia

A. Rakko – laborant-üliõpilane, fütoplankton

K. Zirk – autojuht

20 TÜ tudengit

Kõstrejärvest koguti planktoni ja veekeemia proovid kahest peamisest sissevoolust ja järve keskosa pinna- ja põhjalähedasest veest. Rebasejärvest koguti proovid järve keskosa vertikaalist. Suurtaimi vaadeldi peaaegu Kõstrejärve ja Rebasejärve koguulatuses. Kõstrejärve põhjaloomastiku (suurselgrootute) proovid võeti järve idaosast 19. juunil 2000.

Fütoplanktoni meetodid

Proovid on kogutud Ruttneri ja van Dorni batomeetriga ja Apsteini võrguga veekogude vertikaalist. Varasem materjal (enne 1995. a.) on analüüsitud nõukogude päritoluga valgusmikroskoobis MBI, hilisem materjal invertmikroskoobiga Hund Wetzlar (Saksamaa). Uuema mikroskoobiga analüüsitud materjal on kontsentreeritud Utermöhli tehnikaga, varasem sedimentatsiooni ja filtreerimismeetodil. Proovid on loendatud 400x suurendusega kuni 400 loendusühikuni. Klorofüllil kolm vormi (a, b, c), karotinoidid ja feopigmentid määrati spektrofotomeetriliselt atsetooni või etanooli ekstraktis ja arvutati Jeffrey & Humphrey (1975) võrrandite järgi.

Hüdrokeemia meetodid

Vee läbipaistvus mõõdeti valge, 30 cm läbimõõduga Secchi kettaga ja väljendati täpsusega 0,1m. Vees lahustunud hapniku kontsentratsiooni ja vee temperatuuri mõõdeti termooksimeetriga. Vee pH määrati elektromeetriliselt. Dikromaatne oksüdeeritavus määrati H_2SO_4 keskkonnas orgaanilise aine oksüdeerimisel $K_2Cr_2O_7$ lahusega (Zhizn'..., 1959). Permanganaatne oksüdeeritavus määrati H_2SO_4 keskkonnas orgaanilise aine oksüdeerimisel $KMnO_4$ lahusega (Zhizn'..., 1959). Määramise viga oli oksüdeeritavuse 0-10 mg O/l korral kuni 0,1 mg O/l, üle 10 mg O/l korral kuni 1 mg O/l. Üldfosfori ja ortofosfaatide sisaldus määrati kolorimeetriliselt askorbiinhappe ja molübdfaat-tartraat-reaktiiviga. Eeskiri põhineb F. Koroleffi meetodil (Reports..., 1977; Grasshoff et al., 1981). Üldfosfori määramiseks proov eelnevalt mineraliseeriti kaaliumperoksodisulfaadiga. Üldlämmastiku ja nitraatiooni sisaldus määrati nitritiks taandatuna (Cu-Cd-kolonnis) kolorimeetriliselt (543 nm) sulfanüülamiidi ja n-(1-naftüül)-etüleendiamiindihüdrokloriidiga. Nitraatioon määrati Grasshoffi (1976) ja üldlämmastik Koroleffi (1982) meetodil. Üldlämmastiku määramiseks proov eelnevalt mineraliseeriti kaaliumperoksodisulfaadiga. Osa proove analüüsiti Hachi meetodil (Hach..., 1994). Ammooniumiooni sisaldus määrati kolorimeetriliselt indofenoolsinisega Koroleffi (1982) meetodil. Osa proove (nõrgalt värvunud) analüüsiti Nessleri meetodil (Hach..., 1994). Üldaluselisus (HCO_3) määrati tiitrimisel soolhappega (Unifitsirovannye..., 1977). Kaltsiumiooni sisaldus määrati tiitrimisel triloon B lahusega mureksiidindikaatori juuresolekul (Fresenko, 1955). Kloriidioon määrati merkurimeetriliselt (Unifitsirovannye..., 1977). Elektrijuhtivust määrati konduktomeetriliselt. Vee orgaaniliste ainete ja mineraalainete sisalduste hindamisel juhinduti H. Simmi (1975) poolt Eesti pinnavete vee keemilise koostise võrdlevaks iseloomustamiseks esitatud piirväärtustest. Kollane aine määrati spektrofotomeetriliselt lainepikkusel 380 nm ja arvutati kasutades Mäekivi ja Arsti meetodit (1995).

Põhjaloomad

Kvantitatiivsed proovid Kõstrejärvest koguti Zabolotski tüüpi põhjaammutiga (iga prooviruut 225 cm^2) kolmest sügavusest: 0,7, 1,8 ja 2,5 m. Igast sügavusest võeti kolm kordust, seega kokku 9 prooviruutu. Põhi oli igal pool mudane. 0,7 m proovis oli tihedalt jõgitakjat, hõredalt vesikuppu ja vesiroosi. 1,8 m proovis oli samuti vesikuppu ja roosi ning kardheina. Proovid sõeluti 0,5 mm sõelal ning sorteeriti laboris elusalt. Loomad fikseeriti 70% etanoolis ja kaaluti torsioonkaaludel. Kahvaproovid koguti vastavalt standardile EN 27828 (1994). Suurselgrootuid püüti nelinurkse standardkahvaga (raami serva pikkus 25 cm, sõelaava läbimõõt 0,5 mm, varre pikkus 1 m) jalaproovide abil. See seisneb jalaga põhjasette segamises vertikaalselt asetatud kahva ees ning järgnevas järsus kahvatõmbes madalal segatud ala kohal. Suurselgrootud ning kahva sattunud muu tahke materjal fikseeritakse kohapeal 96% denatureeritud piirituses; loomad loendatakse ja määratakse laboris. Koguproov koosneb 5 juhuslikult paigutatud jalaproovist, mis võetakse ühelaadilise põhjaga kaldalõigult. Iga jalaproov katab 1 m pikkuse osa ($0,25\text{ m}^2$) järvepõhjast, seega võib neid proove nimetada ka poolkvalitatiivseteks. Kuues proov on kvalitatiivne ning hõlmab ülejäänud põhjatüübid ning elupaigad. Viie samalaadse proovi alusel hinnatakse isendite ja taksonite keskmist arvu pinnaühikul ning

taksonierisust; muude keskkonnaindeksite ning taksonite üldarvu puhul arvestatakse ka kvalitatiivset proovi.

Põhjasubstraadiks oli kahvaproovidel tihe muda taimeosadega ning selle alla jäänud sinna veetud liiv. Läheduses leidis ohtralt taimestikku: jõgitakjaid, pilliroogu, konnarohtu, penikeeli ja vesikuppu. Põhi ja vesi olid sõna otseses mõttes küllastunud ristlemlest. Proovikoha täpsem kirjeldus on lisa 1.

Keskkonnaseisundi hindamiseks arvutati keskmine isendite arv ruutmeetril, taksonite üldarv koos kvalitatiivse prooviga, Shannoni erisusindeks H' (Johnson 1999), ASPT indeks (Armitage et al. 1983, lisa 3), Taani indeks DSFI (Kirkegaard et al. 1998, lisa 4), EPT indeks ehk Ephemeroptera, Plecoptera ja Trichoptera taksonite arv proovis (Lenat 1988) ja Rootsi happelisuusindeks (Johnson 1999, lisa 5). Isendite arvu pinnauhikul ei tule siinjuhul käsitleda absoluutse asustustihedusena: jalaproov ei hõlma kogu settekihti ning arvuline tulemus on kindlasti väiksem kui näiteks põhjaammutiproovis. Jalaproovi eeliseks on hea ujumisvõimega taksonite parem tabamine ammutiproovidega võrreldes.

Proovivõtumeetod loeti ka DSFI arvutamiseks sobivaks, ehkki originaalis on Taani indeksi puhul proovi suurus praegu kasutatust veidi väiksem. Soovitavad kriteeriumid nimetatud parameetritele ja indeksitele on järgmised (tabel 1):

Tabel 1. Mõned kvaliteedikriteeriumid suurselgrootutele magevetes (Johnson 1998 & 1999; Lenat 1988).

Kriteerium	Tähendus	Väga madal	Madal	Keskmine	Kõrge	Väga kõrge
Isendeid/ m ²	üldökoloogiline kvaliteet	<200	200-499	500-1499	1500-2999	≥3000
Taksonite koguarv	"	<15	15-25	26-40	41-45	>45
Shannoni H'	"	<0,97	0,97-1,65	1,65-2,33	2,33-3,00	>3,00
ASPT	"	≤4,5	4,6-5,2	5,3-5,7	5,8-6,4	>6,4
EPT	"	0-11	12-21	22-31	32-41	>41
DSFI	orgaaniline reostus	6-7	5	4	3	1-2
Happelisuus- indeks	hapestumine	>8	7-8	4-6	2-3	1

Shannoni erisuse, ASPT, DSFI ning happelisuusindeksi jaoks on järvede kohta eraldi kriteeriumid (jõgedest erinevad), ülejäänud juhtudel on need välja töötatud vooluvetele ning ei pruugi seisuveses absoluutväärtuselt päris otstarbekohased olla. Tarmo Timm (EPMÜ ZBI) määras väheharjasussid, H. Timm muud loomad.

Suurtaimed

Suurtaimestiku uuringud Ähijärvel toimusid 1997. a., Köstre- ja Rebasejärvel 2000. a., tulemusi võrreldakse varasemate uuringute andmetega. Suurtaimestikku vaadeldi kesksuvel, läbides kummipaadiga Ähi- ja Rebasejärve kogu kaldavööndi. Köstrejärve kinnikasvanud lõunasopp osutus ligipääsmatuks ja Ödre järvel tuli ajapuudusel piirduda ca poole litoraali uuringuga. Veesisese taimestiku ja liikide sügavuspiiride väljaselgitamisel kasutati taimekonksu.

