



**Uuring Vana-Koiola järve seisundi
määramiseks ning järve
tervendamiseks vajalike meetmete
välja töötamiseks**



jaanuar 2024

Töö nimetus: Uuring Vana-Koiola järve seisundi määramiseks ning järve tervendamiseks vajalike meetmete välja töötamiseks

Töö number: 22079

Tellija: Põlva vallavalitsus

Vastutav täitja: Kadri Normak

Koostajad: Kadri Normak (väliskoormuse analüüs, järve väliskoormuse taluvuspiiri hindamine)

Eesti Maaülikooli uuringurühm:

Ingmar Ott (vastutav, fütoplankton, vee - ja sette omadused, välitööd)

Aimar Rakko (välitööd), Sirje Vilbaste (fütoENTOS, välitööd)

Katrin Ott (vee omaduste ja setete analüüs, välitööd)

Peeter Pall (suurtaimed, hüdro-morfoloogia, välitööd)

Henn Timm (suurselgrootud, välitööd)

Kätlin Blank (zooplankton)

Anu Palm ja Teet Krause (kalad, välitööd)

Kontrollija: Karl Kupits

Kaanepilt: Maa-amet 2023

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	VANA-KOIOLA JÄRVE KIRJELDUS	3
3	VALGALALT TULEV TOITEAINEKOORMUS	5
3.1	PUNKTKOORMUSALLIKAD	5
3.2	HAJUKOORMUSALLIKAD	9
3.2.1	Ühiskanalisatsioonita elanikkond	9
3.2.2	Põllumajanduslikud tootmiskompleksid	10
3.2.3	Maakasutus.....	11
3.3	MAAPARANDUSSÜSTEEMID	15
3.4	SUMMAARNE KOORMUS.....	15
4	JÄRVE VÄLISKOORMUSE TALUVUS	16
5	VANA-KOIOLA JÄRVE SISEKOORMUS.....	18
5.1	MATERJAL JA MEETODID	18
5.2	SETTEUURINGUTE TULEMUSED	20
6	VANA-KOIOLA JÄRVE ÖKOLOOGILINE SEISUND	25
6.1	JÄRVE ÜLDISED KESKKONNA - JA VEE ABIOOTILISED OMADUSED	25
6.2	HÜDROMORFOLOOGIA HINNANG	31
6.3	FÜTOPLANKTON.....	32
6.4	ZOOPLANKTON.....	41
6.5	FÜTOBENTOS.....	51
6.6	SUURTAIMED.....	51
6.7	SUURSELGROOTUD	53
6.8	KALAD.....	54
6.9	VANA-KOIOLA JÄRVE ÖKOLOOGILISE SEISUNDI KOONDHINNANG	55
7	ETTEPANEKUD	56
8	KASUTATUD KIRJANDUS	63

Lisad (Exceli tabelid):

Lisa 1. Sette uuringud

Lisa 2. Vana-Koiola vee omadused 2021, 2022, 2023

Lisa 3. Vana-Koiola fütoplankton

Lisa 4. Vana-Koiola fütobentos

Lisa 5. Vana-Koiola suurselgrootute liigid

1 SISSEJUHATUS

Vana-Koiola järv on olnud viimastel aastatel suureks huviobjektiks ning murekohaks kohalike seas, kellele teeb muret järve kinnikasvamine ja üha sagenevad vetikate vohamised. 2021. a suvel tellisid kohalikud elanikud Eesti Maaülikoolilt järve vee ja sette analüüsid. Järvest on võetud ka mitmeid üksikuid proove. Keskkonnaamet on olnud seisukohal, et Vana-Koiola järve peab põhjalikumalt uurima.

Käesoleva töö eesmärk oli Vana-Koiola järve seisundi (olemasoleva olukorra) kirjeldamise käigus välja selgitada ja detailselt formuleerida järve põhiprobleemid. Teostati järgmised uuringud:

- järve veekeskkonnale avalduva koormus (ajalooline ülevaade, dünaamika) lähtuvalt järve omadustest ja võimalikust ökoloogilise seisundi muutustest;
- sisekoormus;
- sette pealmises kihis toiteainete sisaldus ja sellest võimaliku reostusohu;
- väliskoormus ja järve vastupanuvõime;
- ökoloogiline seisund (järve funktsioneerimise iseärasused, vee omaduste ja planktoni dünaamika kasvuperioodil)
- Vana-Koiola järve tervendamise alternatiivsed võimalused, mis hõlmab endas võimalike alternatiivide kirjeldust koos meetmete loeteluga, kaasnevate mõjude kirjeldust ja ettepaneku tegemist sobivaima alternatiivi valikuks koos põhjendustega ning ligikaudse maksumusega.

Muuhulgas selgitati, milline on maksimaalne aastas lisanduvate toiteainete koormus, mida Vana-Koiola järv suudab taluda ilma, et see tooks kaasa järve seisundi halvenemise. Uuringuga selgitati, kas veeloaga nr L.VV/329051 lubatud tegevus avaldab veekogule negatiivset mõju ning kas edasise tegevusega võib kaasneda keskkonnoahtu või –riski.

Vana-Koiola järve väliskoormuse taluvuse hindamisel kasutati Vollenweideri mudelit (Vollenweider 1975), mis arvestab veekogu morfomeetrilisi näitajaid, veerežiimi ja P (fosfori) koormust pindala ühikule. Järve keskmise sügavuse ja aastase veevahetuse järgi saab mudeli graafiku abil hinnata, kui suur P koormus järve pindalaühikule on lubatav, et see ei põhjustaks eutrofeerumist. Vastav hinnang on antud peatükis 4. Järve ökoloogilise seisundi uuringuteks ja seisundi hindamiseks kasutati samu meetodikaid, mida on kasutatud riikliku väikejärvede seire jaoks¹ (vaata ka peatükki 6).

¹ Eesti väikejärvede hüdrobioloogiline seire ja uuringud. 2007–2021. Tellija Keskkonnaagentuur. [Aruanded on avalikud Keskkonnaseire portaalis KESE.](#)

2 VANA-KOIOLA JÄRVE KIRJELDUS

Vana-Koiola järv asub Põlva maakonnas Põlva vallas Vana-Koiola külas.

Vana-Koiola järv on keskkonnaregistri objekt koodiga VEE2124900, kuid ei kuulu veekogumite hulka. Järv on avalikult kasutatav. Järv asub Ida-Eesti vesikonnas.

EELIS² andmeil on järve veepeegli pindala 7,1 ha, keskmine sügavus 5,1 m, maksimaalne sügavus 13,2 m, valgala pindala 0,4 km². Ametlik valgala pindala on modelleeritud 2021. aasta alguse seisule vastava Maa-ameti 5x5 m eraldusvõimega kõrgusmudeli järgi (vaata Joonis 3.1.1). Tegelik valgala on ilmselt väiksem, sest põhja- ja idaservas on valgala piiriks teed (teede alt truupe läbi ei lähe).

Vana-Koiola järv on pehmeveeline lähtejärv, EL Veepoliitika Raamdirektiivi³ järgi kuulub S5 tüüpi. Järve veevahetus on äärmiselt aeglane (< 0,5).

Järve ei ole varasemalt põhjalikult uuritud. Kirjandusest leiab andmeid vaid A. Mäemetsa 1977. aasta raamatust:

Järve kollakasroheline vesi on vähese läbipaistvusega (0,9 m) ja tugevasti kihistunud. Nii oli 1961. aasta augustis vee pinna- ja põhjakihtide temperatuuri vahe 12,6 kraadi. Suured erinevused olid ka vee reaktsioonis (vastavalt pH 8,6 ja 6,4). Mineraalaineid on vees vähe (HCO₃ sisaldus 26–35 mg/l), orgaanilisi aineid aga oli vaatlusajal palju, nähtavasti planktoni lagunemisest tingituna (dikromaatne oksüdeeritavus 51 mg/l O₂). Ilmselt leidub vees palju biogeenseid ühendeid. Ehkki põhjakihid on suvel hapnikuvaesed, ei ole järv seni veel talvel ummuksile jäänud, kuid kahtlemata on selle nähtusega peatselt tegemist.

Taimestik oli 1961. aastal väga vähene (esines vaid 1/3 kaldajoone ulatuses) ja liigivaene (9 liiki). Ujulehtedega taimed puudusid täiesti, ei olnud ka veesiseseid taimi peale vähesel arvul esineva jõgi-särjesilma. Kaldavee taimedest domineeris kalmus, teisel kohal olid tarnad. Nendest hoopis vähem leidis laialehelist hundinuia, alssi, konnaosja, konnarohtu, soovõhka ja ubalehte.

Planktonit on vees palju, toimub vee õitsemine. Süvakihtides esinevad klaasikääsklaste vastsed. Põhjaloogi, eriti surusääsklaste vastseid, on rohkesti ainult

² EELIS (Eesti looduse infosüsteem), Keskkonnaagentuur.

³ [Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ, 23. oktoober 2000, millega kehtestatakse ühenduse veepoliitika alane tegevusraamistik.](#)

kaldavööndis. T. Timm on järvest leidnud ühe haruldase vesilesta (Piona uncata controversiosa).

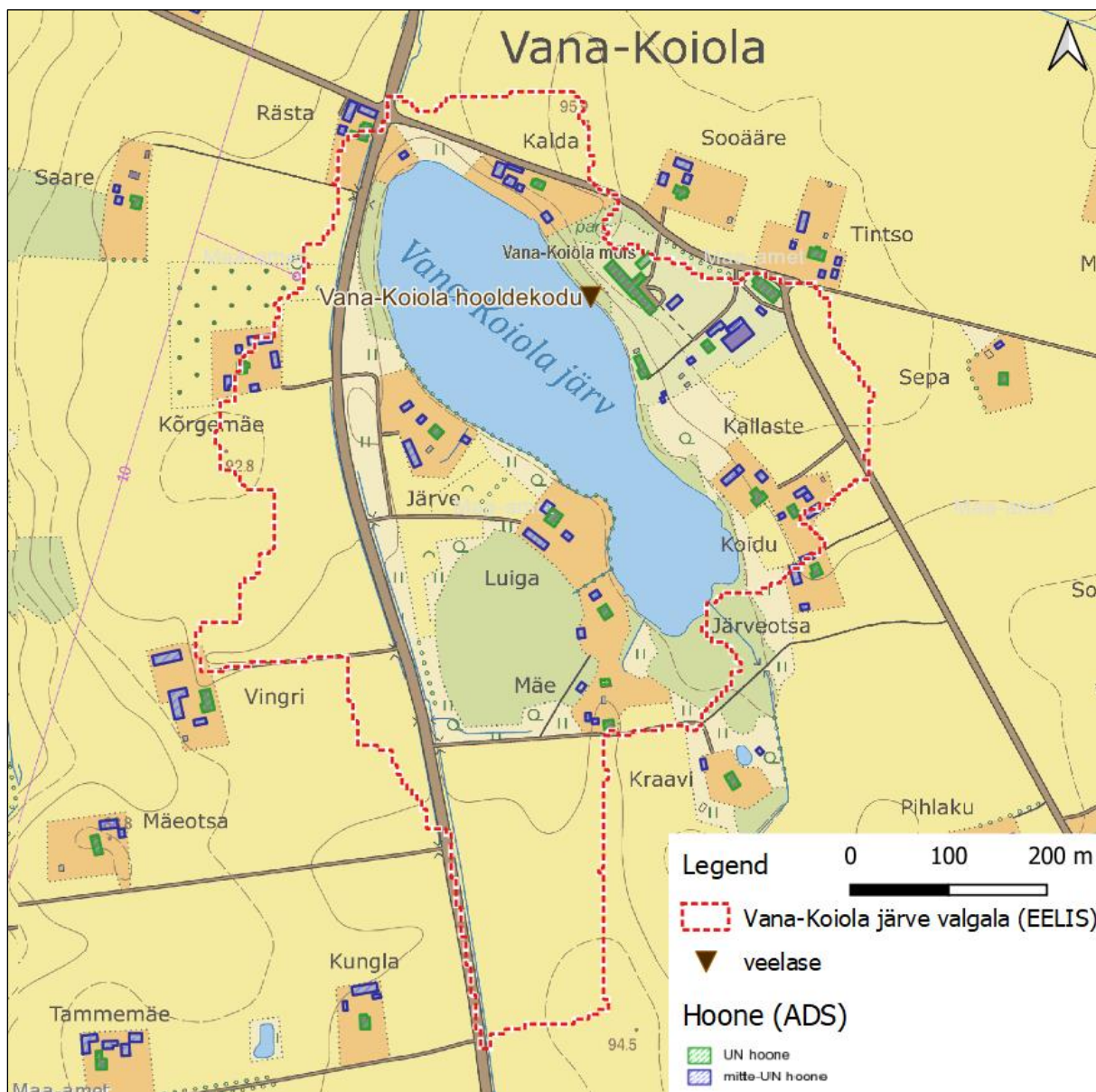
Kalasportlased peavad Vana-Koiola järve kalarikkaks. Tamulast toodud koha on esialgu hästi kasvanud ja järglasi andnud. Latikat, särge, ahvenat ja kiiska on palju, esinevad haug ja linask.

Kihistunud pehmeveeline rohketoiteline järv, tähtis peamiselt kalaspordiks sobiva veekoguna, maastiku kaunistajana ning ujumiskohana. Nõrga veevahetuse tõttu ja kohavarude säilimise huvides ei tohiks veetaset alandada, seepärast ei saa niisutusvee võtmist soovitada.

3 VALGALALT TULEV TOITEAINEKOORMUS

3.1 Punktkoormusallikad

Vana-Koiola järve valgala asub üks, keskkonnakaitseloa ([nr L.VV/329051](https://www.riigiteataja.ee/akt/329051)), alusel töötav reoveepuhasti. Selle heitvesi suunatakse järve (Joonis 3.1.1).



Joonis 3.1.1. Vana-Koiola järve valgala, hooned ja heitveelaskmed. (Aluskaart: Maa-amet 2023, veelase ja valgala piir: EELIS 2023).

Tegemist on [Laheda hooldekodu](#) puhastiga. Hooldekodu tegutseb alates 2013. aastast ning kuulub Põlva vallale. Algselt hooldekodul heitvee järve juhtimiseks luba puudus.

Selle tõttu algatas Keskkonnainspeksioon 28.04.2015 väärteomenetluse. Suured probleemid puhastiga jätkusid ka 2016. aastal.

Esialgselt oli ehitatud 2 x Klaro 8 puhastit, mis ei töötanud nõuetekohaselt, sest ehitamata oli jaotuskaev puhastite ette ning puhastid olid paigaldatud valesti. 2016. aasta aprillis paigaldati uus puhasti ja ehitati imbpeenrad (tööde teostaja SanBruno, järelevalve Telora AS). Keskkonnaamet andis 29.05.2017 hooldekodule keskkonnaloa vee erikasutuseks ja Vana-Koiola järve suublana kasutamiseks.