Bakterplankton

Mikrobioloogilisi vaatlusi tehti Köstrejärve keskosast ja kahest sissevoolust 19. juunil 2000. a. Määrati 3 näitajat:

Bakterite üldarv (BÜA)- näitab bakterite koguarvu vee mahuühikus ning iseloomustab veekogu troofsuse taset. BÜA määrati otsesel loendamisel epiflorestentsmikroskoobiga (Leica) 1000 x suurendusel isopoorfiltritel pooride läbimõõduga 0,22 µm. Rakud värviti nukleiinhappest DAPI'ga

Saprobakterite arvukus - leiti standardmeetodi agaril (SMA) kasvatatud kolooniate loendamisel 7. päeval.

Biokeemiline hapnikutarve (BHT₇)- 1 mõõdeti orgaanilise aine lagunemisel neeldunud hapniku hulk 7 päeva jooksul.

Toome siinkohal mikrobioloogiliste näitajate klassifikatsiooni (**tabel 2**).

Tabel 2. Bakterite üldarvu ja SMA-l kasvavate saprobakterite arvukuse hindamise skaala.

hinnang	BÜA 10 ⁶ rakku ml ⁻¹	Saprobakterid rakku ml ⁻¹ SMA
madal	<3	<400
keskmine	3-6	400-1200
kõrge	6-12	1200-3200
väga kõrge	>12	<3200

Köstrejärv

Hüdrokeemia ja –füüsika (järv ja sissevoolud).

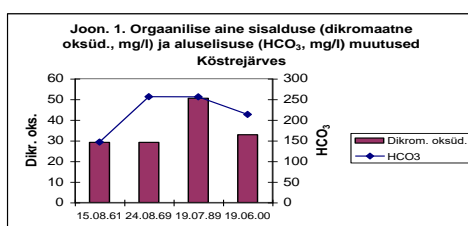
Köstrejärv on madalaveeline suurtaimi täis kasvanud segatoiteline veekogu. Veekogu pindala on 10,4 ha, maksimaalne sügavus 4,4 m, keskmine 3,3 m, veevahetus on 1 kord aastas. Mõnede abiootiliste näitajate väärtused on **tabelis 3**.

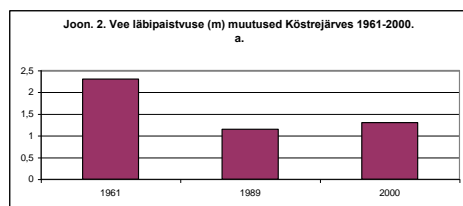
Tabel 3. Kõstrejärve abiootiliste näitajate keskmised 1956-2000.

Näitaja	Keskmine	Eesti järvede keskmine 1951-2000
Vee läbipaistvus (m)	1,48	1,91
Vee värvus (0-10)	6,33	6,4
pH	7,84	7,48
Dikromaatne oksüdeeritavus (mg/l)	40,2	36,2
Permanganaatne oksüdeeritavus (mg/l)	15,2	14
Aluselisis (HCO ₃ mg/l)	222	132
Üldlämmastik (mg/l)	1,39	1,4
Üldfosfor (mg/l)	0,078	0,094
Kloriidid (mg/l)	8,3	

Eesti järvede keskmisega võrreldes on Kõstrejärv tunduvalt kalgima veega, vee läbipaistvus on väiksem, seevastu orgaanilise aine sisaldus omakorda suurem. Peamiste biogeenide sisaldused on enamvähem sarnaste väärtustega. Nende andmete alusel võib järeldada, et Kõstrejärve ökosüsteem on suhteliselt tugev ja muutustele vastupidav. Sellele annab aluse väga kare vesi, veekogu madalus (lainete aereeriv toime). Ökosüsteemi vastupidavust aga nõrgestab suhteliselt vähene veevahetus (1 kord aastas). Eesti järvede ökosüsteemide tugevust suurendab teinekord suur huumusainete sisaldus. Kõstrejärves ongi orgaanilise aine väärtus suur, kuid arvestades punktireostuskoormust võib oletada, et tegemist pole huumusainetega. Pigem on see bioloogiliselt kergesti lagunev fraktsioon, millele viitab ka suhteliselt väike kollase aine väärtus (10-13 mg/l) 2000. a. Segatoitelistes järvedes on see tavaliselt 15-25 mg/l. Seepärast on huumusainete puhversüsteem Kõstrejärves nõrk.

Mõned abiootiliste näitajate muutused on toodud **joonistel 1 ja 2**. Nende andmete alusel on täheldatav eutrofeerumine ja orgaanilise aine oluline lisandumine, sellega kaasneb vee läbipaistvuse vähenemine.





Sanitaar-mikrobioloogiline hinnang.

Bakterite üldarv oli kõikides proovipunktides keskmisel tasemel (tabel 4). Arvukus oli suurem järve keskelt võetud pinna ja põhjavees (vastavalt 5,13 ja 4,57 10^6 rakku ml^{-1}), kus aga saprobakterite arv jäi madalale tasemele. Suurim saprobakterite arvukus määrati esimeses sissevoolus (1108 rakku ml^{-1}), mis jääb küll keskmisele tasemele, kuid on lähedal kõrgele arvukusele. Teise sissevoolu saprobakterite arvukus oli samuti kõrgem avavees. Biokeemilise hapnikutarbe väärtused olid eutroofsete järvede tasemel. Suurim oli hapnikutarbe esimeses sissevoolus (4,55 $mg O_2 l^{-1}$).

Mikrobioloogiliste andmete alusel on Kõstrejärv eutroofne. Suur saprobakterite arvukus ja biokeemiline hapnikutarbe lubavad väita, et just esimese sissevoolu kaudu tuleb järve bakteritele kergesti kättesaadavat orgaanilist ainet. Väiksema osa annab teine sissevool, kus on samuti rohkem saprobaktereid kui avavees.

Tabel 4. Kõstrejärve bakterite üldarv (BÜA), standardmeetodi agaril (SMA) kasvavate saprobakterite arvukus ja BHT₇.

Järv	Kuupäev	Proovipunkt	BÜA 10^6 rakku ml^{-1}	Saprobakterid rakku ml^{-1}	BHT ₇ $mg O_2 l^{-1}$
Kõstre	19.06.00	pind	5,13	190	3,05
		põhi	4,57	262	
		sissevool 1	4,00	1108	4,55
		sissevool 2	3,13	480	3,4

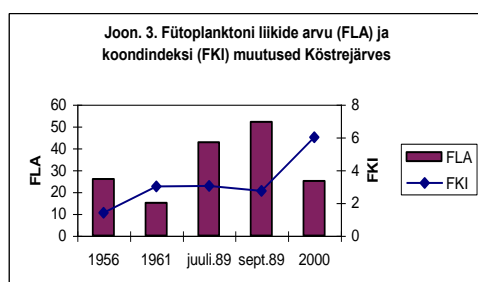
Fütoplanktoni uuringud (liigiline koosseis, biomass, pigmentide sisaldus).

Fütoplanktoni proovid koguti 19. juunil 00. Liigiline koosseis määrati veekogu pinnaveest ja põhjalähedast kihist. Liigiline koosseis ja rühmade vahetused erinevad oluliselt Eesti planktonjärvedest meenutades osaliselt tiigi, osaliselt suurtaimederikkaid reostunud veekogusid. Arvukuselt domineerisid rohevetikad (tabel 5), aga biomassilt lisaks neile ka neelvetikad ja vaguviburvetikad. Eesti järvede suvises planktonis iseloomulikud sini- ja ränivetikad olid esindatud tagasihoidlikult. Biomass oli tagasihoidlik, liigierisus keskmine, liikide arv suhteliselt väike. Suure väärtusega oli fütoplanktoni koondindeks (Ott, Laugaste, 1996), mis iseloomustab ökoloogilist seisundit. Selle väärtus 5-7 vastab eutroofsete järvede ökoloogilisele seisundile.

Tabel 5. Fütoplanktoni proovide tulemused 19. VI 2000. a.

Näitaja	Pinnaproov	Põhjaproov
Arvukus (10^6 loendusühikut/m^3)		
Sinivetikad	85	188
Ränivetikad	17	0
Rohevetikad	5746	8883
Koldvetikad	169	94
Neelvetikad	442	282
Vaguviburvetikad	17	188
Biomass (g/m^3)		
Sinivetikad	0,07	0,19
Ränivetikad	0,03	0
Rohevetikad	0,9	1,68
Koldvetikad	0,03	0,02
Neelvetikad	0,55	0,21
Vaguviburvetikad	0,14	1,64
Kogubiomass (g/m^3)	2	4,68
Klorofüll a (mg/m^3)	7	11,5
Liikide arv	24	26
Shannoni liigierisus	3,24	2,66
Koondindeks	6	6

Muutusi fütoplanktonis saame jälgida alates 1956. a. suvest (joon. 3). Hulga muutused pole selle ajaga võrreldes olulised, küll aga koosseisu muutused. Planktonjärve iseloomulik kooslus on asendunud tiigiilmelisega. Lisandunud on olulisel määral kergesti laguneva orgaanilise aine juuresolekul kasvavaid vetikaid. Viimasel uuritud aastal tõstab koondindeksi väärtust varem mitmekesiselt esinenud koldvetikate arvu kahanemine. Kuivõrd peamised esmasprodutsendid on Köstrejärves suurtaimed, siis



pole taimse hõljumi kogused Kõstrejärves suured ja vee õitsemist pole karta. Küll aga saab fütoplanktoni kui indikaatori alusel hinnata veekogu seisundit. See on viimase 44. a. jooksul oluliselt halvenenud.

Suurtaimed (liigid, katvus).

Kõstrejärve suurtaimestikku on varem uurinud Aime Mäemets aastail 1961, 1976 ja 1989 (aruanne 1989). 2000. a. käisid järvel H. Mäemets ja L. Prost. Kogu meile teadaoleva aja vältel on Kõstrejärv olnud väga taimederikas, kuid seejuures on toimunud suuri muutusi liikide vahekorras (tabel 6). Üldse on järvest leitud 38 suurtaimede taksonit, neist oli viimasel külastusel esindatud 27. Väikest vesiroosi võib leida kuni 2,6 m sügavusest veest, kardheina sügavuspiir paistab olevat 2 m juures. Taimedeta on järve sügavama osa mõningad piirkonnad ja paljast mudapõhja leidub veidi ka edelaosas. Kuna enne uurimistöid oli Kõstrejärve ujula ja tundub, et ka uute elamute piirkonnas taimedest puhastatud, oli katvust üsna raske hinnata. Võrreldes praegust pilti A. Mäemetsa 1989. a. taimekaartidega, tundub katvus olevat sama, ca 9/10 järve pinnast või isegi väiksem. Kaldaveetaimestiku osas on märgatav eutroofse õõtsiku juurdekasv, kuid reljeefist tingituna pole selle pindala kuigi suur. Ujulehtedega taimestik on olnud märkimisväärselt stabiilne; kogu aeg on väga rikkalikult olnud väikest vesiroosi, palju ka kollast vesikuppu ja ujuvat penikeelt. Ujutaimi ilmus suuremal hulgal 1970ndail aastail, mil järve reostamine oli arvatavasti tugevaim. Praegugi on väga palju ristlemmelt, mis osutab Kõstrejärve hüpertroofsele. Kõige enam on muutunud veesisene taimestik, milles eriti silma torkab varem domineeriva ja veel 10 aastat tagasi rohkearvulise rabeda mändvetika hulga langus. Praegu leidub üksikuid mändvetikaid vaid allikalises edelasopis, võib-olla ka kinnikasvavas kagusopis, kuhu kummipaadiga on juba väga raske sisse pääseda. Keskosas leiti põhjast ka samblajäänuseid 1,5 m sügavuselt - peale 1961. aastat pole neile ilmselt leidma juhtunud, kuigi samblad on veel suhteliselt hiljuti järves vähesel määral kasvanud. 1976. aastal olid Kõstrejärves sagedased ogaterav, lapik ja pikk penikeel, mille arvukus vähenes 1989. aastaks. Praegu leidub ainult esimest kaht liiki üksikute taimedena, peamiselt edelasopis. Domineerib varemgi rohke räni-kardhein, vähenenud on 1961. ja 1976. a. massilise vesikarika kasvualad. Mändvetikate vähenenud vitaalsus oli täheldatav juba 1989. a., mil A. Mäemets oletas, et makrofüütidele optimaalsed tingimused – tasakaal makrofüütide ja biogeenide koormuse vahel – on ületatud ja alanud suurtaimestiku järkjärguline taandumine sügavamatest järveosadest, kus valgus- ja gaasirežiim on eriti halvad. Aastal 2000 on need tendentsid veelgi süvenenud. Vesikarika ohtruse vähenemine ja pika penikeele kadumine võivad osalt olla tingitud ka teatavaist muutustest vee orgaaniliste ainete sisalduses. Eriti vesikarika ohtruse muutumises on analoogiat Kukemäe järve taimestikuga Otepääl, kus see liik oli massiline reostuse kõrgajal. Kõstrejärv on jõudnud Neitsijärvele sarnasesse staadiumi, kus veesisene taimestik on esindatud peamiselt nõrgalt kinnitunud kardheina ja vesikarikaga ning elodeiide leidub üsna vähe. Otsustades mändvetikate allakäigu järgi, on olukord isegi halvem

kui Neitsijärves. Seejuures tuleb märkida, et Köstrejärves veel hiljuti massiline *Chara fragilis* on üks väheseid mändvetikalikke, mida on leitud ka üsna reostatud veekogudest. Mändvetikaliste jaoks pole üldiselt soodus vee fosfaadisisaldus üle 0,02 mg/l (Krause, 1981).

Tabel 6. Köstrejärve suurtaimestiku koosseis ja liikide ohtrused erinevail aegadel (viiepallisüsteemis)

Liik	1961	1976	1989	2000
KALDAVEETAIMED				
<i>Phragmites australis</i> harilik pilliroog	2	2	2	2
<i>Schoenoplectus lacustris</i> järvkaisel	2	2	2	2
<i>Equisetum fluviatile</i> konnaosi	1	1		1
<i>Typha latifolia</i> laialehine hundinui	2	3	3	3
<i>T. angustifolia</i> ahtalehine hundinui		1?		
<i>Carex pseudocyperus</i> kraavtarn		2	1	1
<i>C. rostrata</i> pudeltarn			1	
<i>C. echinata</i> tähttarn				3
<i>Carex spp.</i> tarnad	2	2	2	2
<i>Sparganium erectum</i> haruline jõgitakjas		3	2	1
<i>Alisma plantago-aquatica</i> harilik konnarohi			1	2
<i>Eleocharis palustris</i> soolass			1	2
<i>Eleocharis sp.</i> alss				1
<i>Cicuta virosa</i> mürkputk			2	1
<i>Comarum palustre</i> soopihl		2		
<i>Calla palustris</i> soovõhk	1	2	1	2
<i>Thelypteris palustris</i> harilik soosõnajalg		4	4	4
<i>Acorus calamus</i> harilik kalmus	1	2	1	
<i>Ranunculus lingua</i> suur tulikas	1			
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i> ussilill		1	1	
<i>Cardamine sp.</i> jürlill				1
<i>Lycopus europaeus</i> harilik parkhein		1		
UJULEHTEDEGA JA UJUTAIMED				
<i>Nymphaea candida</i> väike vesiroos	4	4	4	4
<i>Nuphar luteum</i> kollane vesikupp	4	4	4	3
<i>Potamogeton natans</i> ujuv penikeel	3	3	3	
<i>Sparganium emersum</i> liht-jõgitakjas	3	3	2	2
<i>Lemna trisulca</i> ristlemmel		3	3	4
<i>L. minor</i> väike lemmel			2	
<i>Spirodela polyrrhiza</i> hulgajuurine vesilääts	1		2	2
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> konnakilbukas	1	2	3	3
VEESISESED TAIMED				
<i>Stratiotes aloides</i> vesikarikas	5	5	4	3
<i>Chara fragilis</i> rabe mändvetikas	4	4	4	1
<i>Potamogeton compressus</i> lapik penikeel	3	3	2	1
<i>P. praelongus</i> pikk penikeel	2	3	1	
<i>P. perfoliatus</i> kaelus-penikeel	?	1	1	

<i>P. friesii</i> ogaterav penikeel		3	2	2
<i>Elodea canadensis</i> kanada vesikatk	2	3	2	2
<i>Ceratophyllum demersum</i> räni-kardhein	3	4	5	4
<i>Utricularia vulgaris</i> harilik vesihernes	3		1	
Bryidae pärislehtsamblad	1			

Suurselgrootud (liigid, arvukus, biomass, kalda-ala makroselgrootud).

Taksonoomiline koosseis

Arvestades senist uurituse taset ja praegust seisut, on Eesti järvede põhjaloomade puhul otstarbekas kasutada kvantitatiivsete ja poolkvalitatiivsete proovide puhul erinevaid taksonite arvu skaalasid. Ammutiproove on varasematel aastatel võetud arvukalt, kuid liikide nimekirja pikkus sõltub sellest, kas mingit konkreetset rühma on liigini määratud või mitte. Seepärast saab eri järvede ja aegade ammutiproovide võrdlemise puhul lähtuda peamiselt palja silmaga eristatavatest rühmadest, keda on alati võimalik eristada (neid on umbes 30). Kahvaproove on esialgu võetud vähe, nende puhul lähtuti Rootsi monitooringueeskirja (Johnson 1999) liikide nimestikust. Kokku leiti Kõstrejärvest 62 taksonit suurselgrootuid. Ammutiproovidest eristati 16 ja kahvaproovidest 59 taksonit. Kattuvaid (mõlemat tüüpi proovides esinevaid) taksonid oli 13, seega esines enamik ammutiproovide liikidest ka kahvaproovides. Ainult ammutiproovides esinesid mudatupp *Tubifex tubifex*, pisikaan *Helobdella stagnalis* ning punasilm-liidrik *Erythromma najas*. Arvuliselt kõige rohkem oli tigude (12) ja mardikaliste (11) liike. Enamik leitud liikidest on iseloomulikud taimestikurikastele rohketoitelistele järvedele. Esinesid ka "Eesti Punase Raamatu" (1998) liigid: teod *Anisus vorticulus* (3. kategooria), *Bithynia leachii* ja *Myxas glutinosa* (4. kategooria); ehimestiivaline *Leptocerus tineiformis* (3. kategooria), mardikas *Graphoderus cinereus* (4. kategooria). Ujuri *Cybister lateralimarginalis* vastse leid on selle liigi esmatabamine Eestis (Baltimaades teada ainult Lätist (Nilsson & Holmen 1995).

Põhjaloomastiku hulk ja selle ajaline muutus

Varem on Kõstrejärve põhjaloomastikku uuritud ammutiga 17. juulil 1989 (tabel 7). Vaatamata väikesele erinevusele proovisügavuste vahel, on eri aastate andmed hästi võrreldavad.

Tabel 7. Kõstrejärve põhjaloomastiku taksonite arv ja hulk 1989. ning 2000. a. suvel.