Probleemide jätkumise tõttu toimus Põlva Vallavalitsusel 08.07.2021. kohtumine ettevõttega KESKKOND & PARTNERID OÜ, mille käigus tehti esmane analüüs Vana-Koiola hooldekodu reoveepuhastile (Põlva vallavalitsuse 13.07.2021 kiri Keskkonnaametile nr 6-3/21-1452-4). Selgus, et paigaldatud puhasti peamine probleem on automaatse mudaärastuse puudumine. Annuspuhastitel tuleb muda protsessimahutist eemaldada iga kord pärast tsükli lõppu, et oleks tagatud pidevalt optimaalne mudakontsentratsioon aeratsioonikambris. Kui mudakontsentratsioon ületab teatud piiri, kukub puhastis lahustunud hapniku sisaldus nulli ning aktiivmuda sureb. Nagu kohapeal selgus, et aastate jooksul on toimunud oluline mudaväljakanne puhastist. Imbtunnelid olid muda täis ning suure tõenäosusega oli muda jõudnud ka filtrerväljakule ja selle osaliselt ummistanud, sest filtrerväljaku kolmest kogujatorust töötas vaatlushetkel ainult üks. Ka rajatud serpentiinkraavi sügavus on väike. Lisaks on kraavi paigaldatud poolitatud toru. Serpentiinkraavi ülesanne on soodustada seal kasvavate taimede kasvu, mis puhastavad heitveest jääkreostust. Kui vesi voolab mööda toru, siis ta taimedega paraku kokku ei puutu.

Ettevõtte tegi ettepaneku teostada puhastil järgmised kiireloomulised tööd:

1. Pesta läbi imbtunnelid ja filtrerväljak ning nende vahelised torud.
2. Paigaldada reoveepuhastisse mudaeemalduspump, mis pärast iga heitvee väljapumpamist eemaldab muda puhasti ees olevasse septikusse.
3. Vahetada välja aeraatorid. Antud hetkel puudus aeratsioonikambris peenmullõhustus. Ilma, et ekspert oleks aeraatorit näinud, ei oska öelda, kas see on tingitud aeraatori kvaliteedist või vanusest. Pärast aeraatorite vahetust kontrollida vees lahustunud hapniku sisaldust ja vajadusel lisada aeraatoreid või puhur.
4. Reguleerida paika fosforiärastussüsteem.

Täiendavad tööd:

1. Jälgida filtrerväljaku tööd. Kui jätkuvalt töötab ainult väljaku üks kül, tuleb väljak osaliselt lahti kaevata, olukorda hinnata ja otsustada edasised tegevused.

2. Serpentiinkraavist eemaldada poolitatud torud, kraav süvendada, et oleks välistatud vee ülevool. Kraav vastavalt langule kindlustada killustikuga. NB! Kraavis ja selle lähedal taimi mitte niita!
3. Võimalusel täiendada reoveepuhasti automaatikat, lisada häireedastus.

Põlva vallavalitsuse töötaja sõnul on pärast kohtumist paigaldatud aeraatorid ning tehtud tunnelite läbipesu.

[Veekasutuse aastaaruande](#) andmeil on hooldekodul annuspuhasti (kompaktpuhasti BioKem-15), kus toimub bioloogiline ja keemiline puhastamine ning järelpuhastamine pinnasfiltriga. Keemiliseks fosforiärastuseks kasutatakse raudsulfaati. Reoveepuhasti arvutuslik reostuskoormus on ca 34 inimekvivalenti (26 statsionaarset elanikku, lisandub 8 töötajat). 2022. aasta reovee koormus puhastile on toodud tabelis Tabel 3.1.1.

Tabel 3.1.1. Reovee koormus puhastile 29.11.2022 mõõdetud reovee näitajate ja 2022. aastase vooluhulga alusel.

Näitaja	Mõõtmistulemus	Ühik	2022. aasta vooluhulk, m ³	Koormus, kg/a
Biokeemiline hapnikutarve (BHT ₇)	640	mg/l	438	280,3
Heljum	200	mg/l		87,6
Keemiline hapnikutarve (KHT)	1000	mg/l		438,0
Üldfosfor (P _{üld})	8,4	mg/l		3,7
Üldlämmastik (N _{üld})	80	mg/l		35,0
Vesinikioonide kontsentratsioon (pH)	6,5			

Keskkonnakaitseloomas on määratud aastaseks lubatud heitvee hulga 800 m³ ning suurimad lubatud kontsentratsioonid:

- BHT₇ – 40 mg/l (32 kg/a);
- KHT – 150 mg/l (120 kg/a) ja
- heljum – 35 mg/l (28 kg/a).

Fosfori ega lämmastiku suurimat lubatud sisaldust heitvees ei ole keskkonnaloaga kehtestatud.⁴

Heitveelaskme viimaste aastate fosfori ja lämmastiku seiretulemused ([KOTKAS](#)est kättesaadavad omaseire, operatiivseire ja kontrollseire) on toodud allolevas tabelis (Tabel 3.1.2).

Tabel 3.1.2. Puhasti heitvee fosfori ja lämmastiku seire tulemused 2021-2023.

Seire kuupäev	Heitvee P, mg/l	Heitvee N, mg/l	Aasta keskmine, mg/l
22.04.2021	3,90	35,00	P: 1,51 N: 35,2
30.05.2021	1,70	42,00	
01.09.2021	0,80	49,00	
26.10.2021	0,48	27,00	
18.11.2021	0,66	23,00	
17.03.2022	0,86	24,00	P: 1,24 N: 31,13
30.05.2022	1,70	42,00	
20.06.2022	1,30	31,00	
13.09.2022	1,30	22,00	
26.10.2022	0,48	27,00	
02.11.2022	2,00	45,00	
18.11.2022	0,66	23,00	
29.11.2022	1,60	35,00	P: 3,50 N: 39,00
07.03.2023	5,20	41,00	
17.05.2023	4,60	41,00	
12.06.2023	2,60	37,00	

⁴ Määruse [Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe-, kaevandus-, karjääri- ja jahutusvee suublasse juhtimise kohta, nõuetele vastavuse hindamise meetmed ning saasteainesisalduse piirväärtused](#) § 5 lg 7 kohaselt on loa andjal õigus tavapäraseid (määruse [lisas 1](#)) saaste piirmäärasid karmistada arvestades suubla seisundist.

Seire kuupäev	Heitvee P, mg/l	Heitvee N, mg/l	Aasta keskmine, mg/l
20.09.2023	1,60	37,00	

Hooldekodu viimase kolme aasta (2021. aasta algusest kuni 2023. aasta septembrini) seiretulemuste keskmise fosforisisalduse (1,85 mg/l), lämmastikuisalduse (34,18 mg/l) ja aastase heitvee voluuhulga (2021. ja 2022. a. keskmine oli 438,5 m³) järgi **oli heitvee aastane fosforikoormus järvele 0,81 kg ning lämmastikukoormus 15,0 kg.**

Valgalal muid punktkoormusallikaid (heitveelaske) ei tuvastatud.

3.2 Hajukoormusallikad

3.2.1 Ühiskanalisatsioonita elanikkond

Järve valgalale jääb 12 eluhoonet, mis ei ole ühiskanalisatsiooniga ühendatud (Joonis 3.1.1). Valgalal ei ole reoveekogumisala ega ühiskanalisatsiooni.

2021. aastal kontrollis Keskkonnaamet järve valgalal asuvate majapidamiste reoveekäitlust. 30.06.2021 ja 01.07.2021 kontrollidel tõdeti, et kõigil kontrollitud kinnistutel on olemas reovee kohtkäitlusseadmed. Kohtkäitlusseadmed on ehitatud erinevatel aegadel ning kasutatud on erinevaid lahendusi. Valdavalt kasutatakse septikust ja imbväljakust koosnevaid süsteeme, kuid olemas on ka lekkekindlad kogumismahutid. Kontrollil tuvastati, et kahel kinnistul oli reovee kohtkäitlussüsteemi ehitus pooleli, viiel kinnistul olid reovee kohtkäitlusseadmed olemas, kuid ehitusregistris seadmete kohta kanded puudusid ning kahel juhul sooviti olemasolevat süsteemi renoveerida (olemas kogumiskaevud). Viimasel juhul paluti kinnistuomanikel enne süsteemi renoveerimist võtta kindlasti KOV ehitusspetsialistiga ühendust, et kõik vajalikud dokumendid ja kooskõlastused saaksid õigesti vormistatud. Isikutel, kellel puudus reovee kohtkäitlusseadmete kohta ehitusregistris teave, paluti samuti KOV ehitusspetsialistiga (hiljemalt septembris 2021) ühendust võtta, et korrastada registris olevaid andmeid.⁵

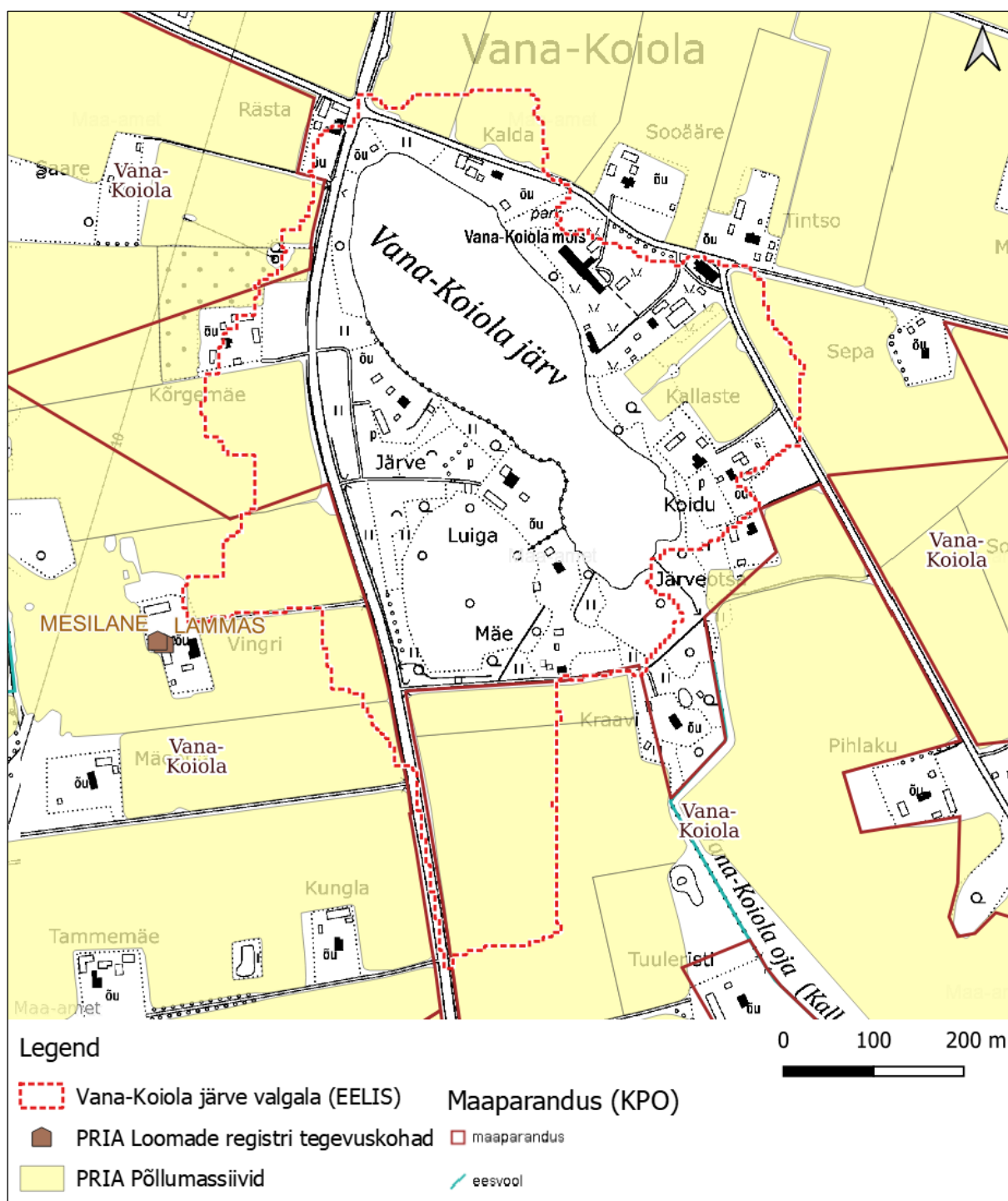
Ühiskanalisatsiooniga ühendamata majapidamiste koormus veekogule on arvestatud maakasutuse koormuse sisse.

⁵ Keskkonnaameti objekti kontrollimise protokoll Nr. 1107051

3.2.2 Põllumajanduslikud tootmiskompleksid

[PRIA](#) (Põllumajanduse Registri- ja Infosüsteemi Amet) andmeil Vana-Koiola järve valgalal põllumajanduslikke tootmiskomplekse ei ole. Valgala piiri lähedal on üks talu, kus kasvatatakse lambaid ja mesilasi (Joonis 3.2.1). Seda loomakasvatushoonet ei ole põhjust käsitleda Vana-Koiola järve koormusobjektina, sest jääb koos selle territooriumiga selgelt valgala piirist väljapoole.

Keskkonnaamet on perioodil 2017–2020 teostanud antud piirkonnas põllumajandusliku tegevuse vastavuse kontrollreide, mille raames on kontrollitud muuhulgas tegevusi Vana-Koiola järve kaldal ning selle lähiümbruses. Kontrollid teostati perioodil, mil väetiste laotamine ei ole lubatud. Põllumajandustegevuse kontrollidel keelatud tegevusi ei tuvastatud.⁵

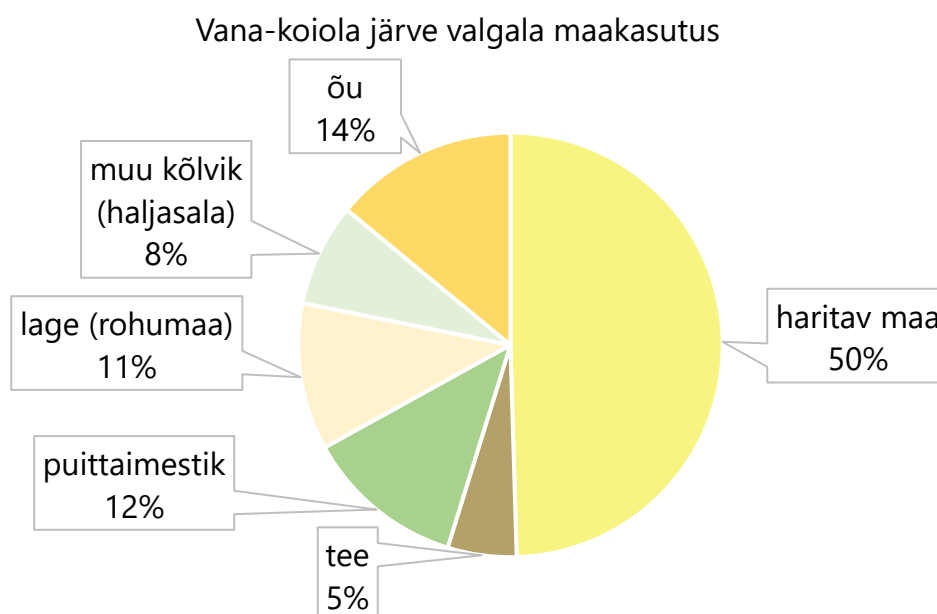


Joonis 3.2.1. Vana-Koiola järve valgala, maaparandus, põllumassiivid ning loomade registri tegevuskohad. Andmed: EELIS (Eesti looduse infosüsteem), Keskkonnaagentuur, PRIA ja Maa-amet 2023.

3.2.3 Maakasutus

Vana-Koiola järve valgala maakasutuse analüüsimisel kasutati Eesti topograafia andmekogu (ETAK 2023.06) kaardikihte. Analüüsist selgus, et järve valgast poole moodustab haritav maa, 14% õu, 12% puittaimestik, 11% lage (rohuma), 8% muu

kõlvik (haljasala) ning 5% tee. Looduslik maastik (puittaimestik ja haljasala) moodustab valgalast vaid viiendiku Joonis 3.2.2.



Joonis 3.2.2. Järve valgala maakasutus ETAK 2023. a andmete alusel.

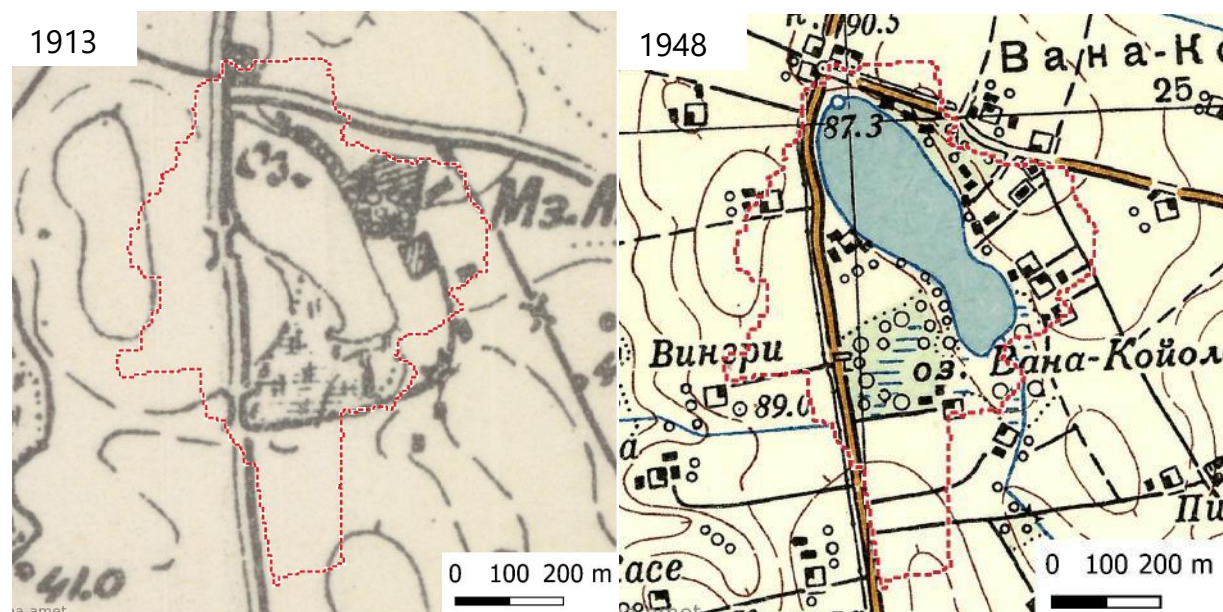
Ajalooliste kaartide põhjal võib öelda, et järve idakaldal olid elamud ja mõis juba 20. sajandi alguses. Suurem osa läänekaldal asuvaid eluhooneid on rajatud 20. sajandi alguses 1920ndatel ja 1930ndatel aastatel. Sellest ajast alates ei ole järve valgala maakasutus praegusega võrreldes oluliselt muutunud (vt Joonis 3.2.3).

Kaartidelt selgub, et Vana-Koiola järve väljavool ei ole looduslik ja see on tõenäoliselt rajatud vahemikus 1938–1948. 1938. aasta kaardil veel väljavoolu ei ole. Järgmisel, täpsemal 1948. aasta, kaardil on väljavool olemas. Võib oletada, et väljavoolu rajamise eesmärk oli kuivendada järve lõuna- ja idakaldal olnud märgala. 1980ndate fotokaardil on märgala asendunud juba metsatukaga.

A. Mäemets (1977) toob raamatus *Eesti NSV järved ja nende kaitse* välja, et kraavi rajamine olevat alandanud järve veetaset ning et järves leidub põhjaallikaid.

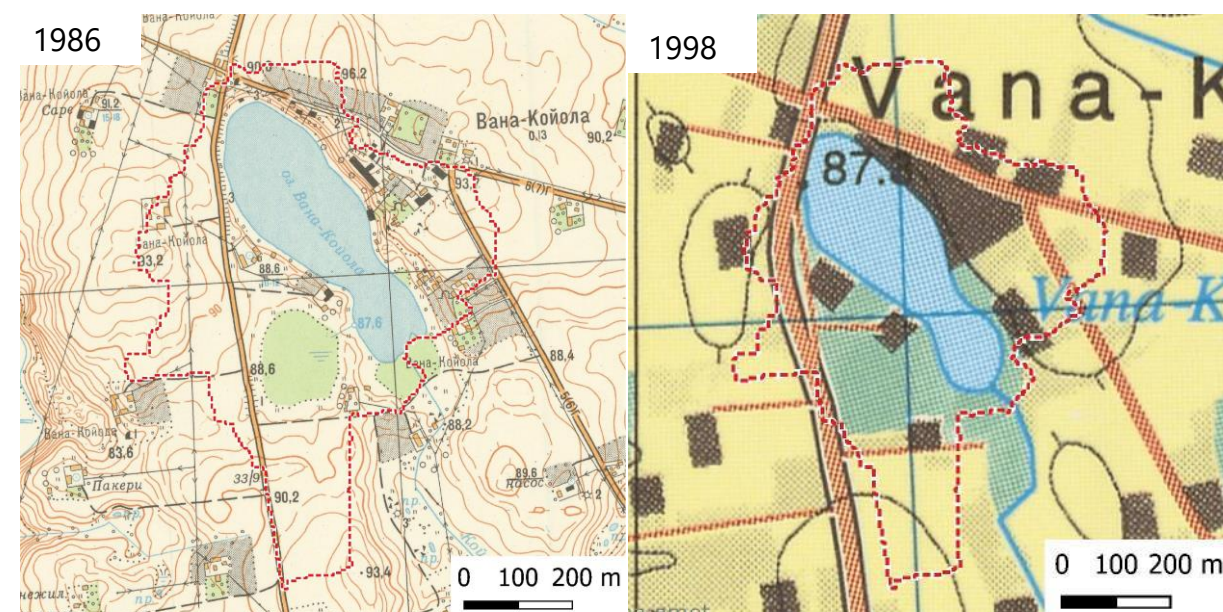
1934. aasta kaardil on järve kaldapiiri kõrguseks märgitud 87,4 m abs. Tänapäeva kõrgusmudel (Maa-amet) annab järve veepinna absoluutkõrguseks 87 m (BK77 süsteemi järgi u 86,8). Pole selge, kui täpne oli ligi saja aasta tagune kõrguse mõõtmine, kuid võib oletada, et enne kraavi rajamist oli järve veetase u 0,5 m kõrgemal.

Kraavi sulgemisel on oodata järve lõuna ja läänekalda taassoostumist.



Legend

 Vana-Koiola järve valgala (EELIS)



Legend

 Vana-Koiola järve valgala (EELIS)

Joonis 3.2.3. Vana-Koiola järve valgala ajaloolistel kaartidel. Kaardid: Maa-amet.

Maakasutuse järgi saab hinnata valgalalt järve jõudvat toiteainete koormust. Selleks arvutati maakasutustüüpide pindala ja ärakandekoefitsientide (Loigu et al 2010, Oisalu et al 2013) põhjal välja aastane lämmastiku ja fosfori koormus (Tabel 3.2.1).

Tabel 3.2.1. Fosfori ja lämmastiku koormus maakasutuse järgi.

Maakatte tüüp	Maakatte pindala, ha	P koefitsient, kg P ha/a	Koormus järve, kg P/a	Koormus järve, g P m ² /a	N koefitsient, kg N ha/a	Koormus järve, kg N/a	Koormus järve, g N m ² /a
haritav maa	14,2	0,24	3,40	0,05	17	241,1	3,38
tee	1,5	0,84	1,26	0,02	5,3	8,0	0,11
puittaimestik	3,5	0,1	0,35	0,00	2,9	10,1	0,14
lage (rohumaa)	3,2	0,12	0,38	0,01	3	9,6	0,13
muu kõlvik (haljasala)	2,2	0,12	0,27	0,00	3	6,7	0,09
õu	4,0	0,84	3,37	0,05	5,3	21,3	0,30
kokku	28,6		9,04	0,13		296,8	4,2

3.3 Maaparandussüsteemid

Maaparandussüsteemidega vett järve ei juhita. PRIA andmetel on maaparanduse eesvooluks järvest välja voolav Vana-Koiola oja. Järvest lääne poole jääva maaparanduse reguleeriva võrgu vesi suunatakse Kariojja.

3.4 Summaarne koormus

Summaarne koormus moodustub punkt- ja hajukoormusallikatest. Maakasutuse ja heitvee fosfori koormus on 9,85 kg P/a, mis teeb 0,13 g m²/a ning lämmastiku koormus 311,8 kg N/a ja 4,37 g m²/a (Tabel 3.4.1).

Tabel 3.4.1. Fosfori ja lämmastiku koormus järvele. Punane tähistab suurema osakaaluga koormust, kollane keskmise osakaaluga koormust ning roheline väiksema osakaaluga koormust.

Maakatte tüüp	Koormus järve, kg P/a	Koormus järve, g P m ² /a	Koormus järve, kg N/a	Koormus järve, g N m ² /a
haritav maa	3,4	0,05	241,1	3,38
tee	1,26	0,02	8	0,11
puittaimestik	0,35	0,00	10,1	0,14
lage (rohumaa)	0,38	0,01	9,6	0,13
muu kõlvik (haljasala)	0,27	0,00	6,7	0,09
õu	3,37	0,05	21,3	0,30
Punktkoormus (heitveelask)	0,81	0,01	15	0,21
kokku	9,85	0,14	311,8	4,37

Võrdluseks: kui järve valgala oleks täiesti inim mõjutata (kui seda kataks vaid mets, st puittaimestik), oleks valgala koormus 2,9 kg P/a (0,04 g P m²/a) ja 83,1 kg N/a (1,2 kg N m²/a).

4 JÄRVE VÄLISKOORMUSE TALUVUS

Vana-Koiola valgala koormusobjektide olulisuse hindamisel ja järve koormustaluvuse hindamisel kasutati Vollenweideri mudelit (Vollenweider 1975), mis arvestab veekogu morfomeetrilisi näitajaid, veerežiimi ja P koormust pindala ühikule.

Vollenweideri mudeli kasutamise jaoks on vaja teada vee viibeaega järves. Tegemist on peamiselt sademetest toituva järvega, millel puudub pinnavee sissevool. Vee viibeaja saab lihtsustatult arvutada järve veemahu ja sademete hulga alusel arvestades aurumist.

Piirkonna keskmine aastane sademete hulk on 658 mm/a⁶ ning aurumine on 461 mm/a. Järve valgala pindala (koos veepeegli) on 35,25 ha. Järve keskmine sügavus on 5,1 m ja veepeegli pindala 71 282 m². Valgalalt jõuab sademevett järve $(0,658-0,461)*35\,2500=69\,443\text{ m}^3/\text{a}$.

Järve veemaht on $71282*5,1=363\,538\text{ m}^3$.⁷ Järve veemahust moodustab aastas sademetega järve jõudev vesi 19,1 %. Arvutuslik vee viibeaeg järves on ligikaudu 5 aastat. Veevahetuse kiirus aeglustub veevaasetel aastatel, Järve veepeeglil on aurumine lähedane sademetega. Sedavõrd võib toitumise maha arvestada ning veevahetuse keskmine aeg ületab 6 aastat.

Keskmine järve sügavus on 5,1 m, seega saame Vollenweideri graafiku (Joonis 3.4.1) X telje väärtuseks (jagades sügavuse meetrites vee viibeaajaga aastates) $5,1/5,2=0,98$.

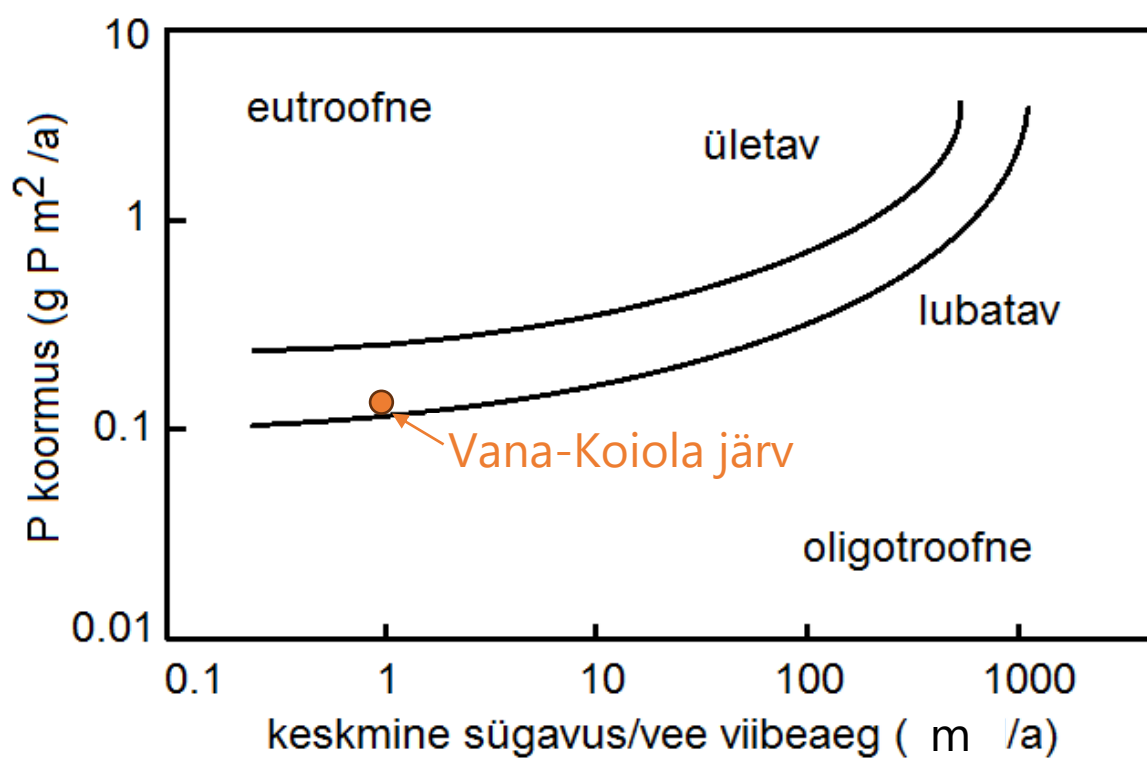
Graafiku ülemise ja alumise joone vahele jääb piiripealne ala (mesotroofne tsoon). Talutav fosfori koormus peaks jääma alumisest joonest alla poole. Graafiku järgi on Vana-Koiola järve lubatav fosfori koormus 0,11 g P m²/a. Selle saavutamiseks oleks vaja **valgala reostuskoormust vähendada 1,4 kg P/a võrra.**

Heitvee suunamise lõpetamisel järve oleks võimalik koormust vähendada 0,8 kg P/a võrra. See oleks 8% kogu P arvutuslikust koormusest.