* - palja silmaga määratavad taksonid

Tunnus	1989	2000
Taksonite arv*		
madal taimestikuala	14	13
sügav taimestikuala	7	11
taimedeta mudapõhi	4	3
Üldarvukus (ind./m²)		
madal taimestikuala	6030	1599
sügav taimestikuala	2044	1200
taimedeta mudapõhi	3600	178
Keskmiselt	3891	992

Üldbiomass**(märgkaal, g/ m²)**

madal taimestikuala	29,3	18,5
sügav taimestikuala	3,4	15,6
taimedeta mudapõhi	6,5	0,9
Keskmiselt	13,1	11,7

Taksoneid oli 2000. a. natuke rohkem kui 1989. a., kuid vahe polnud suur. Arvukus oli 1989. a. oluliselt (ANOVA $p=0.0088$ logaritmitud andmetega) kõrgem kui 2000. a., seda peamiselt surusääsklaste (Chironomidae) habesääsklaste (Ceratopogonidae) ja väheharjasusside (Oligochaeta) arvel. Mõlemad proovid võeti suvel; teoreetiliselt võinuks 2000. a. tulemus isegi kõrgem olla, sest oli umbes kuu aega varasem kui 1989. a. Arvukuse miinimum on tavaliselt kesk- või hilissuvel. Arvukuste erinevuse põhjus pole selge, kuid seda ei maksaks ka üle tähtsustada, sest mitmekordsed arvukuse muutused on põhjaloomade puhul tavalised. Pealegi pole teada, mis toimus vahepealsetel aastatel.

Biomass oli 1989. ja 2000. a. umbes sama (vahe statistiliselt ebaoluline).

Õ. Tõlbi klassifikatsiooni kohaselt ("Eesti järved", 1968) oli põhjaloomastiku keskmine arvukus Kõstrejärves madal (1989. a. aga kõrge), keskmine biomass nii 1989. kui 2000. a. kõrge (seda põhjustas taimestiku ohter esinemine).

Suurematest loomarühmadest domineerisid Kõstrejärves arvukuselt surusääsklased (Chironomidae), vesikakand (*Asellus aquaticus*) ning järve-klaasiksääsk (*Chaoborus flavicans*). Kõrgeima biomassi andsid taimestikus kaunid ja kiililised, sügavamal klaasiksääsed.

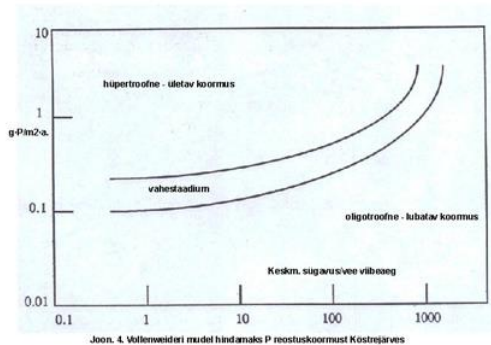
Järve seisund põhjaloomastiku alusel

Isendite keskmine arv ruutmeetril kahvaproovides oli tabeli 7 kohaselt madal, arvukaim loom oli vesikakand (*Asellus aquaticus*). Taksonite koguarv oli väga kõrge, taksonierisus kõrge. Üldökoloogiline kvaliteet ASPT järgi oli madal, EPT järgi väga madal. Orgaanilise reostuse tase DSFI järgi oli kõrge. Happelisustase järves oli põhjaloomade järgi väga madal. Võrreldes 2000. a. kevadel Limnoloogiajaama uurimisgrupi korralise seire käigus sama meetodi järgi uuritud 8 suhteliselt heas seisus ja kõvapõhjalise järvega, oli Kõstrejärves kõrgeim arvukus ja taksonite üldarv ning madalaim happesustase. Üldökoloogiline kvaliteet ASPT järgi oli madalaim, EPT järgi üks madalamatest. Orgaaniline reostustase DSFI järgi oli kõrgeim. Erisus oli tänu paljudele taksonitele keskmine. Praegu on EN 27828 järgi Eestis veel vähe proove võetud, kuid isegi need tulemused võimaldavad Kõstrejärve kui toitainet- ja suurtaimerikast veekogu teistest samal viisil uuritud järvedest hästi eristada.

Koormustaluvus

Kasutadaolevate andmete alusel arvutati Kõstrejärve koormustaluvus Vollenweideri mudeli alusel. Kuivõrd vooluhulgad on arvutatud veeloa alusel, siis võivad tegelikud väärtused neist oluliselt erineda. P arvutuslik koormus on $0,19 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$. Vollenweideri

mudel (joon. 4) arvestab vee viibeaga ja järve keskmist sügavust koormustaluvuse leidmisel. Selliste pealiskaudsete andmete alusel on P koormus Kõstrejärves lubatava ja lubamatu piiril. Kui arvestada juurde ka teisi koormusallikaid (hajureostus, koormus teistest sissevooludest, atmosfäär), siis võib oletada, et praegune P sissekanne on Kõstrejärvele liiast.



Arengu prognoos. Ettepanekud majandamiseks.

Kõstrejärvest on kujunenud reostunud makrofüüdijärv. Selliste veekogude maastumine on looduslikuga võrreldes oluliselt kiirenenud. 1999. a. Lüllemäe biopuhasti veeloa ja ainete koguste andmete alusel arvatud Vollenweideri mudel ei näita järve reostuse suurenemist praegusel ajal. Kuivõrd pole tehtud vastavaid vajalikke välitõid (vee- ja ainete bilanss), siis ei ole võimalik väga täpselt hinnata olukorda. Üheaastased andmed võivad anda ka vale ettekujutuse pikema perioodi kohta. Oluline oleks teada setetes sisalduvat biogeenide varu. Vastavaid töid ei ole tehtud. Arvestades Kõstrejärve sügavust (maksimaalne 4,3 ja keskmine 3,3 m) peaks olema kõige otstarbekam võimaluse korral püüda jätta ainete koormus Lüllemäe asundusest samale tasemele ja puhastada veekogu suurtaimedest. Kui saavutada järve sügavuseks 3 m, siis peaks seisund paranema ja suurtaimede pealetung pole intensiivne. Selliste tööde ettevõtmiseks soovitame siiski koostada korralik põhjakaart ja analüüsida setete biogeenidesisaldust, samuti teha katseid määramaks sekundaarreostust.

Kõstrejärve külastuse ajal oli veetase suhteliselt kõrge, mille peamiseks põhjuseks on ilmselt kobraste elutegevus vooluveekogudel. Neid uurides me ei leidnud värskeid tegutsemisi jälgi ja arvame, et sel aastal kobraste mõju kas taandub või on minimaalne. Limnoloogilise seisundi aspektist on kobraste tegevus väljavoolul enamikel juhtudel isegi tervitatav, sest tõstetakse järve veetaset ja sellega toimub vees lahustunud toiteelementide lahjendusefekt. Reeglina veekogu seisund sellest paraneb. Neil juhtudel, kus kallastelt uhutakse aga biogeenide juurde, olukord siiski halveneb. Olukord halveneb ka siis kui ujutatakse üle ulatuslik suurtaimedega kaetud ala, mis lagunemisel tarvitab hapnikku ja reostab veekogu. Ajutine üleujutus võib olla teinekord väga positiivne. Kui see toimub kevadel, võivad röövkalad saada paremad tingimused kudemiseks. Röövkalade hulga lisandumine veekokku aga parandab toiduahela ülalt alla kontrolli abil veekogu üldist ökoloogilist seisundit. Seda on ka Eesti järvedes mitmel korral olnud märgata (Uljaste, Harku).

Suurtaimestiku ohtruse tõttu pole vee õitsemisi. Arvatavasti peamiselt Lüllemäe biotiikidest lähtunud reostus avaldab mõju veel pikka aega. Tõenäoselt pole kogu järve täielikuks taimedest puhastamiseks piisavalt raha. Sügavama osa ja kahe supelranna tühjendamine taimedest (ja mudast?) muudaks ilmselt järve kuju, lõunaots

soostuks-maastuks edasi. Pisut sügavam ja allikaline edelaosa säiliks ilmselt veel mõnda aega. Kaheldav on võimalus muuta Kõstrejärv pikemaks ajaks fütoplanktonijärveks, selleks on ta liiga madal ja sopiline ning võib-olla ka liiga kareda veega. Litoraalliliikide säilitamisel tuleks puhastada järve kardheinast, ujulehtedega taimedest ja vedelast mudakihist umbes alates ühe meetri sügavusest keskosa poole, sellest madalamale jääks materjali piisavalt. Niisugune käitlemine puhul võib oodata uut vesikarikarohkust, sest ta kasvab praegu just kalda lähedal, huumusaineterohketes õõtsikuveertes, mille mõju järvele suureneks sügavama osa puhastamisel. Teine küsitavus on väikese vesiroosi staatus peale puhastamist - see liik võiks kaunistada järve ka tulevikus, kuid millisel hulgal? Igatahes tuleks enne keskosa kallale asumist arvestada orgaaniliste ainete sisalduse tõusuga vees, veevahetus on nõrk ja turbamudaga alad juba omajagu. Tugev allikate osa järve toites ja väga kare vesi ilmselt tasakaalustavad õõtsikualade mõju. Praegusel kujul on Kõstrejärv taimede osas tähelepanuväärne vaid väikese vesiroosi püsiva ja jõulise asurkonna poolest.

Soovitame Kõstrejärve edasiseks majandamiseks:

1. Mitte lubada suurendada biogeenide sissekannet 1999. a. võrreldes.
2. Kaardistada veekogu põhi.
3. Hinnata setete tüsedust ja kvaliteeti.
4. Sõltuvalt eelpoolnimetatud tööde tulemustest otsustada kas puhastada järve keskosa suurtaimedest (ujuv seadeldis "WaterMaster").
5. Kujundada kaldaäärsesse tsooni taimestikualad säilitamiseks looduslikku mitmekesisust (vt. suurselgrootute "Punasesse raamatusse" kantud ja suurtaimede liigid).

Ähijärv

Hüdrokeemia ja -füüsika, puhverduisvõime.