Vollenweideri mudel on kasutatav juhul, kui järve sisekoormus on looduslik.

⁶ [Sademed | Keskkonnaagentuur | ILM \(ilmateenistus.ee\)](#) Sademete hulk (mm) 1991-2020 Võrus.

⁷ Mäemets, 1977 andmeil on järve pindala 7,2 ha, keskmine sügavus 5,1 m ja maht umbes 367 000 m³.



Joonis 3.4.1. Järve fosforitaluvus (Vollenweider, 1976). NB! Graafiku teljed on logaritmilise skaalaga.

5 VANA-KOIOLA JÄRVE SISEKOORMUS

5.1 Materjal ja meetodid

Vana-Koiola järve settest leostuva fosfori sisekoormuse osakaalu hindamiseks võeti setteproovid 10. märtsil 2023. Proovipunkt on esitatud joonisel Joonis 5.1.1. Setteproovide kogumiseks kasutati Uwitec- ja Willner tüüpi settepuure, mille abil saadi 6–7 cm läbimõõduga proovid koos sette pinna kohal oleva veekihiga.



Joonis 5.1.1. Sette proovipunkt - järve sügavaim koht (Maa-ameti kaldaerofoto).

Sette keemilise koostise määramiseks lõigustati puursüdamikud 2–5 cm paksusteks kihtideks. Sete säilitati kuni analüüside läbiviimiseni 4 °C juures pimedas (külmikus), et vältida muutusi sette keemilises koostises. Setteproovid homogeniseeriti enne analüüside teostamist.

Laboratoorsete analüüside käigus määrati kõigist settekihtidest kuivaine, orgaanilise aine, karbonaatide ja terrigeense aine sisaldus. Kuivainesisalduse määramiseks kuumutati setet 105 °C juures 24 h jooksul. Kuivaine sisaldus arvutati kuivatamiseelse- ja järgse kaalutise vahena. Orgaanilise aine sisaldus määrati pärast õhkkuiva sette põletamist 520 °C juures 5 tunni jooksul. CaCO₃ sisalduse määramiseks kuumutati setet

edasi 950 °C juures 2 tunni jooksul. Põletamisel tekkinud kaalukadu omistati karbonaatidest eraldunud süsihappegaasi kaalule, mille kaudu arvutati karbonaatide sisaldus — kokkuleppeliselt väljendades seda kaltsiumkarbonaadina (Heiri et al., 2001). Terrigeense aine sisalduse leidmiseks lahutati õhkkuiva sette kaalust orgaanilise aine ja kaltsiumkarbonaatide kaal.

Veekogu setetes esineb fosfor erinevates keemilistes vormides ehk nn fraktsioonides. Fosforifraktsioonide levinuimaks määramise meetodiks on keemiline ekstraheerimine, mille käigus lisatakse settele erinevaid lahuseid ja eemaldatakse erinevad fosforivormid (Tabel 5.1.1). Fraktsioone määrati pindmistest homogeniseeritud settekihtidest, kasutades Psenner et al. (1984) fraktsioneerimisskeemi modifitseeringut (Hupfer et al., 1995). Fosforikontsentratsioonid igas lahuses määrati spektrofotomeetriliselt Murphy & Riley (1962) molübdeensinise värvusreaktsiooni meetodil.

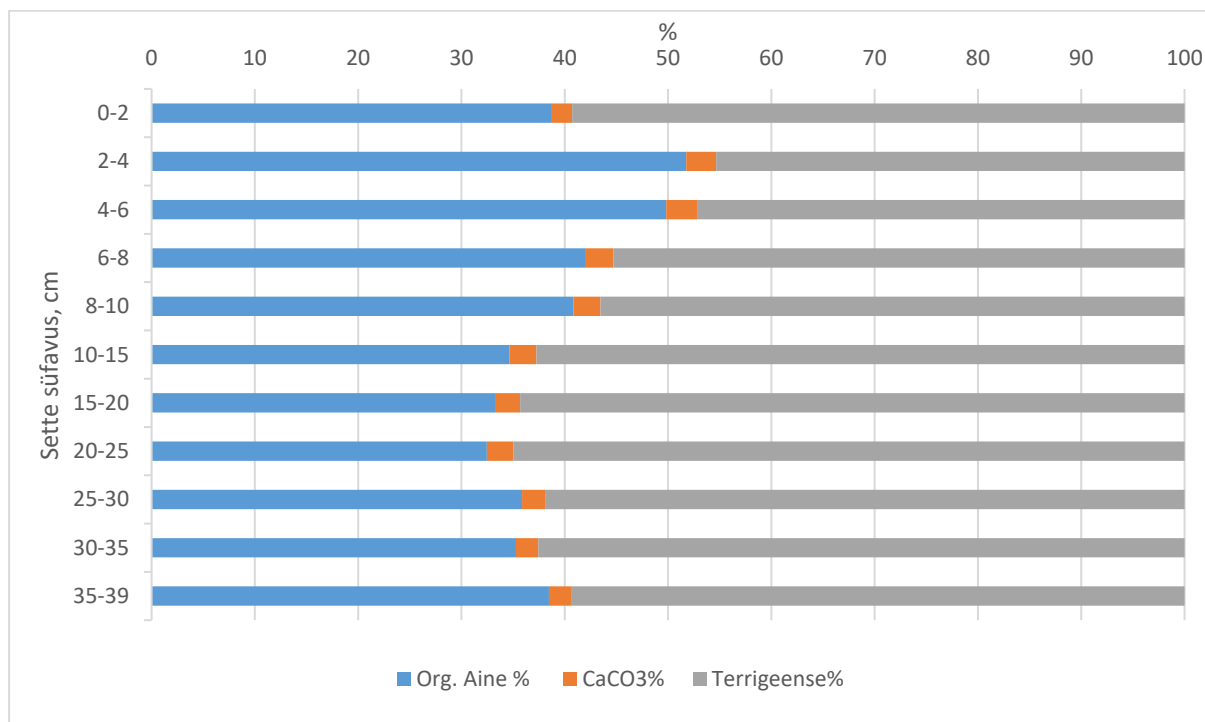
Tabel 5.1.1. Fosfori fraktsioonid vastavalt Psenner et al. (1984) skeemile (modifitseeritud Hupfer et al., 1995 poolt).

Lühend	Fraktsioon	Kirjeldus
Labiilne-P	NH ₄ Cl-SRP	Labiilne ja nõrgalt seotud fraktsioon, kergesti vabanev fosfor
Fe-P	BD-SRP	Rauaühenditega seotud fosfor
Al-P	NaOH-SRP	Alumiiniumühenditega seotud fosfor
Org-P	NaOH-NRP	Orgaanilise ainega seotud fosfor
Ca-P	HCl-TP	Peamiselt kaltsiumühenditega seotud fosfor
Jääk-P	Residual-P	Orgaaniline ja raskestilahustuv fosforifraktsioon

Settefosfori inkubatsioonikatse jaoks kasutati järvest kogutud sette puursüdamikke. Settest vette lekkivate ainekoguste määramiseks inkubeeriti settetorusid 4°C juures hapnikuküllastusega ja hapniku juurdepääsuta torudes. Inkubatsiooniperioodi jooksul vabanevate fosforihulkade hindamiseks määrati enne ja pärast katset sette kohal olevas vees lahustunud fosfaatioonide sisaldus spektrofotomeetriliselt molübdeensinise meetodil Murphy ja Riley (1962). Katse käigus selgus, et settes toimuvad väga intensiivsed lagunemisprotsessid. Selle tõttu tõusis sete katsetoru pinnale ja vesi vajus allapoole. Neis tingimustes ei olnud võimalik katset jätkata.

5.2 Setteuuringute tulemused

Vana-Koiola sette pealne kiht on väga vedel ning seal toimuvad väga intensiivsed lagunemisprotsessid. Settetorudes liikus sete veest kõrgemale. Sette kuivaine osakaal oli pinnakihis vaid 1,7% kogukaalust. See osakaal suurenes ühtlaselt kuni vaatlustes kasutatud settetoru sügavuseni (7%, 39 cm sügavusel). Settetoru kuivaines oli enamasti valdavaks terrigeenne aine, veidi vähem orgaanilist ainet ja pehmeveelisele järvele iseloomulikult kõige vähem lubiaineid (Joonis 5.2.1).



Joonis 5.2.1. Vana-Koiola sette kuivaine orgaanilise aine, lubiainete (CaCO_3) ja terrigeense aine sisaldused.

Fosfor on seisuveekogudes peamine biogeen. Veekogu setetes esineb fosfor erinevate keemiliste vormide ehk fraktsioonidena. Sette uuringute andmed on aruande lisas 1. Olenevalt veekogus esinevatest keskkonnatingimustest, on osad nendest fosforivormidest kergesti settest vabanevad ning esmasproduktidele kättesaadavad. Mõned antud vormidest on inertsed ega osale veekogu fosforiringes, vaid talletuvad settesse. Seega, kui on teada fosforivormide jaotus settes, on võimalik ka paremini mõista veekogu fosforiringe eripära ning hinnata settest lähtuvat sisekoormust.

Vana-Koiola järve fosforivormide summa sette pealmises 39 cm paksuse settekihis oli vahemikus 1 463–2 200 $\mu\text{g P/g}$ kuivaines (KA; Joonis 5.2.2). Fraktsioonide proportsionaalne jaotus on esitatud joonisel Joonis 5.2.3. Võrreldes teiste Eesti

järvedega on Vana-Koiola sette pealmiste kihtide fosforisisaldus väga suur ja võrreldav problemaatiliste järvedega (Tabel 5.2.1).

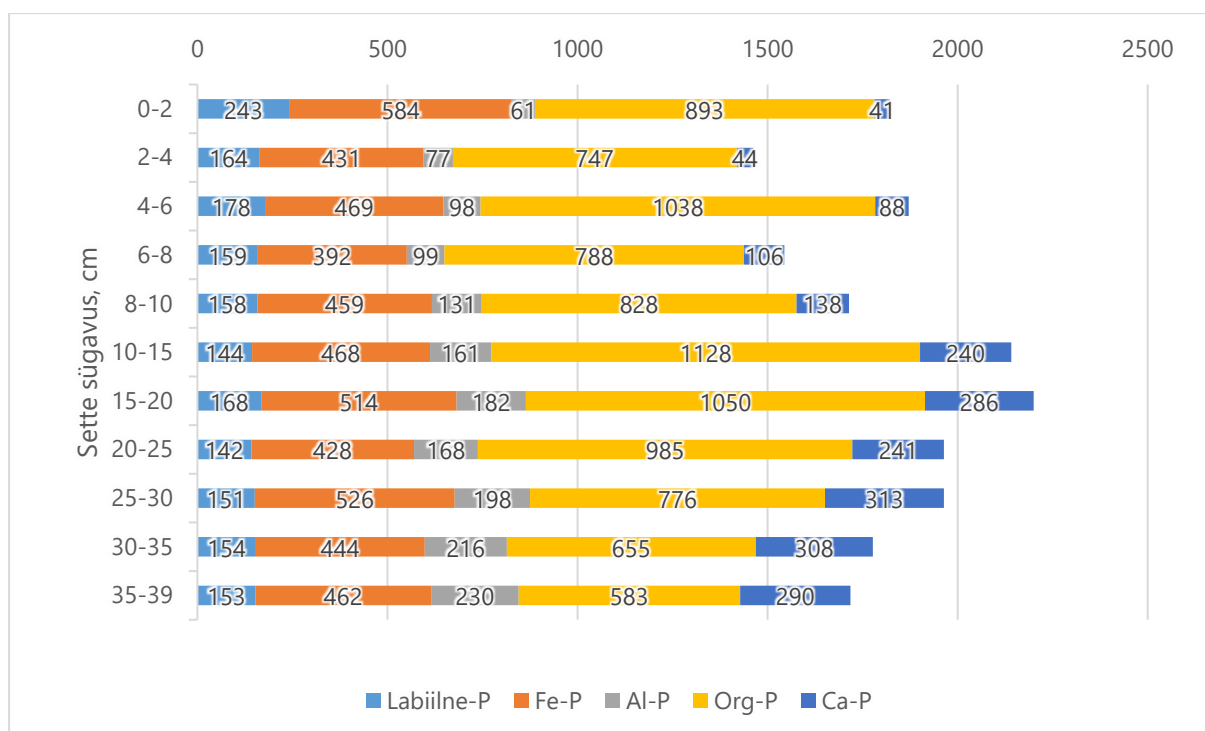
Suurim osa fosforist oli seotud orgaanilise ainega ja moodustas pindmises settekihis 34–56% fosforivormide summast. Sügavuse suurenedes antud fraktsioon vähenes. Orgaanilise ainega seotud fosfor vabaneb selle bakteriaalse lagundamise tagajärjel fosfaatses vormis sette poorivette ning võib sealt kanduda veesambasse. Lisaks võib bakterite elutegevuse tõttu muutuda keskkonnatingimused settes (nt hapniku olemasolu, pH, rauaühendite vm sisaldus), mis soodustavad fosfori vabanemist veelgi.

Olulisena tuleb rõhutada, et kui varasemates Eesti järvede uuringutes on kõige liikuvama (labiilse) fosfori fraktsiooni osakaal alla ühe protsendi kuni mõne protsendini, siis antud juhul moodustas see 9,2–13,3 % pealmises 10 cm paksuses kihis. See pealne settekihi osa arvatakse järve ainevoos aktiivseks. Labiilne fosforifraktsioon sisaldab poorivees lahustunud või nõrgalt setteosakestega seotud fosforit. Antud fraktsiooni sisaldus järvesettes on väga oluline, sest tegemist on kergesti settest vette vabaneva fraktsiooniga, mis on suurtaimedele ja fütoplanktonile kättesaadav.

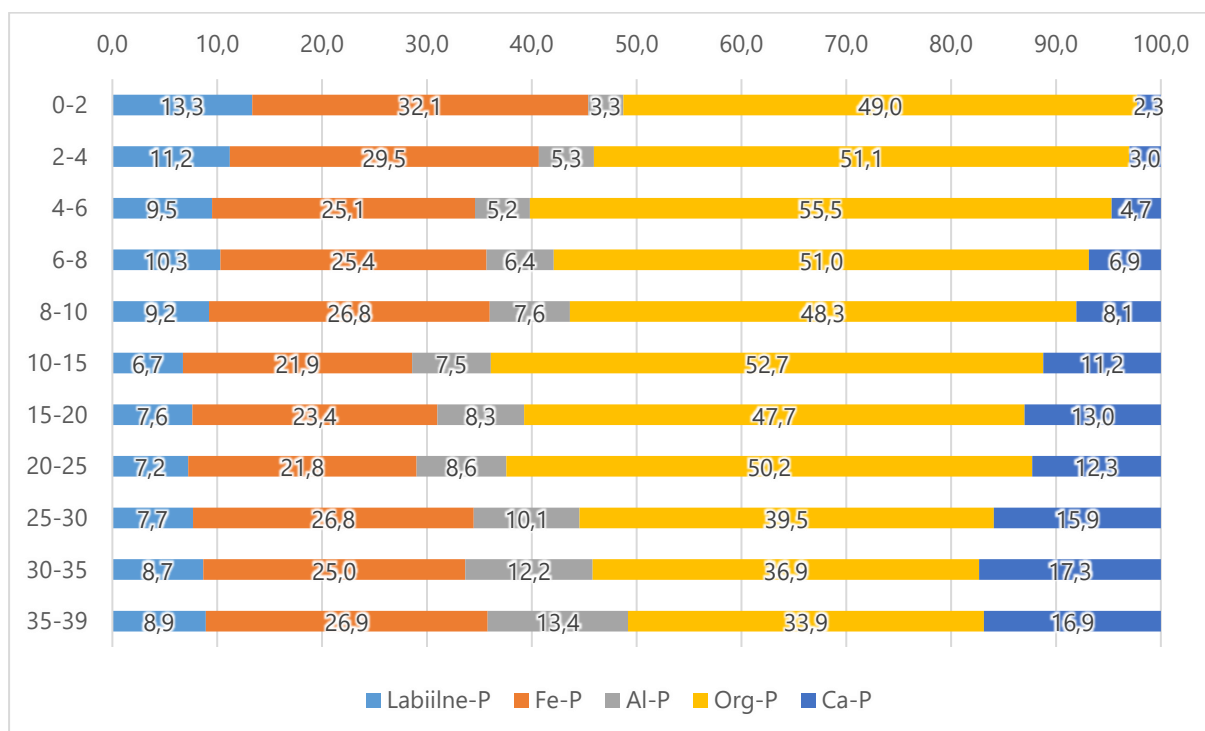
Rauaühenditega seotud fosfori hulk oli 22–32%. Raud-P fraktsioon sõltub järves olevatest hapniku tingimustest ning on potentsiaalselt vabanev. Sügavad järved on tavaliselt alumistes veekihtides hapnikuvaesed ning seega on fosfor kahevalentne ja ei seo fosforit lahustumatuks. Samuti võib vabaneda rauaga seotud fosfor talvel, kui järv on ummuksis.

Alumiiniumühenditega seotud fosfori osakaal oli võrdlemisi madal (3,3–13,4%) ja selle sisaldus suurenes sette sügavamates kihtides. See fraktsioon võib olla potentsiaalselt vabanev sobivate keskkonnatingimuste juures, kuid peetakse rauaühenditega seotud fosforivormiga võrreldes vastupidavamaks.

Kaltsiumühenditega seotud P moodustas 2,3–17,3% settekihtide P sisaldusest. Väärtused suurenesid suhteliselt ühtlaselt sette sügavamates osades. Võrreldes teiste Eesti järvedega on Ca seotud P vorm väga väike. See on ka arusaadav, sest tegemist on pehme veega. Kaltsium on tugev fosfori siduja, kuid seda on Vana-Koiola järve settes vähe.



Joonis 5.2.2. Fosfori fraktsioonid ($\mu\text{gP/g KA}$) Vana-Koiola järve pealmises 39 cm paksuses settes.



Joonis 5.2.3. Fosfori fraktsioonide osakaalud (%) Vana-Koiola järve pealmises 39 cm paksuses settes.

Tabel 5.2.1. Eesti järvede sette pealmistes (ca 10 cm) kihtides mõõdetud fosfori fraktsioonide summad ($\mu\text{gP/g KA}$).

Järv	Kirjanduse viide	Fraktsioonide summa
Ruusmäe	Kruusement & Punning, 2000	5 200
Köstrejärv	Ott, 2006	3 230
Arbi	Kisand, 2008	4 356
Põlva paisjärve sissevool	Uri <i>et al.</i> , 2020	3 521
Vana-Koiola (pealmine 39 cm paksune kiht)	Käesolev uuring	1 463–2 200
Harku	Heinsalu, 1994	1 732
Martiska	Kisand, 2008	1 607
Neitsijärv	Galuzo, 2000	1 554
Viljandi	Ott <i>et al.</i> , 2006	1 269
Ahnejärv	Kisand, 2008	1 164
Verevi	Kisand, 2005	987
Peipsi	Kisand, 2008	869
Saadjärv	Ott, 2007	859
Kuradijärv	Kisand, 2008	777
Prossa	Kisand & Nõges, 2003	737
Kurtna Liivjärv	Kisand, 2008	712
Võrtsjärv	Nõges & Kisand, 1999	702
Vööla meri	Saar & Ott, I. 2013	930
Kaiavere	Kisand & Nõges, 2003	699

Sette fosforisisalduse analüüside tulemusena tuleb järeldada, et Vana-Koiola järves toimub olulisel määral sisekoormus. Sisekoormuse kvantitatiivse mahtu saaks arvutada juhul, kui on teada sette maht ja levik.

6 VANA-KOIOLA JÄRVE ÖKOLOOGILINE SEISUND

Uuringute metoodika on kirjeldatud mitmetes EMÜ PKI hüdrobioloogia ja kalanduse õppetooli läbiviidud väikejärvede projektides, nagu näiteks:

- Eesti väikejärvede hüdrobioloogiline seire ja uuringud. 2007–2021. Tellija Keskkonnaagentuur. Aruanded on avalikud [Keskkonnaseire portaalis KESE](#).
- Kuulmajärve maastikukaitseala järvede ökoloogilise seisundi hindamine. 2023. Ott, I (vastutav täitja). EMÜ PKI hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool. Tellija: Keskkonnaamet. Käsikiri 42 lk.

6.1 Järve üldised keskkonna - ja vee abiootilised omadused

Vana-Koiola järv on looduslikult pehmeveeline lähtejärv. EL Veepoliitika Raamdirektiivi järvede tüpologia järgi kuulub tüüpi S5 [„...veepeegli pindalaga alla 10 km², pehmeveelised (üldaluselisus <80 HCO₃⁻ mg/l, elektrijuhtivus <165 µS/cm), kloriidivaesed (kloriidide sisaldus kuni 25 mg/l), kihistumata veega, heledaveelised (neeldumiskoeffitsient 400 nm juures <4 m⁻¹, värvus <100° Pt-Co skaalal) järved...“]. Pindala on väike, 7,1 ha, kuid sügavus suur (maksimaalne 13,2, keskmine 5,1 m). Meie geograafilisel alal on selliste mõõtmatega järve veesammas kindlasti kihistunud. Kihistumise režiim, eriti veetemperatuuri ja hapnikusisalduse järgi, määravad väga palju ökosüsteemi talitluses. Vana-Koiola järve mõõtmed ja vee looduslikud omadused annavad vaid väga nõrga vastupanuvõime surveteguritele. Seda saab väljendada nt puhverdusvõime indeksiga (Ott & Kõiv, 2005; Laarmaa *et al.*, 2019). Vana-Koiolas on see väärtus 0,3 (hinnangu skaala: <20 väike; 20-40 keskmine; >40 suur). Järeldus - tegemist on väga tundliku ökosüsteemiga. Veesamba kihistumine muudab oluliselt aineringet ja toiteainete kättesaadavust. Kihistumise tugevaimal ajal (temperatuuri suurim erinevus vee pinna- ja põhjakihi vahel) on järve esmastoodang takistatud, sest toitesoolad on vee sügavamas osas „lukus“. Kihistumine takistab nende liikumist ülemistesse veekihtidesse. 2021. aastal proovide kogumise aeg oli üsna ebasobiv, sest juunis on tavaliselt nn selgevee periood, mil kevadised toiteainete varud on ära kasutatud, seda kasutanud elustik surnud ja veesambas allapoole või põhja vajunud. Ökoloogilise seisundi usaldusväärseks hindamiseks tuleks lähtuda vastavast keskkonnaministri määrusest (Pinnaveekogumite..., 2020), st järve peab uurima komplekselt, vee omadusi ja planktonit mitu korda kasvuperioodil, aga muid elustikurühmi ühekordselt.

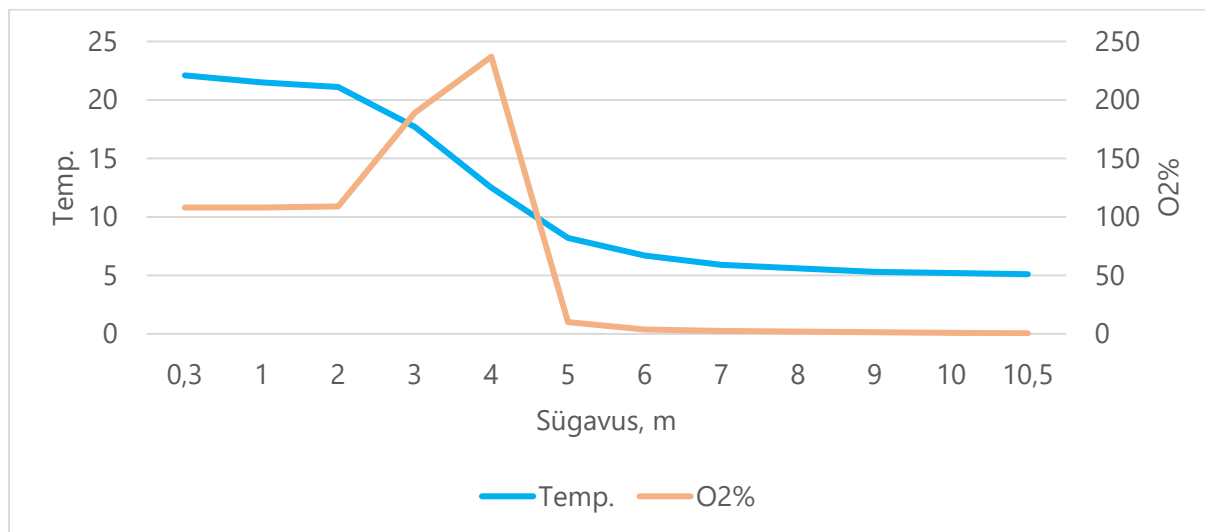
Antud uuringus koguti veeproove esimest korda 17. juunil 2021. aastal järve sügavaima osa veesambast. Kogu veesambas mõõdeti temperatuur, hapniku sisaldus,

vesinikeksponent, hägusus, redokspotentsiaal, elektrijuhtivus, lahustunud ainete sisaldus. Selgitati vee läbipaistvus ja värvus. Vee keemiliste omaduste hindamiseks koguti veesambast kolmest kihist (pinnakiht, hüppekiht ja põhjalähedane kiht) kolm proovi määramaks üldlämmastiku, ammooniumi, üldfosfori sisaldust ja üldaluselisust.

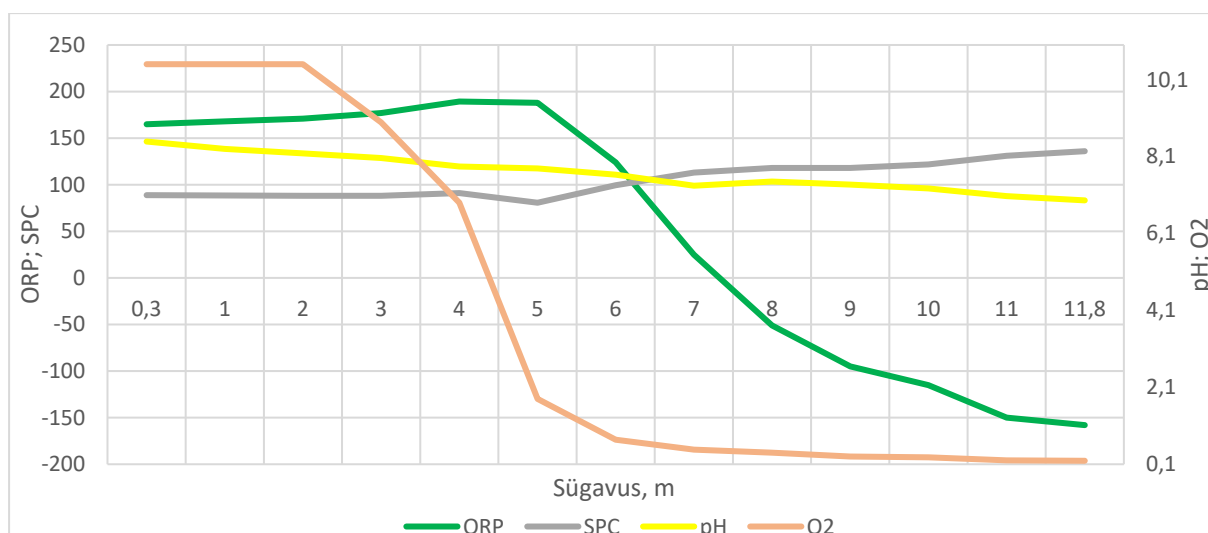
Tabelis Tabel 6.1.1 ja joonistel Joonis 6.1.1, Joonis 6.1.2 ning Joonis 6.1.3 on esitatud veesamba omaduste tulemused. Veesammas on teravalt kihistunud. Väga ilmekad on näitajate väärtused 3–5 m vahemikus. Hapnikuküllastus 237% nelja meetri sügavusel on erakordselt suur väärtus (Joonis 6.1.1). Seda põhjustab hapniku parem lahustuvus külmemas vees, aga eelkõige seal toimuv planktonvetikate tekitatud intensiivne fotosüntees. Hapnikusisalduse väga oluline muutus nelja ja viie meetri vahel kaasneb hägususe tõusuga viiendal meetril. Kolme ja poole meetri sügavusest võetud veeproovi pudelist eraldus hapnik kihisevate mullidena. Viiendale meetrile on vajunud lagunev planktoni mass. Järve veesamba teravast kihistusest annavad tunnistust ka elektrijuhtivus, redokspotentsiaal ja vesinikeksponent. Viimase suurim väärtus 4 m sügavusel on taas erakordselt kõrge. pH väärtust üle üheksa loetakse kalade elu kahjustavaks. Nii suur pH väärtus on tingitud intensiivsest fotosünteesist. Pehmeveelises järves on nõrk karbonaatne puhversüsteem, mille tõttu toiteainete ülekülluse juures intensiivse fotosünteesi- ja lagunemisprotsessidega kaasnevad suured pH väärtuste kõikumised, mis omakorda mõjutavad kahjustavalt loomadele. 2022. aasta juulis oli hapnikusisalduse jaotus erinev 2021. aasta juunist (Joonis 6.1.1 ja Joonis 6.1.2), sest metalimnionis ei ole hapnikuküllastuse suurenemist. Suve keskpaigaks on juba ka metalimnionis olnud toiteained ära tarvitatud ja toimub lagunemine, neelates hapnikku. Redokspotentsiaali madalad väärtused (redutseerivad tingimused) ja hapnikuvaegus on ligikaudu pool sügavamast veesamba osast (Joonis 6.1.2), viidates suurele reostusele.

Tabel 6.1.1. Vee omadused Vana-Koiola järve veesambas 17. juunil 2021. a.