Ähijärv kuulub nn. heade eutroofsete järvede hulka, see tähendab, et ta on mõõdukalt eutroofne, kareda vee ja hea hapnikurežiimiga. Vee reaktsioon on nõrgalt kuni mõõdukalt aluseline (tabel 8). Nii mineraalsete kui orgaaniliste ainete sisaldus on keskmine, biogeenide (N ja P) sisaldus vastab mõõdukale eutroofsusele või isegi mesotroofsusele. Vee läbipaistvus suvel, planktoni arengu kõrgajal on tavaliselt 2-3 m, mis on samuti keskmine või eutroofse järve jaoks isegi üle keskmise näitaja. Eesti järvede keskmistega võrreldes on Ähijärv karedama, puhtama veega, kus biogeene ja orgaanilisi aineid vähem.

Tabel 8. Ähijärve mõnede abiootiliste näitajate keskmised väärtused

Näitaja	Keskmine	Eesti järvede keskmine 1951-2000
Vee läbipaistvus (m)	2	1,91
pH		7,48
Permanganaatne oksüdeeritavus (mg/l)	9,6	14
Dikromaatne oksüdeeritavus (mg/l)	27,7	36,2
Aluselisus (HCO ₃ mg/l)	152,9	132
Üldlämmastik (mg/l)	0,64	1,4

Üldfosfor (mg/l)	0,022	0,094
Sulfaadid (mg/l)	19,1	
Kloriidid (mg/l)	4,1	
Elektrijuhtivus (µS/cm)	273	

Saame hinnata ka Ähijärve puhverduisvõimet ehk teisisõnu vastupanuvõimet eutrofeerivatele teguritele. Selleks kasutame valemit (Ott, 1994):

$$Pu = (\ln PIND * Sveevahet * HCO_3; * DIKR / 1000, kus$$

lnPIND - naturaalloaritm järve pindalast (ha)

Sveevahet - aastane veevahetus subjektiivses skaalas

< 0,5 korda	- 1
0,5-2	- 2
2-4	- 4
4-10	- 4
>10	- 5

HCO₃; - üldaluselisus (mg/l)

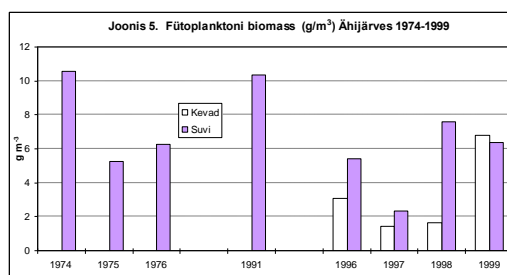
DIKR - dikromaadne oksüdeeritavus (mg/l)

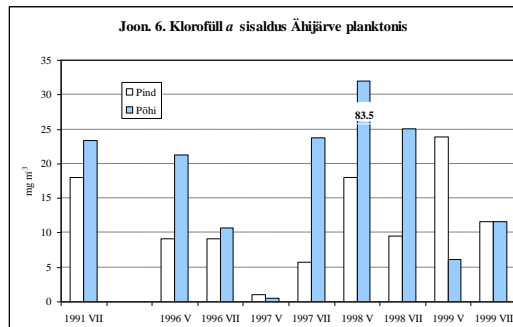
Selle valemi alusel on Ähijärve Pu 21,3, mis on väiksem tema limnoloogilise tüübi (kalgiveeline eutroofne) väärtusest (50). Väiksema väärtuse peamiseks põhjuseks on nõrk veevahetus. Seepärast peab seda aspekti järve majandamisel silmas pidama.

Olemasolevate andmete alusel on limnoloogiliste näitajate aastakümnete keskmised olnud üsna sarnased ja me ei saa rääkida olulistest muutustest (vt. tabel **lisas**), täheldatav on üksnes nõrk eutrofeerumine.

Plankton

Fütoplanktoni biomass ja klorofüllisisaldus (**joon. 5 ja 6**) on mõõdukalt eutroofsel tasemel. Domineerivad suhteliselt suuremõõtmelised sini- ja ränivetikad. Liigiline koosseis on iseloomulik tüüpilisele eutroofsele järvele. Tähelepanu väärib, et Ähijärv on Eesti väikejärvede hulgas üks liigirikkamaid: suvises avavee loendusproovis esineb umbes 80-100 vetikaliiki, kuna eutroofsetes keskmiselt on 40-60 liiki. Ähijärve kõiki ökotoope pole uuritud, kuid arvatavasti võib järves kokku leida pooltuhande liigi ümber.





Kui vaadelda kolme tähtsamat planktoni komponenti (bakterid, füto- ja zooplankton), paistavad silma küll kõikumised aastati, kuid enamasti ei välju need mõõduka eutroofsuse piiridest.

Suurtaimede andmed ja seisund 1997. a.

Ähijärve suurtaimestikku on varem uuritud 1952. ja 1957.a. V. Läänemetsa ja H. Tuvikese poolt - nende töö tulemused avaldati esmakordselt koguteoses "Eesti järved" (1968). 1975. ja 1991.a. uuris Ähijärve Aime Mäemets (viimasel korral jäi käimata järve põhjaotsas). A. Mäemetsa andmeid rakendati lepingulises töös "30 järve seisundi hinnang, meetmed ja soovitused nende kasutamiseks" (1991). 1997.a. uuriti suurtaimestikku H. Mäemetsa ja K. Kihno poolt kogu kaldajoone ulatuses (tabel 9, joonised lisas).

1952-1957 hõivas suurtaimestik ca 19 % järve pinnast, selle keskmine sügavuspiir oli 2,5 m ja maksimaalne 3,5 m. Väga täpselt pole hiljem taimestiku katvust enam hinnatud, aga tollase kaardi, 1991.a uuringute ja viimase külastuse põhjal võib arvata, et see on jämedates joontes jäänud samaks, erinedes vast mõne protsendi võrra. 70-ndatel aastatel niitis kohalik kolhoos kaldaveetaimestiku maha ja paisutas järve väljavoolule ehitatud regulaatori abil, kiirendades madalamate kallaste soostumist. Sellega vähenes kaldaveetaimestiku osa algul tunduvalt ja polnud A.Mäemetsa arvates (osalt ka kõrgema veeseisu tõttu) 1991. aastaks veel taastunud. Erinevatel aegadel on Ähijärvest leitud ühtekokku 56 suurtaimede taksonit. Võrreldes viiekümnendate aastatega on märgata suuremaid muutusi mõnede liikide osas. Kõige silmatorkavam on varem peamise veesisese liigi - hariliku vesisambla (*Fontinalis antipyretica*) järkjärguline vähenemine ja kadumine 90. aastate alguseks. Viimasel korral ei leitud veesisestest taimedest enam vesikatku, ka mändvetikad on peaaegu kadunud. Neid muutusi ei saa seletada toitelisuse tõusuga, sest vesisammal ja vesikatku peaksid just eelistama kõrgemat toitelisust. Ka läbipaistvus, mis oli 50-ndail kesksuvel 1,1-1,4 m ja 1997.a. 2,0 m, pole vähenenud. Taimestiku maksimaalse sügavuspiiri nihkumine 3,5 meetrilt 2,8 meetrile (1997) on arvatavasti seotud vesisambla, mis kasvab ka sügavamal, kadumisega. Keskmine sügavuspiir - praegu ca 1,9 m - on vähenenud võib-olla osalt samal põhjusel. Taimestikku on vähehaaval lisandunud suuremat toitelisust vajavaid liike nagu tähkjas vesikuusk, vesikarikas jt. Soostumisega madalamates soppides on kaasnunud terve rea õõtsikutaimede sagenemine, laiialehise hundinuia ilmumine ja eriti pudeltarna (*Carex rostrata*) ohtruse tõus. Juba 1991. aastal konstateeriti ujulehtedega taimestiku, peamiselt kollase vesikupu pidevat rohkenemist, osalt ka kaldaveetaimestiku hävimise arvel (lisaks niitmisele ka ondatra!). Madalvees on üsna sagedaseks muutunud lainetuse suhtes küllaltki vastupidav kaelus-penikeel (*Potamogeton perfoliatus*).

1997 aasta seis: Ähijärve suurtaimestiku muutumine viimastel aastakümnetel kajastab mõõdukat toitelisuse tõusu, kohati ka lahesoppide soostumist. Järve pinnast hõivavad taimed umbes viiendiku, keskmine sügavuspiir on 1,9 m, maksimaalne 2,8 m. kõige enam on kaldaveetaimestikku, tunduvalt vähem ujulehtedega ja veesisest taimestikku. Kaldavees valitsevad pilliroog ja järvkaisel, järgneb ahtalehine hundinui, vähem on konnaosja ja laialehist hundinuia. Tunduvalt on soostuvais käärudes juurde tulnud tarnu, eriti pudeltarna kogumikke, tunduvalt sagedasem on mürkputk. Öötsikus toodetavad orgaanilised ained soodustavad ilmselt jätkuvalt mõõdukat düstroofsust taluvate liikide ilmumist või laienemist kaldaveetaimestikus. Ujulehtedega taimestikus on esikohal kollane vesikupp, sage on ka vesi-kirburohi. Ujuv penikeel on jäänud harvemaks, vesiroosid tunduvad olevad enamasti hübriidsed. Veesises taimestikus on sagedaim kaelus-penikeel, järgmine läik-penikeel, mis eelistab kasvada üle 1 m sügavuses vees. Põhjalkda sissevoolude juures ja idakalda talude all on üsna rohkesti biogeeniderohkusele osutavat sõõr-särjesilma.

Huvitavamad leiud: *Potamogeton obtusifolius* loodekalda lahekeses; *Utricularia intermedia* omapärastes alsi-loa allika(?)sooketes idakaldal, uued alsiliigid (*Eleocharis quinqueflora* pisisoodes, *E.uniglumis*).