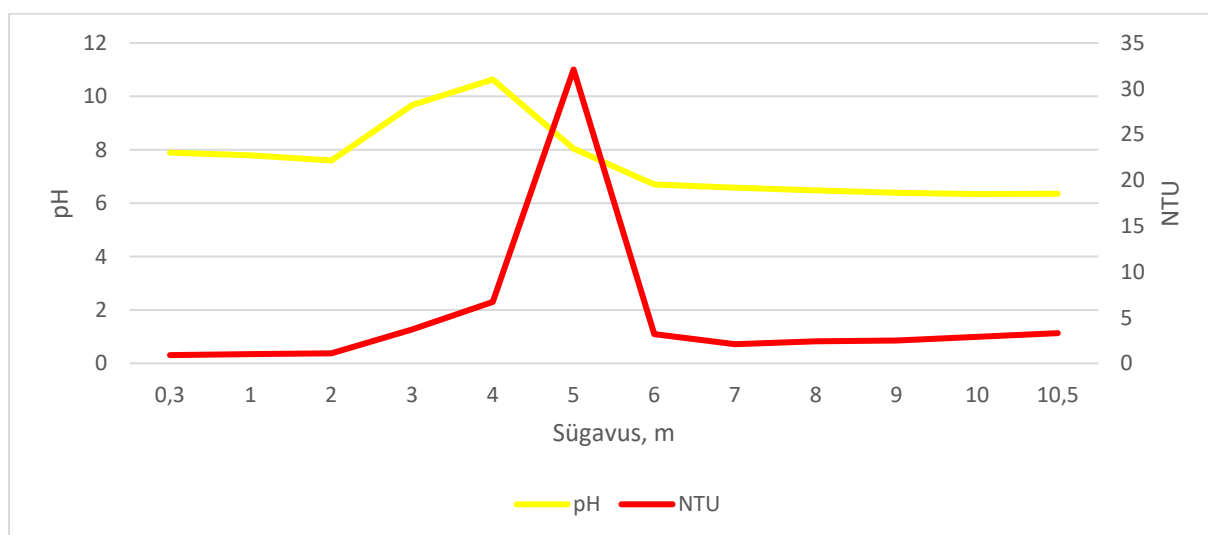
Sügavus, m	Temperatuur, °C	O ₂ %	O ₂ , mg/l	Elektrijuhtivus μS/cm	Lahustunud ainete sisaldus, mg/l	pH	Redokspotentsiaal	Hägusus, nefelomeetriline ühik
0,3	22,1	108	9,54	80	56	7,89	140	0,9
1	21,5	108	9,52	80	56	7,79	84	1
2	21,1	109	9,67	80	56	7,6	107	1,1
3	17,7	189	17,6	77	58	9,67	96	3,7
4	12,5	237	25,2	84	83	10,63	95,5	6,7
5	8,2	10	1	57	55	8,04	127	32,1
6	6,7	3,8	0,45	55	55	6,7	47	3,2
7	5,9	2,5	0,3	54,8	55	6,58	29	2,1
8	5,6	2	0,2	55,2	57	6,48	18,6	2,4
9	5,3	1,4	0,18	56,6	59,3	6,39	-47	2,5
10	5,2	0,9	0,11	59,8	62	6,34	-98	2,9
10,5	5,1	0,5	0,07	62,2	65	6,35	-97	3,3



Joonis 6.1.1. Temperatuuri ja hapniku jaotus Vana-Koiola järve veesambas 17.06.2021.



Joonis 6.1.2. Hapnikusisalduse (mg/l), erijuhtivuse (SPC, $\mu\text{S/cm}$), pH ja redokspotentsiaali (ORP) vertikaalne jaotus Vana-Koiola järves 18.07.2022.



Joonis 6.1.3. Hägususe (NTU) ja pH jaotus Vana-Koiola järve veesambas 17.06.2021.

Vee läbipaistvus oli 2021. aastal 2,8 m (hinnang: kesine) ja värvus kollakasroheline. 2022. aasta juulis oli läbipaistvus 1,7 m (hinnang: halb) ja värvus rohekaskollane. Seda tüüpi järvedes on vee läbipaistvuse hea tase 3–5 m.

Toiteainete sisalduste ja üldaluselisuse andmed on esitatud tabelis Tabel 6.1.2. Üldaluselisuse väärtused näitavad pehmevelisust (järvedes piir pehme- ja karedaveeliste vahel on 80 mgHCO₃/l). Üldfosfori ja -lämmastiku näitajaid kasutatakse ökoloogilise seisundi hindamisel ja ammooniumi sisalduse hindamist keemilise seisundi hindamisel. Viimase puhul on vaid kaks kvaliteedi klassi (hea ja halb).

Ökoloogilise seisundi hindamisel on kvaliteediklasse viis (väga hea, hea, kesine, halb, väga halb). Ainult ammooniumi sisalduste väärtused pinna- ja hüppekihis on vastuvõetaval tasemel. See on kasvuperioodi kohta loogiline tulemus, sest ammooniumioon kasutatakse väga kiiresti ära esmasprodutsentide poolt. Sügavamates kihtides on esmasprodutsentidele valgust vähem. Vana-Koiola järve sügavamates kihtides on suhteliselt palju planktonit, aga ammooniumi kogused on väga suured. Plankton ei suuda seda „küllust“ ära kasutada. Ka see tõendab, et seisund on väga halb.

Tabel 6.1.2. Vee läbipaistvus ja toiteainete sisaldused Vana-Koiola järves 17.06.2021. ja 18.07.2022. Hinnangud: roheline – hea; kollane – kesine; punane – väga halb.

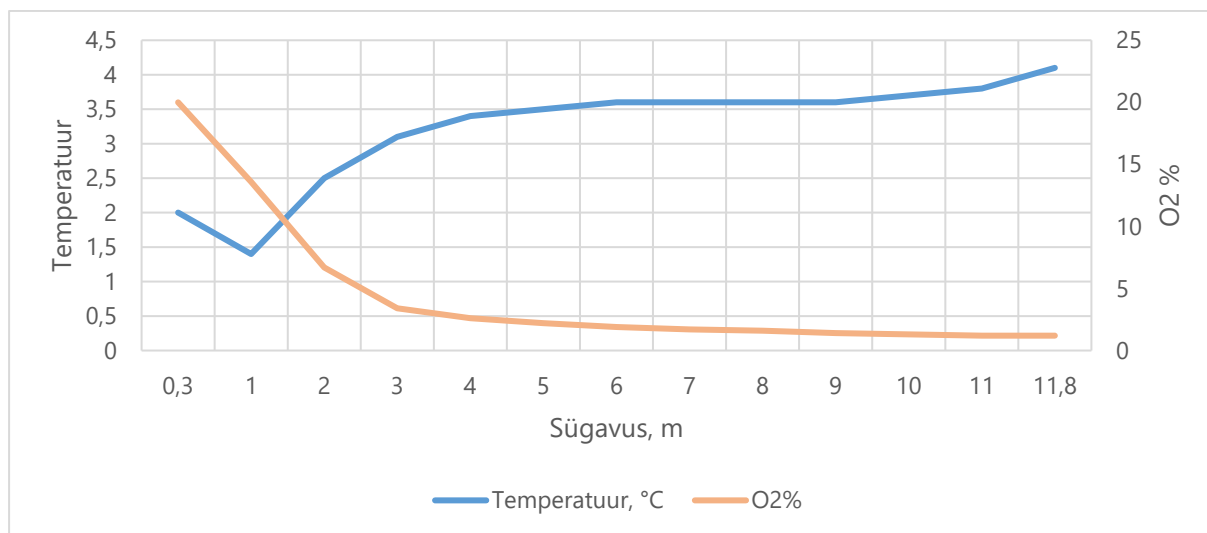
2021	Pind	Hüppekiht	Põhi
Läbipaistvus, m	2,8		
üldN, mg/m ³	1 050	1 200	1 530
N-NH ₄ , mg/m ³	4	4	710
üldP, mg/m ³	38	57	145
Üldaluselisus, HCO ₃ , mg/l	37	43	49
2022	Pind	Hüppekiht	Põhi
Läbipaistvus, m	1,7		
üldN, mg/m ³	1 070	1 120	2 370
üldP, mg/m ³	33	37	246
Üldaluselisus, HCO ₃ , mg/l	43	43	67

Vee omaduste alusel on ökoloogiline seisund Vana-Koiola järves halb.

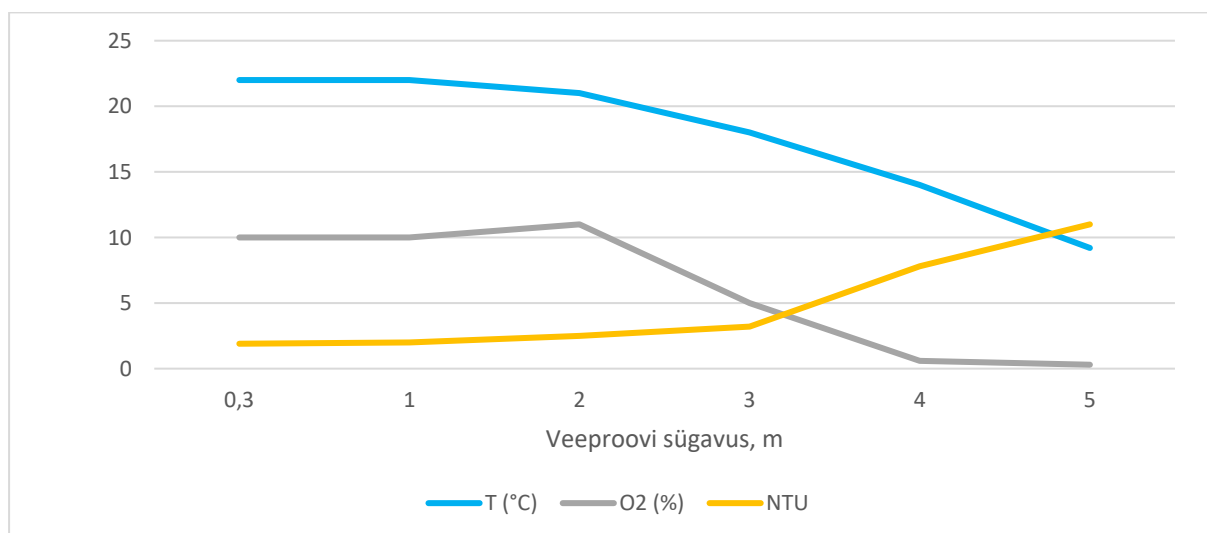
Vee omadusi mõõdeti ka 2023. a. talvel 10. märtsil. Hapnikuolud olid halvad kogu veesambas (Joonis 6.1.4). Alates kahest meetrist sügavamale oli hapnikusisaldus <1 mg/l. Kahemeetrilises pinnakihis oli hapnikku vaid 1,9-2,7 mg/l. Kaladele on ohtlik kontsentratsioon <5 mgO/l. Sondiga mõõdeti vee omadusi ka suvel (21.08.2023; Joonis

6.1.5). Kui vee kahemeetrilises pinnakihis on hapniku oluline üleküllastus, siis metalimnioni õhukeses kihis see väheneb drastiliselt. Sellises kitsas vahekihis hapniku kadumine on taas halva seisundi näitaja.

Vee omaduste algandmed on esitatud aruande lisas 2.



Joonis 6.1.4. Vee temperatuur ja hapnikuküllastus Vana-Koiola järve veesambas 10.03.2023.



Joonis 6.1.5. Vee temperatuur, hapnikuküllastus ja hägusus (NTU) Vana-Koiola järve veesambas 21.08.2023.

6.2 Hüdromorfoloogia hinnang

Vana-Koiola järve pindala on 7,1 ha, kaldajoone pikkus 1,3 km (Keskkonnaportaal.ee) ning kaldajoon on pigem vähe liigendatud (1,41). Suuremad sissevoolud puuduvad. Järve lõunaosast saab alguse Vana-Koiola oja.

Hüdromorfoloogilised vaatlused tehti järvel 21.08.2023 viies vaatluskohas (Joonis 6.2.1). Seisundi koondhinnang ning selle kujunemine on toodud tabelis Tabel 6.2.1



Joonis 6.2.1. Hüdromorfoloogilise seire vaatluskohad Vana-Koiola järvel (Aluskaart: Maa-amet 2023).

Tugevaid hüdroloogilisi häiringuid järvel ei esinenud. Märkida võib hooldekodu heitvee sisselasku, kuid selle hüdroloogiline mõju on väike. Kaldavöönd on metsane järve lõunaosas, teistes piirkondades esineb kuni paarikümne meetri laiune puude-põõsaste riba, või rohumaa. Taimkate on kogu kaldavööndi ulatuses olemas, kunstlikku materjali ei esine. Kalda-alalt erosiooni ei täheldatud. Litoraali osas olid setted enamasti turbased, vaid esimeses vaatluskohas esines liiv. Kolmandas vaatluskohas oli sette ülemine kiht (ca 30 cm) orgaanikarikas muda ning esines anoksia. Vahetutest inim mõjudest järve kaldavööndis tuleks välja tuua vähemalt pooltes vaatluskohtades esinenud ehitised, rohu- ja/või aiamaa, paadisillad/purded ning paadid. Kahe vaatluskoha vaateväljas oli ka teedeala.

Enamuse hüdro-morfoloogiliste kvaliteedielementide seisund hinnati heaks ning ka kokkuvõttes hinnati järve hüdro-morfoloogiline seisund kehtiva metoodika alusel heaks.

Tabel 6.2.1. Vaatluskohtade seisundihinnangud ja hüdro-morfoloogilise koondhinnangu kujunemine Vana-Koiola järves. Hinnangud: sinine – väga hea; roheline – hea; kollane – keskine.

Proovipunkti nr	P1	P2	P3	P4	P5	Hinnang	ÖKS
Hüdroloogia	1	1	1	1	1	1	1
Kaldavöönd	3	1	2	2	2	2	0,7
Kalda-ala	2	1	2	1	2	2	0,7
Litoraal	1	1	3	2	2	2	0,7
Inimmõju	3	1	1	2	3	2	0,7
Seisundi hinnang						hea	
EQR keskmine:							0,76

6.3 Fütoplankton

2021. aastal tehtud uuringud

Fütoplanktoni liigiline koosseis oli suhteliselt mitmekesine, kokku leiti 48 liiki. Kvalitatiivse proovi üldvaade on esitatud fotol Foto 6.3.1. 48 liiki on sellise järvetüübi kohta suur kogus. Järelikult on isegi selgeveelise fenofaasi kohta toiteainete ressurss suur. Tabelis Tabel 6.3.1 on esitatud fütoplanktoni analüüsi kvantitatiivsed tulemused. Värvitud lahtrites on näitajate väärtused, mida kasutatakse ökoloogilise seisundi hindamiseks vastavalt keskkonnaministri määrusele. Teiste näitajate kohta on hinnang esitatud tekstis. Oluline on rõhutada, et veesambas olid erinevates kihtides erinevad kooslused, mis on iseloomulik kihistunud veekogule. Kõikides kihtides domineerisid potentsiaalselt toksilised sinivetikad. Liikide arv on kihtides erinev ja suurim hüppekihis, kus on head tingimused mikrovetikatele. Selles kihis on ka suurim biomass, mille väärtus on sõltumata järvetüübist üle Eesti keskmise. Seda tüüpi järvedes oleks normaalne ca kolm korda väiksem tulemus. Klorofüll *a* (peamine fotosünteesi pigment,

millega saab ka vetikate kogust hinnata) sisaldus on üsna loogiline. Põhjaproovis fütoplanktoni biomassi väärtus võib olla alahinnatud. Mikroskoobis oli palju pikoplanktonit, mis samuti fotosünteesib, aga liike taolisel viisil määrata ei saa. Pikoplanktoni kogust pole fütoplanktoni biomassi hulka antud juhul arvestatud. Üldistatult näitab fütoplankton uuritud proovide alusel kesist või halba seisundit.