Tabel 9. Ähijärvest leitud suurtaimede taksonid ja nende ohtrused (viiepallisüsteemis)

Takson/Liik	1952, 1957	1975	1991 lõuna- osa	1997	Märkused
<i>Phragmites australis</i> (Cavan.) Trin ex Steud. pilliroog	3-4	3	4	4	
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla järvkaisel	3-4	3	3	3	
<i>Typha angustifolia</i> L. ahtalehine hundinui	3	2-3	3-4	3	
<i>Equisetum fluviatile</i> L. em Ehrh. konnaosi	2	2	2	2-3	
<i>Typha latifolia</i> L. laialehine hundinui		2	2	2	
<i>Acorus calamus</i> L. harilik kalmus	2	2-3	1-2	1-2	
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Brown em. Roem et Schult. soolss	1-2	2	2	2	
<i>E. acicularis</i> (L.) Roem et Schult nõelalss		1		1	mõni tutike läänekalda piirkonnas
<i>E. quinqueflora</i> (W:X: Hartm.) Schwartz õievähene alss				2	idakalda pisisoodes
<i>E. uniglumis</i> (Link.) Schult. soomusalss				1-2	
<i>Carex rostrata</i> Stok. pudeltarn			3	3-4	varem liigini määramata
<i>C. pseudocyperus</i> L. kraavtarn				2-3	--,,-- --,,--
<i>C. lasiocarpa</i> Ehrh. niitjas tarn				2	--,,-- --,,--
<i>C. flava</i> L. kollane tarn				1	
<i>C. acutiformis</i> Ehrh. sootarn ?				1	
<i>Carex spp.</i>	2	3	3	3-4	kõik tarnad kokku
<i>Sparganium erectum</i> L.(coll.) haruline jõgitakjas	1	1	1	1	1957 ei leitud
<i>Ranunculus lingua</i> L. suur	1	1	1	3	

tulikas						
<i>Alisma plantago-aq.</i> L. harilik konnarohi					1	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. jõgi-kõõlusleht		1				
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> (L.) Reichenb. ussilill			2		2-3	
<i>Cicuta virosa</i> L. mürkputk		1		1	2-3	
<i>Thelypteris palustris</i> Schott harilik soosõnajalg		1-2		2-3	2-3	
<i>Calla palustris</i> L. soovõhk	1-2	1-2			1-2	
<i>Comarum palustre</i> L. soopihl		1			2	
<i>Menyanthes trifoliata</i> L. ubaleht				1	2	
<i>Utricularia vulgaris</i> L. harilik vesihernes	1-2					
<i>U. intermedia</i> Hayne väike vesihernes					2	pisisoodes idakaldal
<i>Galium palustre</i> L. soomadar					2	
<i>Lycopus europaeus</i> L. harilik parkhein					2	idakalda pisisoos punaselehise vormina
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench soo-piimputk					1	
<i>Lythrum salicaria</i> L. harilik kukesaba					1	
<i>Lysimachia vulgaris</i> L. harilik metsvits					1	
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rausch haril. päideroog					1	
<i>Scutellaria galericulata</i> L. harilik tihashein					1-2	
<i>Juncus articulatus</i> L. läikviljaline luga					1-2	
<i>Cardamine sp.</i> jürilill					1	
<i>Epilobium hirsutum</i> L. karvane pajulill					1	
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith kollane vesikupp	3	3-4	3-4	3-4	3-4	ujulehtedega taimedest domineeriv
<i>N. pumila</i> (Timm) DC. väike vesikupp					1	kirdetipu sissevoolu pk. mõni taim
<i>Nymphaea sp.</i> vesiroosid	2	2 alba	2 alba?	2 alba ja x candida		1997 valdavalt hübriidsed taimed ?
<i>Nymphaea candida</i> C. Presl väike vesiroos ?					1	vaid üks liigile enam vastav kogumik ka kaldavormina
<i>Polygonum amphibium</i> L. vesi-kirburohi	2	2-3	2-3	2-3	2-3	
<i>Potamogeton natans</i> L. ujuv penikeel	2-3	2	2-3	2	2	maks. kasvusügavus 2,8 m
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L. konnakilbukas		2	2-3	2	2	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L. kaelus-penikeel	1-2	2-3	3-4	4	4	veesisese taimeestiku dominant
<i>P. lucens</i> L. läik-penikeel	3	2-3	3-4	3	3	eelmisest sügavamal
<i>P. obtusifolius</i> Mert. et Koch tõmbilehine penikeel					1	

<i>P. filiformis</i> Pers. niitjas penikeel			1		Ähijärve küla all
<i>Myriophyllum spicatum</i> L. tähkjäs vesikuusk		1	2	2-3	
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth. sõõr-särjesilm	2	1	1	2-3	eriti Vilimiku oja suudme pk.-möödukalt reost.?
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. räni-kardhein	1-2	2	1	1-2	1957 ei leitud
<i>Elodea canadensis</i> Michx. kanada vesikatk	1-2	1	1		
<i>Stratiotes aloides</i> L. vesikarikas		2	1	1-2	
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw. harilik vesisammal	3	2			50-ndail ulatus kasvusügavus 3,5 m-ni
<i>Drepanocladus</i> sp ? sirbik		1			
<i>Chara</i> sp. mändvetikad	2	1		1	1997 vaid mõni taimeke

Koormustaluvus ja majandamisettepanekud.

Viimaste aastate veetase peaks olema Ähijärvele sobiv. Selleaastane veetase oli ca 20 cm normaalsest kõrgem. Taseme kõikumine paari-kolmekümne cm ulatuses ei avalda erilist mõju, suurem kõikumine pole soovitatav. Kauane liiga kõrge veetase mõjub hukatuslikult järve kaldal asuvatele põõsastele ja puudele, liiga madal tase aga vähendab tugevasti veemassi, see omakorda toob kaasa vee hägustumise.

Tugevam paistab olevat mõnede kaldail asuvate talude ja suvilate mõju järve troofsusele, eriti põhjakalda all ja idakalda saarekese lähistel. Sealsete majapidamiste heitvete sissevoolu tuleks küll kontrollida. Võib-olla on tegemist ka varasema reostuse tagajärgedega või on need piirkonnad muidu soodsaimad eutrafitsetele liikidele. 1997. aasta uuringud näitavad, et kuigi Ähijärve seisund on viimasel aastakümnel olnud suhteliselt stabiilne, on lisandunud sõõr-särjesilma ja tähkijat vesikuuske - mõlemad iseloomulikud tugevalt eutroofsetele järvedele. 1997. aasta seisust tunduvat kõrgem veetase hoogustaks madalate kaldaalade soostumist ja tõstaks huumusainete sisaldust vees, veetaseme alandamine soodustaks roostike laienemist – seega olulisi muutmisi ei soovitaks. Tüüpilise ja suhteliselt heas seisundis eutroofse järvena väärib Ähijärv kaitset Euroopa mastaabis (EÜ *Natura* – projekt). Oma ilu ja rikka elustiku tõttu on Ähijärv kaitset väärib ka järvederikkas Eestis. Väga huvitavad on idakalda neemest põhja pool leitud pisisood õievähese alsi ja vahelmise vesihernega, mis oma ilmelt meenutavad ajutisi veekogusid läänerannikul.

Ähijärv on nõrga läbivooluga. Vesi uueneb järves 2 aastaga (kui väljavoolu reguleerida, siis võtab aega veelgi kauem). Arvestama peab seega vooluvete biogeenide sissekannet, punkt-reostust ja hajureostust, suplusega sissekande osatähtsus on aga minimaalne. Nagu mõnede teistegi kalgiveeliste Karula järvede puhul, võib Ähijärve rekreatiivset koormustaluvust (praeguse külastatavussageduse puhul) suplemise suhtes pidada heaks ja puhkajate poolt on ohustatud ennekõike tema kallaste puhtus. 40000–60000 supkluskorda suvel pole Ähijärve ökosüsteemi oluliselt mõjutav suurus. Paar-kolm väljaehitatud supluskohta, kindlasti koos tualettidega oleks paras. Liiva pole vaja rannale vedada.

Rebasejärv.

Rebasejärv on 4,3 ha suurune, teravalt kihistunud 13,4 m maksimaalse ja 5,1 m keskmise sügavusega järv. Veevahetus on väga nõrk. Abiootiliste näitajate keskmised väärtused on tabelis 10.

Tabel 10. Rebasejärve abiootiliste näitajate keskmised väärtused vee pinnakihis.

Näitaja	Keskmine (1956, 1961, 1983, 1987, 2000)	Eesti järvede keskmine 1951-2000
Vee läbipaistvus (m)	2,7	1,91
pH	7,9	7,48
Permanganaatne oksüdeeritavus (mg/l)	7,8	14
Dikromaatne oksüdeeritavus (mg/l)	24,6	36,2
Aluselisus (HCO ₃ mg/l)	90,8	132
Üldlämmastik (mg/l)	0,82	1,4
Üldfosfor (mg/l)	0,024	0,094
Kloriidid (mg/l)	1,9	
Elektrijuhtivus (µS/cm)	167	

Rebasejärve kohta on limnoloogiajaamal suhteliselt vähe andmeid. Tegemist on kareda ja pehmevee piiril oleva tugevalt kihistunud järvega. Pinnakihtide biogeenedesisaldused on oluliselt väiksemad põhjakihtidest. Eriti suur oli põhjakihtide lämmastikuisaldus – 5,46 mg/l. Väheste andmete tõttu on raske kirjeldada järve muutusi, kuid tundub, et vee läbipaistvuse olulise vähenemise tõttu on olukord halvenenud. 1956. a. oli vee läbipaistvus 5 m ja 2000. a. ainult 1,1 m. Pehmeveelisuse ja nõrga veevahetuse tõttu on järv reostustundlik.