Foto 6.3.1. Vana-Koiola järve fütoplankton 17.06.2021. Vaade mikroskoobist 200x suurendusega. Foto: I. Ott.

Kalda lähedal paadiga liikudes oli taimedel näha väga laia ja tihedat pealiskasvu (perifüütonit ja makroniitvetikaid, Foto 6.3.2, Foto 6.3.3), mis mattis nii tihedalt suurtaimed ja osjad, et nad paistsid olevat kahjustatud. Makroniitvetikate mitmekesisus oli suur. Leidus perekondade *Mougeotia*, *Spirogyra* ja *Cladophora* liike. Neist karevetikas *Cladophora* on toiteaineterikaste vete indikaator. Suurtes kogustes pealiskasvu on halva ökoloogilise seisundi näitaja. Nii paksu pealiskasvu on harva näha. Kuna toiteaineid paistab olevat piisavalt kõikidele primaarprodutsentidele, nii fütoplanktonile, pealiskasvule, makroniitvetikatele kui ka suurtaimedele, siis järve ökoloogiline seisund ei ole kindlasti paremates kvaliteedi klassides.



*Foto 6.3.2. Perifüüton ja makroniitvetikad Vana-Koiola järve kaldavees 17.06.2021.
Foto: I. Ott.*

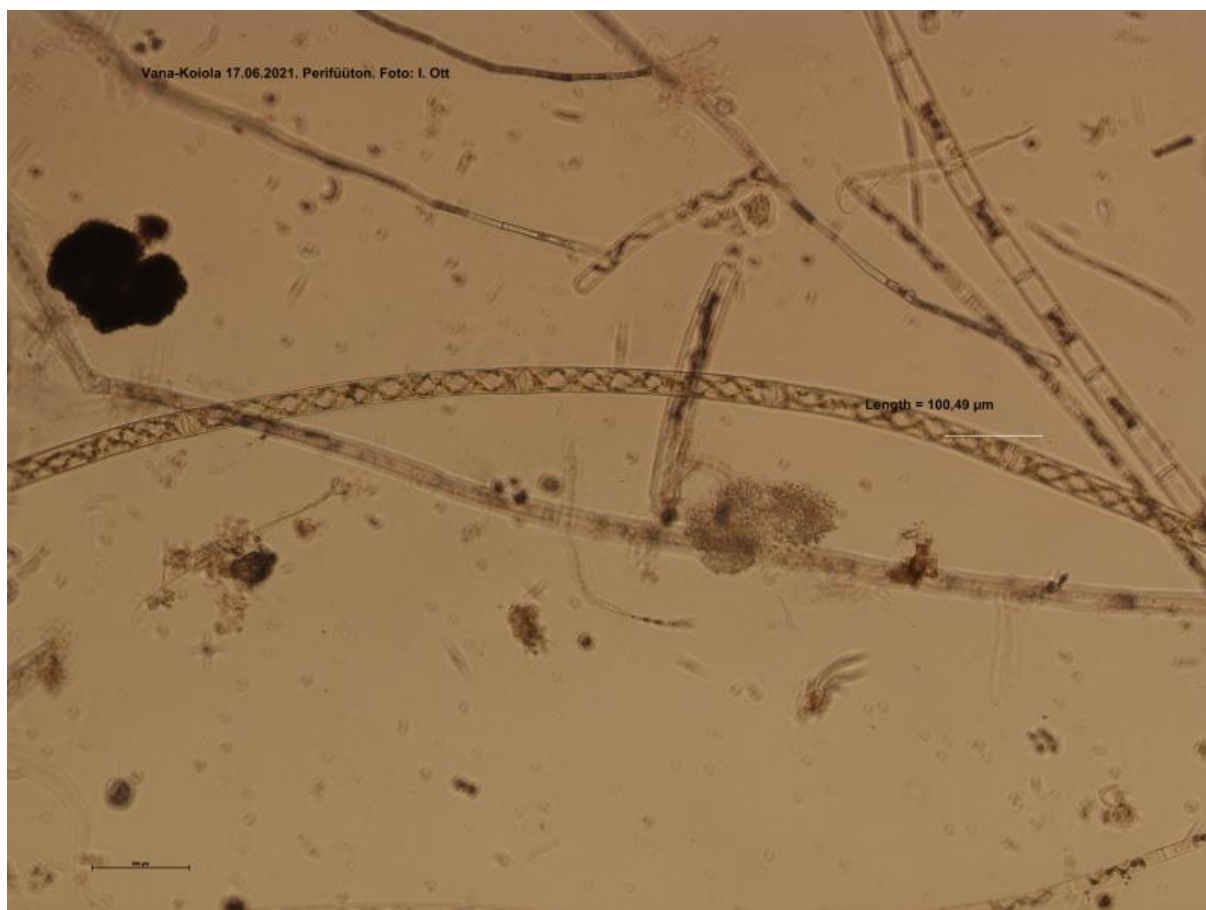


Foto 6.3.3. Makroniitvetikad Vana-Koiola järvest 17.06.2021. Vaade mikroskoobist 100x suurendusega. Foto: I. Ott.

2022. aastal tehtud uuringud

Sellel aastal uuriti fütoplanktonit kuu aega hiljem võrreldes 2021. aastaga. Kihistuva järve fenofaasis on see planktoni jaoks oluline ajaline vahe. Reeglina on neis juulis kõige teravam veesamba kihistumine, st suurimad pinna- ja järve põhjavee temperatuuri erinevused ja sellega kaasnevad mitmed teised nähtused. Väikese pindalaga sügavates järvedes (peale Vana-Koiola nt Verevi järv Elvas) on suvise veesamba kihistuse ajal liigiline koosseis veekihtides väga erinev. Suurim esmasproduksioon võib olla isegi hüppekihi alumises, valgustatud osas. Kesksuvel võib olla vee pinnakiht (epilimnion) fütoplanktonist vaene, kuid nõ rikutud järvedes annab liigiline koosseis selles kihis siiski teavet järve ökoloogilise olukorra kohta.

Liigiline koosseis oli mitmekesine, kokku leiti 59 liiki, mis on looduslikult pehmeveelise lähtejärve kohta päris palju ja näitab toiteainete liigküllust. Fütoplanktoni üldistatud näitajad on esitatud tabelis Tabel 6.3.1 ja pigmentide väärtused tabelis Tabel 6.3.2. 2022. aastal on näitajate väärtused eelmise aastaga võrreldes ühtlasemad. Üldiselt on

fütoplanktoni näitajate väärtused eriti kihistunud järved üsna labiilsed, sest sõltuvad üsna otseselt keskkonnatingimustest ja toiteainete kättesaadavusest. 2021. aastal juunis võetud proovi aeg on limnoloogiliselt üldjuhul nn selgevee periood, kus kevadise veesamba segunemise järel on toiteainete varud pinnakihi suurel määral ammendatud ja põhjakihtidest juurde ei tule või tuleb väga vähe. Seepärast on ka fütoplanktoni biomass suurim 2021. aastal metalimnionis. 2022. aasta juulis suuri erinevusi mitme näitaja poolest ei ole va klorofüll a sisaldus põhjakihi. Seal on tegemist pikoplanktoniga, mida ei saa mikroskoobis vetikate morfoloogiliste tunnuste järgi määrata. Seega mõlemal aastal on loendusmeetodiga saadud biomass alahinnatud. Suurt pigmentide sisaldust näitab ka Lorenzen meetodiga saadud väärtus (Tabel 6.3.2). Fütoplanktoni lagupigment (feopigment) on põhjakihi väga suur – sinna vajunud fütoplanktoni kogus on suur.

Ökoloogilist seisundit näitab ja on väga paljudes riikides sel eesmärgil kasutuses sinivetikate protsent kogubiomassist. Vana-Koiola kahe viimase aasta proovides on see suur viidates halvale olukorrale. Peab ka rõhutama, et mitmed määratud sinivetikaliigid on potentsiaalselt võimelised tootma mürke.

Üldiselt on Vana-Koiola fütoplanktoni kooslus harvaesinev versioon laia levikuga eutrafentidest (suure toiteainete sisaldusega levivad), orgaanilist reostust (heitvett) näitavat ja samas ka järvetüübile iseloomulikest kitsa levikuga liikidest (Foto 6.3.4). Viimased saavad areneda kõige paremini terava veesamba kihistuse ajal, kui teatavates kihtides tekib toiteainete defitsiit.

2022. aasta pinnakihi oli sinivetikate kogus ja osakaal oluliselt suurem, kui aasta varem (Joonis 6.3.1, lisa 3). Liigirohked ja arvukad olid niitjate vormidega perekondade esindajad (*Dolichospermum sp.*, *Planktolyngbya sp.*, *Aphanizomenon sp.*, *Pseudanabaena sp.*). Ka liikide arv oli seda tüüpi järve jaoks väga suur (erinevates kihtides 11-14). Sinivetikate jaotus veesambas oli kahel järjestikusel aastal erinev – 2022. aastal oluliselt ühtlasem. See on samuti seotud eelmise juunikuise limnoloogilise selgevee perioodiga. Igal juhul on olukord looduslikust oluliselt erinev. Seda tüüpi järvedes peaks olema sinivetikate osatähtsus kogubiomassist väga väike.

Teiste suurte taksonoomiliste üksuste liikide arv, arvukus kui ka biomass olid sinivetikatest palju väiksemad. Pehmeveelisele järvele iseloomulikuna oli ränivetikaid vaid kaks liiki ja kogus tühine. Seevastu oli suhteliselt rikkalik seltside *Desmidiaceae* ja *Zygnematales* esindajate liikide arv ja osatähtsus. Neist esimesi peetakse pehme veega puhaste järvede indikaatoriteks. Teised on aga sageli pealiskasvuna eutrafentsete vete iseloomustajad. Selline erineva indikaatorlusega kooslus (sinivetikad ja desmidieed

koos) näitab ühest küljest suvise terava kihistuse mõju, aga teisalt seda, et ökoloogiline seisund pole väga kehv.

Järve sügavamates kihtides pääsevad mõjule rohke orgaanilise ainega kaasnevad silmviburvetikad ja algrohevetikatest *Dictyosphaerium elegans*. See viitab nii autohtoonsele orgaanilisele ainele kui ka heitveele.

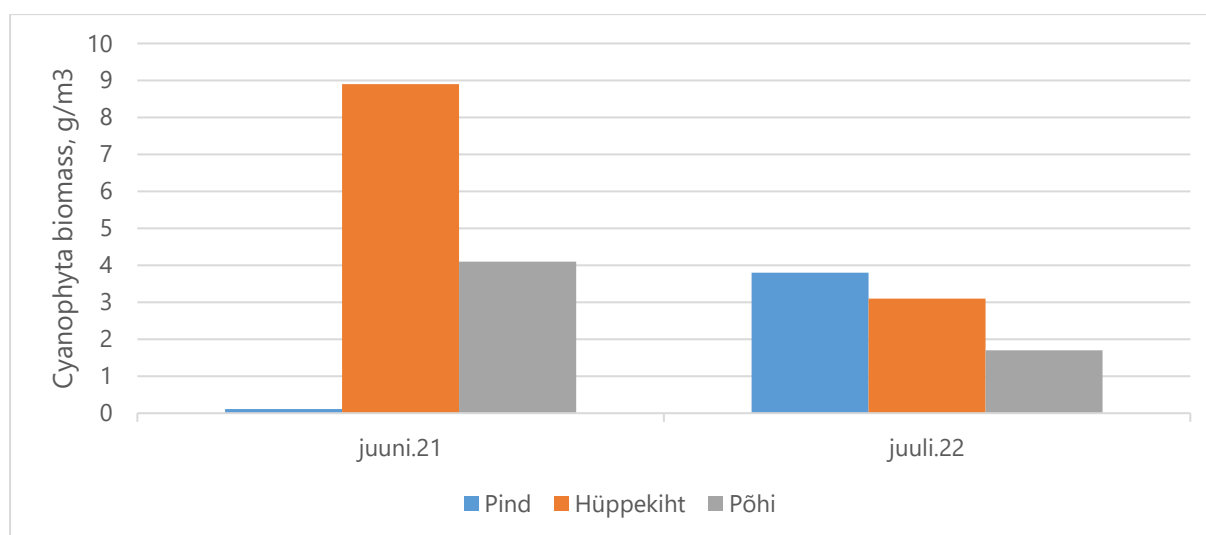
2022. aastal oli fütoplanktoni alusel Vana-Koiola järve ökoloogiline seisund kesine. Kahe aasta andmete alusel arvutatud ökoloogilise kvaliteedi suhe (ÖKS) on 0,55, mis on samuti kesine.

Tabel 6.3.1. Fütoplanktoni näitajate väärtused Vana-Koiola järves 17.06.2021. ja 18.07.2022. Hinnangud: sinine – väga hea; roheline – hea; kollane – kesine; oranž – halb; punane – väga halb.

Kuupäev	17.06.2021			18.07.2022		
Näitaja	Pind	Hüppe-kiht	Põhi	Pind	Hüppe-kiht	Põhi
Liikide arv loendusproovis	16	28	16	33	36	24
Klorofüll a sisaldus, mg/m ³	5	16	18	15	18	55
Biomass, g/m ³	0,4	9,3	4,2	4,7	3,9	2,2
Koosluse hinnang	hea	halb	halb	kesine	kesine	kesine
Fütoplanktoni koondindeks	1,33	5,75	17	2,9	2,3	3,2
Ühtluse indeks	0,81	0,343	0,220	0,73	0,68	0,69
Sinivetikate % biomassist	28,3	96,5	96,7	82,4	77,8	56,2

Tabel 6.3.2. Fütoplanktoni fotosünteesi pigmentide sisaldused (mg/m^3) 18.07.2022 Vana-Koiola järve proovides. J-H -Jeffrey-Humphrey järgi; L – Lorenzeni järgi. Chl – klorofüll; Pheo – feopigmendid; Car – karotinoidid.

Kiht	ChlaJ-H	ChlbJ-H	ChlcJ-H	ChlaL	Pheo	Car
Epilimnion	15,2	-0,2	1,1	14	1	5,1
Metalimnion	18,2	0,14	1,9	15,4	3,7	6
Hüpolimnion	54,6	70,3	-10	34,3	39,8	8,1



Joonis 6.3.1. Sinivetikate (tsüanobakterite) biomass Vana-Koiola järve veesambas 17.06.2021. ja 18.07.2022.