Fütoplankon

Tabelis 11 on toodud sellesuvised fütoplanktoni andmed. Tervalt eristuvad veekogu kihid. Põhjalähedaste kihtide suur klorofüll a sisaldus on ilmselt bakterklorofüll, mitte fütoplanktoni klorofüll. Kooslused on meenutavad liigirikast mesotroofset järve. Koondindeksi väärtused on samuti mõõdukad. Nii võib jääda mulje heas seisus olevast veekogust. Tegelikult on looduslik foon ilmselt olnud veel palju puhtam ja järves on toimunud väga olulised muutused troofsuse tõusu suunas. Varem on olnud ilmselt tegemist väga ilusa ja haruldase ökosüsteemiga, mis nüüdseks vaesustunud.

Tabel 11. Rebasejärve fütoplanktoni 2000. a andmed.

Näitaja	Pind	Hüppekiht	Põhi
Biomass (g/m ³)	2,4	7,7	0,06
Klorofüll a (mg/m ³)	7,3	21,7	187,9
Shannoni liigierisus	2,7	2,93	2,58
Fütoplanktoni koondindeks	2,9	3,4	4,5

Liikide arv	34	35	11
-------------	----	----	----

Suurtaimestik

Varasemad suurtaimede andmed pärinevad A. Mäemetsalt. Rebasejärv on üsna taimerohke ja liigirikas. 46 registreeritud taksonist leiti tänavu 39. Taimede kasvusügavus ulatub 3 meetrini, 1976. a. oli see koguni 4 m, ilmselt kardheina rohkuse tõttu tol ajal. Praegu on Rebasejärves veesiseselt domineeriv ogaterav penikeel, üsna sagedased on vesikarikas, vesikatk ja leidub ka harilikku vesisammalt ja ujutaimi. Selline taimestiku koostis on küll tunnuslik tugevalt eutroofsele järvele, kuid kardheina tunduv vähenemine on märgiks seisundi mõningasest paranemisest. Erakordselt rohkesti leidub liht-jõgitakjat, selle ohtrus on tõusnud ja osakaal taimestikus praegu tõenäoselt suurem kui üheski teises Eesti väikejärves. Lisandunud on jõgi-kõõlusleht (sage), mürkputk, soolals jt. Elodeiidsete taimede ohtrus ja kasvamine 3 m sügavuseni pole tänapäeval meie järvedes enam kuigi sage nähtus. Järve majandamisel tuleks muidugi vältida igasugust täiendavat reostust valgatal. Supelranna rajamine vahetult maantee lähedale, kust praegu enamasti järvele minnakse, pole võib-olla kõige otstarbekam rannariba kitsuse ja vesisuse tõttu, segab ka maanteelt lendav tolm. Vastaskallas on väga järsu langusega ja varjuline ning pole samuti kõige sobivam, kuid võib-olla leidub siiski mõni soodsam piirkond põhjakaldal, kus ka praegu on sillake. Väga suurt puhkajate hulka pole nii väikesele järvele vast mõistlik planeerida. Oma rikkaliku ja mitmekesise taimestiku poolest väärib Rebasejärv kaitset EÜ *Natura*-projekti raames ja ka Eesti mastaabis, mis ei peaks välistama mõõdukat ja reglementeeritud kasutamist puhkekohana.

Tänu suhteliselt nõrgale ökosüsteemile ei tohiks suplemiste kord aastas ületada 30000. Inimmõju ei tohiks sellele järvele mingil juhul suurenda.

Tabel 12. Rebasejärve ja Ödre järve suurtaimestiku koosseis ja ohtrus erinevail aegadel (viiepallisüsteemis).

Taksonid	Rebasejärv			Ödre järv		
	1961	1976	2000	1961	1974	2000
Kaldataimed						
<i>Agrostis stolonifera</i> -valge kastehein		+				
<i>Juncus spp.</i> – luga						+
<i>Lycopus europaeus</i> - harilik parkhein			+			
<i>Lysimachia vulgaris</i> - harilik metsvits		+	+			
<i>Phalaroides arundinacea</i> -päideroog						?+
<i>Scutellaria galericulata</i> - tihashain			+			
<i>Solanum dulcamara</i> - harilik maavits		+	++			+
<i>Sparganium erectu</i> - haruline jõgitakjas				++		
Kaldaveetaimed						
<i>Acorus calamus</i> - kalmus	++	+++	++			
<i>Alisma plantago-aquatica</i> -harilik konnarohi		+	+++	+	+	++
<i>Calla palustris</i> -soovõhk	+	+	++			
<i>Carex sp</i>	++			++	++	
<i>Carex acutiformis</i> - sootarn			+++			
<i>Carex lasiocarpa</i> - niitjas tarn		++	++			
<i>Carex pseudocyperus</i> -kraavtarn		++	+++			
<i>Carex rostrata</i> -pudeltarn		++	++			+++
<i>Cicuta virosa</i> -mürkputk			++			++
<i>Glyceria sp.</i> - parthein		+	++			
<i>Comarum palustre</i> -soopihl		+	++			++
<i>Eleocharis palustris</i> -sooalss			++	++	++	
<i>Equisetum fluviatile</i> - konnaosi	+++	++	++		++	+
<i>Lysimachia thyrsoflora</i> -ussilill			+	+		
<i>Menyanthes trifoliata</i> -ubaleht	+	+	+			
<i>Phragmites australis</i> - pilliroog	+++	+++	+++	++	+++	+++

<i>Sagittaria sagittifolia</i> - jõgi-kõõlusleht			+++			
<i>Schoenoplectus lacustris</i> - järvkaisel	+	++	+			
<i>Thelypteris palustris</i> -soosõnajalg	+++		++++			
<i>Typha latifolia</i> - laialehine hundinui	++	+++	+++	+	+++	+
<i>Veronica scutellata</i> -kännasmalane			+			
Ujulehtedega taimed						
<i>Nuphar lutea</i> - kollane vesikupp	++	+	+++	++	+++	+++
<i>Nuphar pumila</i> - väike vesikupp ?	+++	++	++		++	
<i>Nymphaea</i> sp-vesiroom	+	++	++	++	+	++
<i>Polygonum</i> sp	+			++	+	++
<i>Potamogeton natans</i> - ujuv penikeel	++	++++	++++	++	++	++
<i>Sparganium emersum</i> -liht-jõgitakjas	+	++	++++	++	++	?+
Ujutaimed						
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> - konnakilbukas	+	++	+++	++		
<i>Lemna minor</i> - väike lemmel		+	+++			
<i>Lemna trisulca</i> - ristlemmel			+++			
<i>Spirodela polyrrhiza</i> - hulgajuurine vesilääts			++			
Veesisesed taimed						
<i>Alisma gramineum</i> -väike konnarohi?				+		
<i>Amblystegium riparium</i> -kallas-tõmpkaanik						++
<i>Ceratophyllum demersum</i> - räni-kardhein	++++	++++	+	+		
<i>Elodea canadensis</i> - kanada vesikatk	+++	++++	++++	+++	+++	++
<i>Fontinalis antipyretica</i> -harilik veesisammal			++	+		
<i>Myriophyllum spicatum</i> -tähk- vesikuusk		+				
<i>Nitella</i> sp				++		
<i>Nitella flexilis</i> lookjas nitell						++
<i>Potamogeton berchtoldii</i> muda-penikeel				+	+	
<i>Potamogeton friesii</i> ogaterav penikeel	+	++				
<i>Potamogeton compressus</i> + <i>friesii</i> ?			++++			
<i>Potamogeton obtusifolius</i> -tõmbilehine penikeel						++
<i>Potamogeton praelongus</i> -pikk penikeel		+				++
<i>Stratiotes aloides</i> -vesikarikas	+++	++++	+++			
<i>Utricularia vulgaris</i> harilik vesihernes	+			+		
<i>Utricularia intermedia</i> -vahelmine vesihernes						+

Õdrejärv

Õdrejärv on väike (3 ha) ja sügav (9 m) pruuni ja pehme veega teravalt kihistunud segatoiteline veekogu. Tema hüdroloogiline režiim on veetaseme suurte kõikumiste tõttu keerukas. Õdrejärve ökosüsteem on üsna vähe vastupidav eutrofeerivatele mõjutustele. Mingil määral kompenseerib seda suhteliselt suur huumusainete sisaldus. Mõnede abiootiliste näitajate keskmised andmed on tabelis 13.

Tabel 13. Õdrejärve abiootiliste näitajate keskmised väärtused.

Näitaja	Keskmine (1961, 1974, 1987, 2000)	Eesti järvede keskmine 1951-2000
Vee läbipaistvus (m)	1,5	1,91
pH	7,7	7,48
Permanganaatne oksüdeeritavus (mg/l)	23,5	14
Dikromaatne oksüdeeritavus (mg/l)	47,5	36,2
Aluselisus (HCO ₃ mg/l)	46,5	132

Fütoplankton

Õdrejärve fütoplanktoni (tabel 14) kooslus on segatoitelistele pehmcveelistele järvedele väga omane. Tänu kihistusele on liigiline koosseis veesambas väga erinev. Plankton on liigirikas ja biomass suur. Sügavamal leidub ka tativetikat, mis eritab lima ja on ujujatele nuhtluseks. Aeg-ajalt võib toimuda Õdrejärves vee õitsemist.

Tabel 14. Õdrejärve fütoplanktoni andmed 2000. a.

Näitaja	Pind	Hüppekiht	Põhi
Biomass (g/m ³)	11,9	12,2	0,6
Shannoni liigierisus	1,04	1,3	2,17
Fütoplanktoni koondindeks	5	9	22
Liikide arv	34	23	28

Suurtaimed

Õdrejärve on varem (1961, 1974) uurinud A. Mäemets. 2000. a. saadi külastada vaid osa järvest. Suurtaimestiku põhjal järvele hinnangut anda on küllalt raske, selle osatähtsus järves on väike (tabel 12). Põhjataimede - kallas-tõmpkaaniku ja lookja nitelli - leidmine näitab selle segatoitelise järve suhteliselt head seisundit. Taimestikust kajastub veetaseme suur kõikumine.

Kasutus

Õdrejärve ökosüsteem on väga kergesti haavatav. Majandamisel tuleks vältida autodega liiga järve lähedale sõitmist, kallaste lõhkumist ja prügi mahajätmist ning pesemisvahendite kasutamist järve ääres. Mõõdukas kasutamine suplusjärvena ei tohiks kahju tekitada. Optimaalne oleks 15000 supluskorda aastas. Õdre järvest on liiga vähe andmeid nii veetaseme kõikumiste kui ka elustiku muutuste kohta, kuid võib arvata, et ta sobiks samuti *Natura*-projektiga kaitstavate järvede hulka.

Ettepanekud

Veekogude väärtuste tüüpilisus või haruldus kaitsealal, regioonis, Eestis, Euroopas
 Karula järved on suhteliselt väikesel alal väga mitmekesised. Vaid mõnda üksikut Eesti järvetüüpi siin ei leidu. Karula järvedest on olemas pealiskaudne ettekujutus, täpsem ökosüsteemide väärtuste selgitamine on veel ees. Eriti peaks rõhku panema suurtaimede ja makroselgrootute inventuurile. Teaduslikult on huvipakkuv Õdrejärve hüdroloogilise rezhimi selgitamine, mõnede planktoni liikide ökoloogilised probleemid (tativetikas). Insenerökoloogiliselt on väga vähe näiteid väga kareda veega makrofüüdjärvede taastamise kohta. Looduse mitmekesisust ja teaduslikku väärtust silmas pidades on väga olulised järved Ähijärv, Ubajärv ja Koobassaare.

Sel suvel enamuuritutest paistis Kõstrejärv kui taimerohke ning tugevalt eutroofne järv (Mäemets, 1977) 2000. a. silma rohkete haruldaste makroselgrootute liikide

esinemisega (5 "Eesti Punase Raamatu" liiki ning ühe mardikaliigi esmasleid Eestist). On muidugi võimalik, et sedasorti veekogud on zooloogide tähelepanu köitnud vähem kui kõige puhtamad järved, mistõttu nende fauna on lihtsalt vähem tuntud. Oletatavasti leidub mitmeid tabatud haruldustest ka Kõstrejärve naaberjärvedes. Paraku Karula järvede vähese uurituse tõttu on esialgu raske öelda, kas Kõstrejärv on nende seas eriline või mitte.

Ettepanekud tellitavate ja lepinguliste looduskaitsetööde tegemiseks;
Karula järvede inventuuri peaks jõudumööda jätkama. Enamohustatud ökosüsteemidel peaks aga tegema monitooringu vaatlusi. Selliste hulka peaks kuuluma pehmeveelised umbjärved, suurema inimõju all kannatavad järved. Huvi pakuks haruldase lõunapoolse mardika *Cybister lateralimarginalis* olukord nii Kõstrejärves kui tema võimalik esinemine muudes Karula järvedes. Kui üksainus proovivõtmine ühel Karula järvel andis viis "Eesti Punase Raamatu" liiki ning ühe liigi, kes oli nii haruldane, et oli raamatu koostamise ajaks veel leidmata, võiks oletada, et Karulas leidub haruldusi enamgi.

Ettepanekud täiendavate piirangute rakendamiseks (sh. kaitse-eeskirja parandused);
Üldiselt on pealiskaudsel vaatlusel Karula järved võrreldes eriti teiste Kõrg-Eesti aladega inimesest suhteliselt mõjutamata. Väga rikutud järvedest peaks nimetama Tollarit ja Kõstrejärve. Kõstrejärve kohta on eraldi välja toodud meetmed. Tollarit pole viimasel ajal uurinud. Ala vähese uurituse tõttu ei saa pakkuda välja suuremaid konkreetseid võtteid.

Ettepanekud majandustegevusele (ehitus, maaparandus ja kraavide hooldus, kruusa ja liivavõtt oma tarbeks, teed ja kommunikatsioonid, võsatõrje, metsaraided jne) esitatavateks tingimusteks. Aluseks võtta kaitse-eeskirjaga määratud kaitseala valitseja kooskõlastamist ja nõusolekut nõudvad tegevused, ranna ja kalda kaitse seaduse rakendamine ja valla üldplaneeringuga määratavate veekaitsevööndite soovituslik ulatus,

Kõstrejärve puhul mõõdukas majandustegevus eriti ei sega ja ega soised kaldad seda stimuleerigi. Taimerohke lääneosa võiks puutumata jätta. Veetaseme alandamisel võib järv kiiresti soostuda; et seda ei juhtuks, selle eest hoolitsevad ka koprad. Kogu ala puudatavais ettepanekuid ei ole antus uurimuse alusel võimalik teha.

Milliseid täiendavaid uuringuid on vaja veestiku alal rahvuspargis teha? Ettepanekud kaitseriigi ja kaitsekorralduslike abinõude mõju jälgimise kohta,

Järvede kavandatav inventuur peaks hõlmama peale lihtsama limnoloogilise vaatluse ka järvede hüdroloogilisi mõõtmisi (veevoolu hulgad) ja sügavuste loodimist kajaloodiga. See annab parema ettekujutuse ökosüsteemide aineringest ja võimalikest ökoloogilise seisundi nihkest. Sellised küsimused nagu optimaalse veetaseme leidmine ja reostustaluvus on suuresti sellistest mõõtmistest sõltuvad.

Peale Ähijärve ja Kõstrejärve on kogu rahvuspargi järvede suurselgrootud korralikult uurimata. Leidub vanemaid ammutiproove, mis lähtusid peamiselt kalamajanduslikest huvidest ning sisaldasid seega vähe liike (Ähijärv, Ubajärv, Kallete, Tollari) ning kvalitatiivseid juhuproove (Ödre, Rebase, Mähkli, Suur ja Väike Saarjärv, Künimetsa), mida aga ei saa omavahel ning enamasti ka praeguste proovidega võrrelda. Vanemad proovid (1950.-1960. aastatest) on enamasti kaduma läinud. Järeldus: mida rohkem järvi saab uuesti või esmakordselt uurida, seda parem.

1.5. millised veekogud vääriavad eksponeerimist ja külustajaile tutvustamist. Mis moel on seda kõige parem teha.

Esteetilises mõttes on väärtuslikumad Ähijärv, Rebasejärv, Suur ja Väike Saarjärv, Savijärv, Ödrejärv.

Ilus oleks jõuda kasvõi iga järveni piki rida: 1) teeviit suuremal teel, 2) rada, 3) purre või pink kaldal, 4) tutvustav stend. Ähijärve ääres on see õpperadade kaudu juba teostunud.

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 Res.* 17: 333-347
- Eesti järved, 1968. Tallinn, "Valgus", 548 lk.
- Eesti Punane Raamat, 1998. Ohustatud seened, taimed ja loomad. Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon. Tartu, 150 lk.
- EN 27828:1994. Water quality – Methods for biological sampling – Guidance on hand net sampling of benthic macroinvertebrates
- Fresenko, N.G., 1955. Sovremennye metody himičeskogo analiza prirodnyh vod. Moskva
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M., Kremling, K. (1981). *Methods of Seawater Analysis*. New York.
- Hach (1994). DREL/2000 advanced water quality laboratory procedures manual. Hach Company, USA.
- Johnson R.K., 1998. Classification of Swedish lakes and rivers using benthic macroinvertebrates. Institutionen för miljöanalys, SLU (Draft 98-04-22)
- Johnson R.K., 1999. Benthic macroinvertebrates. In: *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 2. Biologiska parametrar* (Ed. by Torgny Wiederholm). Naturvårdsverket Förlag, 85-166
- Kirkegaard J., Wiberg-Larsen P., Jensen J., Iversen T.M., Mortensen E., 1998. Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet - Metode til anvendelse på vandløbsstationer i Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Danmarks Miljø-og Energiministerie, Miljøstyrelsen, 40 pp.
- Koroleff, F. (1982). Total and organic nitrogen. In: K. Grasshoff (ed.). *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie, 162-168
- Krause, W. 1981. Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. – *Limnologica*, 13 (2), 399-418.
- Lenat D.R., 1988. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. - *J. North Amer. Benthol. Soc.* 7, 3: 222-233.
- Mäekivi, S., Arst, H., 1995: Estimation of the concentration of optically active substances in water by the data on beam attenuation coefficient spectra. - Report series in geophysics. Proceedings of the 2nd Finnish-Estonian seminar on underwater optics with applications. Helsinki. 47-54.
- Mäemets A., 1977. Eesti NSV järved ja nende kaitse. Tallinn, "Valgus" 263 lk.
- Mäemets, A. 1989. Suurtaimestik. – Lepingu aruandes "40 järve seisundi hinnang, meetmed ja soovitusend nende kasutamiseks" (koostaja E. Pihu, hoiul Võrtsjärve Limnoloogiajaamas).
- Nilsson A.N., Holmen M., 1995. The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. - *Fauna Entomologica Scandinavica* 32: 1-188
- Ott, I., Laugaste, R. 1996. Fütoplanktoni koondindeks. Üldistus Eesti väikejärvede kohta. (Phytoplankton compound quotient. Conclusion about small lakes in Estonia). EV Keskkonnaministeeriumi Infoleht. 3, 2.
- Reports of the Baltic Intercalibration Workshop (1977). Kiel

Salujõe, J., Pitk, K., Luup, H., Suurhans, K. 2000. Rebasejärve ja Õdre järve suurtaimestiku iseloomustus – hüdrobioloogia suvepraktika rühmatöö (Võrtsjärve Limnoloogiajaamas).

Zhizn' presnyh vod SSSR. 1959. 4. Moskva-Leningrad.

Simm, H. (1975). Eesti pinnavete hüdrokeemia. Tallinn

Unifitsirovannye metody issledovaniya kačestva vod (1977). 1. Moskva