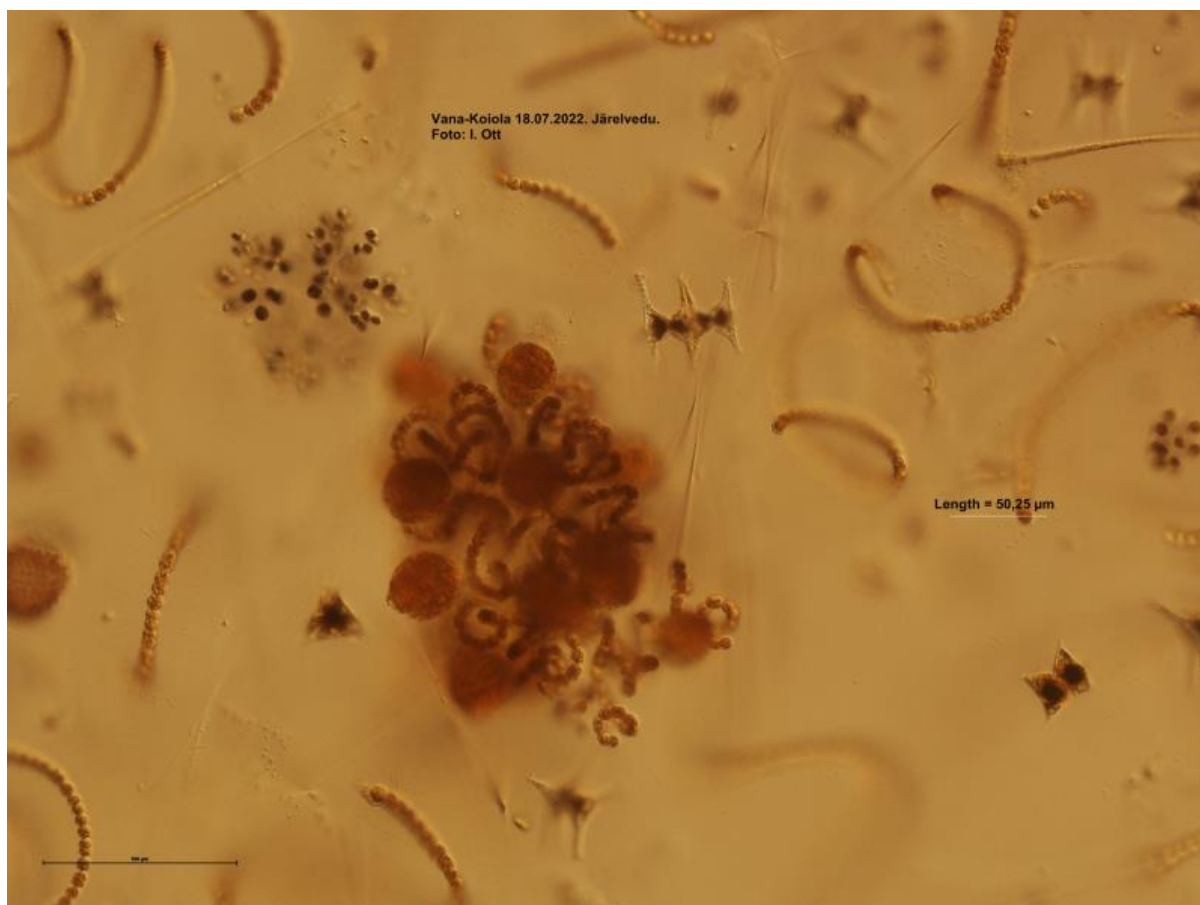


Foto 6.3.4. Vana-Koiola fütoplankton 18.07.2022. Järelveo proov (kvalitatiivne). Suurendus mikroskoobis 200x. Foto: I. Ott.

Märkimisväärselt on kohalikke elanikke häirinud ebameeldiva välimusega limaklombid, mis hõljuvad kaldavees, osalt ka pelagiaalis. Need on eelistatult bentilise eluviisiga sinivetikad (*Aphanothece stagnina*, Foto 6.3.5 ja Foto 6.3.6), mis moodustavad suuri kolooniaid. Selles koloonias on üksikud rakud asetunud ebasümmeetriliselt tihedasse ja ulatuslikku limasse. Kolooniad tõusevad vananedes veesambasse ja eritavad ebameeldivat lõhna. Tegemist on kosmopoliitse liigiga, kuid rohkem tuntud lõunapoolsetest piirkondadest. Need ei ole tervisele ohtlikud. Kirjanduses nimetatakse, et kultuuris kasvatatud sinivetikat võib teatud tingimustel kasutada isegi toidulisandina, meditsiinis ja kosmeetikas (Tandom et al., 2016).



*Foto 6.3.5. Vana-Koiola järve kaldavees hõljuv limane klomp - sinivetikas
Aphanothece stagnina 5.09.2022. Foto: I. Ott.*

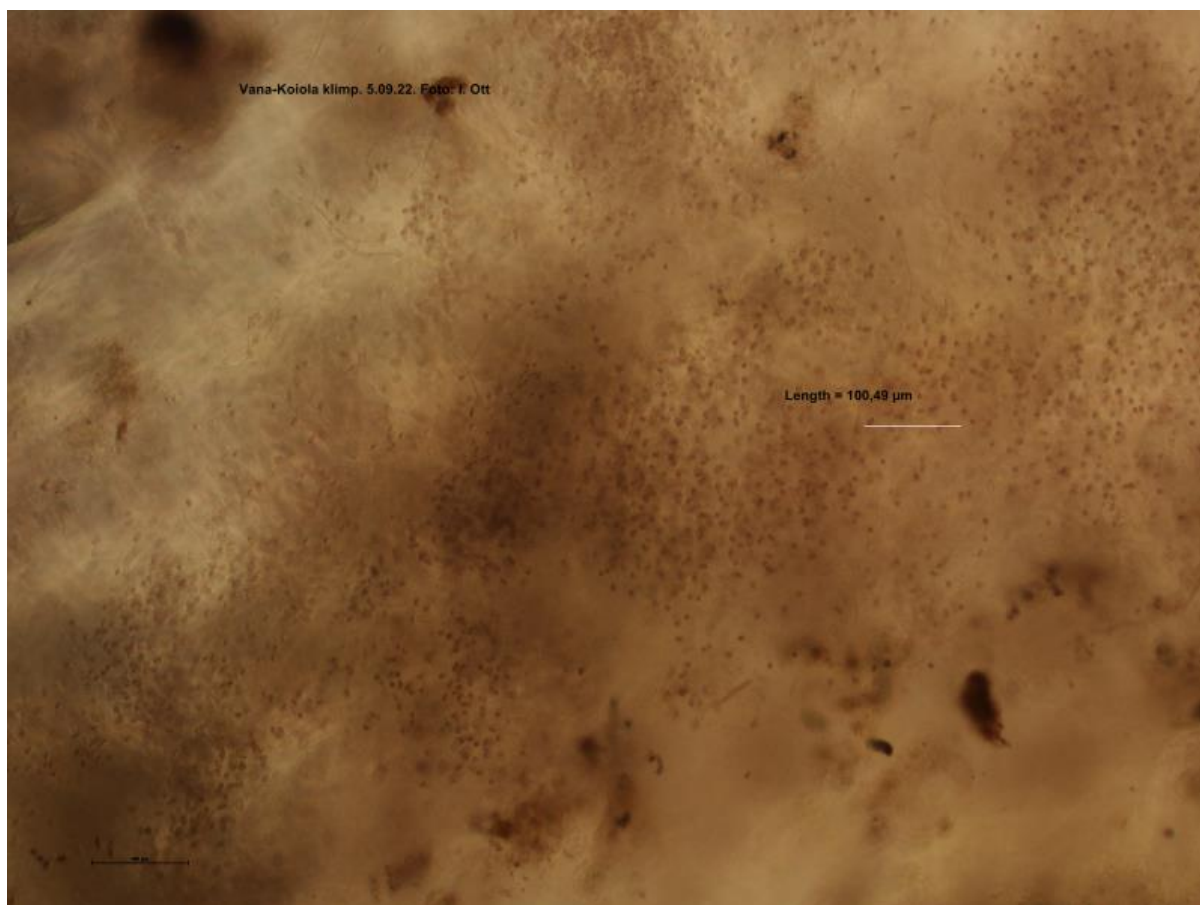


Foto 6.3.6. Sinivetikas *Aphanothece stagnina* Vana-Koiola järvest 5.09.2022. Suurendus mikroskoobis 100x. Foto: I. Ott.

6.4 Zooplankton

Ehkki zooplankterid on silmale vaevu märgatavad mikroskoopilised organismid, moodustavad nad veekogus väga olulise ning asendamatu elustikurühma. Zooplankton aitab transportida fütoplanktoni poolt toodetud orgaanilist ainet kõrgemate troofiliste tasemeteni - nt kaladeni. Kuna kõikide kalade maimud toituvad teatud eas zooplanktonist, siis määrab zooplanktoni hulk ja liigiline koosseis (toidu kvaliteet) oluliselt kalade edasise kasvuedukuse. Lisaks omab zooplankton kõrget indikatiivset väärtust veekogude troofsuse või ökoloogilise kvaliteedi hindamisel (Jeppesen et al., 2011). Seega on zooplanktoni analüüs veekogu seires väga oluline. Käesoleva peatüki eesmärk on hinnata nii Vana-Koiola järve ökoloogilist seisundit kui ka kalade toidubaasi läbi zooplanktoni andmeanalüüsi.

Zooplanktoni liigid ja dominandid

Eesti veekogudest on leitud umbes 200 erinevat kerilooma-, 70 vesikirbulise ning 70 aerjalgse liiki (Laarmaa jt, 2019). 2022.a. juulis leiti Vana-Koiola järvest 30 zooplanktoni taksonit: neist 16 kerilooma, 8 vesikirbulist ning 6 aerjalgset (Tabel 6.4.1). Väikese veekogu kohta oli Vana-Koiola järves liike küllaltki palju. Võrdluseks toome suure Peipsi järve, kus samal kuul (13.07.22) leidis pelagiaalses proovis 42 erinevat zooplanktoni taksonit. Tabelis Tabel 6.4.1 all on tärniga (*) välja toodud zooplanktoni taksonid, kes leidsid proovi järelvaatamisel (Petri tassi andmed). See on oluline info, mis annab parema ülevaate Vana-Koiola järve zooplanktoni liigilisest mitmekesisusest.

Üle poole (53%) Vana-Koiola proovist leitud taksonitest olid keriloomad (Tabel 6.4.1). On teada, et järve seisundi halvenedes (eelkõige troofsuse tõustes) keriloomade osakaal zooplanktonis suureneb. Seetõttu on keriloomade liigirikkus ja arvukus heaks bioloogiliseks indikaatoriks hindamaks järve seisundit (Mäemets, 1983; Wen, 2006). 2022. a. juulis leidis Vana-Koiola järves:

- 1) puhtamaid veekogusid eelistavad **oligo-mesotroofsed liigid**: keriloomadest *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*; vesikirbulistest *Daphnia cristata*.
- 2) **meso-eutroofsed liigid**, kes muutuvad arvukamaks veekogu troofsuse tõustes: keriloomadest *Kellicottia bostoniensis*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Polyarthra vulgaris*; vesikirbulistest *Diaphanosoma brachyurum*; aerjalgsetest *Thermocyclops oithonoides*.
- 3) **eutroofsed liigid**: keriloomadest *Filinia longiseta*, *Keratella tecta*, *Trichocerca cylindrica*, perekond *Trichocerca* liigid, perekond *Synchaeta* liigid; vesikirbulistest *Daphnia cucullata*, *Bosmina kessleri*, *Chydorus sphaericus* (*). On positiivne, et Vana-Koiola järves elavad üheskoos nii puhtamaid veekogusid eelistavad liigid, kui ka eutroofsed liigid. Paraku oli oligo-mesotroofsete liikide mitmekesisus väike ning nende arvukus väga madal. 2022. a. juulis olid Vana-Koiola zooplanktonis selges ülekaalus meso-eutroofsed ja eutroofsed liigid, mis viitab järve kesisele seisundile.

Tabel 6.4.1. Vana-Koiola järvest (18.07.2022) leitud zooplanktoni taksonid ning nende osakaal (%) kogu zooplanktonist. * proovi järelvaatamisel leitud liigid.

Keriloomad (53%)	Vesikirbulised (27%)	Aerjalgsed (20%)
<i>Chromogaster ovalis</i>	<i>Bosmina kessleri</i>	<i>Eudiaptomus gracilis</i>
<i>Conochilus unicornis</i>	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	<i>Thermocyclops oithonoides</i>

Keriloomad (53%)	Vesikirbulised (27%)	Aerjalgsed (20%)
<i>Filinia longiseta</i>	<i>Daphnia cristata</i>	Calanoida kopepodiit
<i>Kellicottia bostoniensis</i>	<i>Daphnia cucullata</i>	Cyclopoida kopepodiit
<i>Kellicottia longispina</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	Nauplius
<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Daphnia</i> spp juv.	
<i>Keratella quadrata</i>		
<i>Keratella tecta</i>		
<i>Polyarthra remata</i>		
<i>Polyarthra vulgaris</i>		
<i>Trichocerca capucina</i>		
<i>Trichocerca cylindrica</i>		
<i>Synchaeta</i> spp		
<i>Trichocerca</i> sp		
* <i>Asplanchna</i> spp	* <i>Chydorus sphaericus</i>	* <i>Mesocyclops leuckarti</i>
* <i>Trichocerca similis</i>	* <i>Leptodora kindti</i>	

Peale liigirikkuse on oluline analüüsida ka zooplanktoni dominantseid taksoneid. Dominandiks peame taksonit, kes moodustab kogu zooplanktoni arvukusest või biomassist vähemalt 20%. Veekogus domineerib takson, kellele sealsed keskkonnatingimused kõige paremini sobivad. Seega võime zooplanktoni arvukuse dominantide järgi järelada, millises seisundis on järv. Biomassi dominandid annavad meile lisaks järve seisundile aimu ka kalade toidubaasi kvaliteedist.

2022. a. juulis domineeris Vana-Koiola järve zooplanktoni arvukuses keriloom *Trichocerca cylindrica* (Foto 6.4.1 F), kelle arvukus kogu zooplanktonist moodustas 30%. *T. cylindrica* esineb planktonis aastaringsest, kuid tema arvukus tõuseb oluliselt soojadel suvekuudel. *T. cylindrica* on eutroofsete järvede ja tiikide levinud liik (Pontin, 1978), mistõttu tema domineerimine Vana-Koiola järves viitab veekogu kesisele seisundile.

Vana-Koiola juulikuises zooplanktoni biomassis domineerisid vesikirbulised *Daphnia cucullata* (Foto 6.4.1 D) ja *Diaphanosoma brachyurum* (Foto 6.4.1 C) – vastavalt 35% ja 26% kogu zooplanktoni biomassist. *D. cucullata* on Euroopas laialt levinud avavee plankter, keda seostatakse eutroofsete veekogudega (Błędzki & Rybak, 2016). Ka *D. brachyurum* on Euroopas hästi levinud vesikirbuline, kes asustab meso-eutroofseid veekogusid. Liik talub hästi kasinaid toidutingimusi (Błędzki & Rybak, 2016). Nii *D. cucullata* ja *D. brachyurum* on suured vesikirbulised, kes on seetõttu väärtuslik toidupala järves elavatele kalamaimudele. Peale nende oli planktonis veel teisigi suuri isendeid – nt Eudiaptomus gracilis, *Daphnia cristata* ja *Leptodora kindti*. Nad ei pääsenud küll biomassi dominantide hulka, kuid väärtuslikuks kalatoiduks on nad sellegipoolest. Kõikide kalade maimud toituvad zooplankteritest – mida rohkem on zooplanktonis suuremaid isendeid, seda kvaliteetsem on kalamaimude toidubaas. Vana-Koiola 2022. a. suvise zooplanktoni analüüsi põhjal võib oletada, et kalamaimud on toiduga piisavalt varustatud.

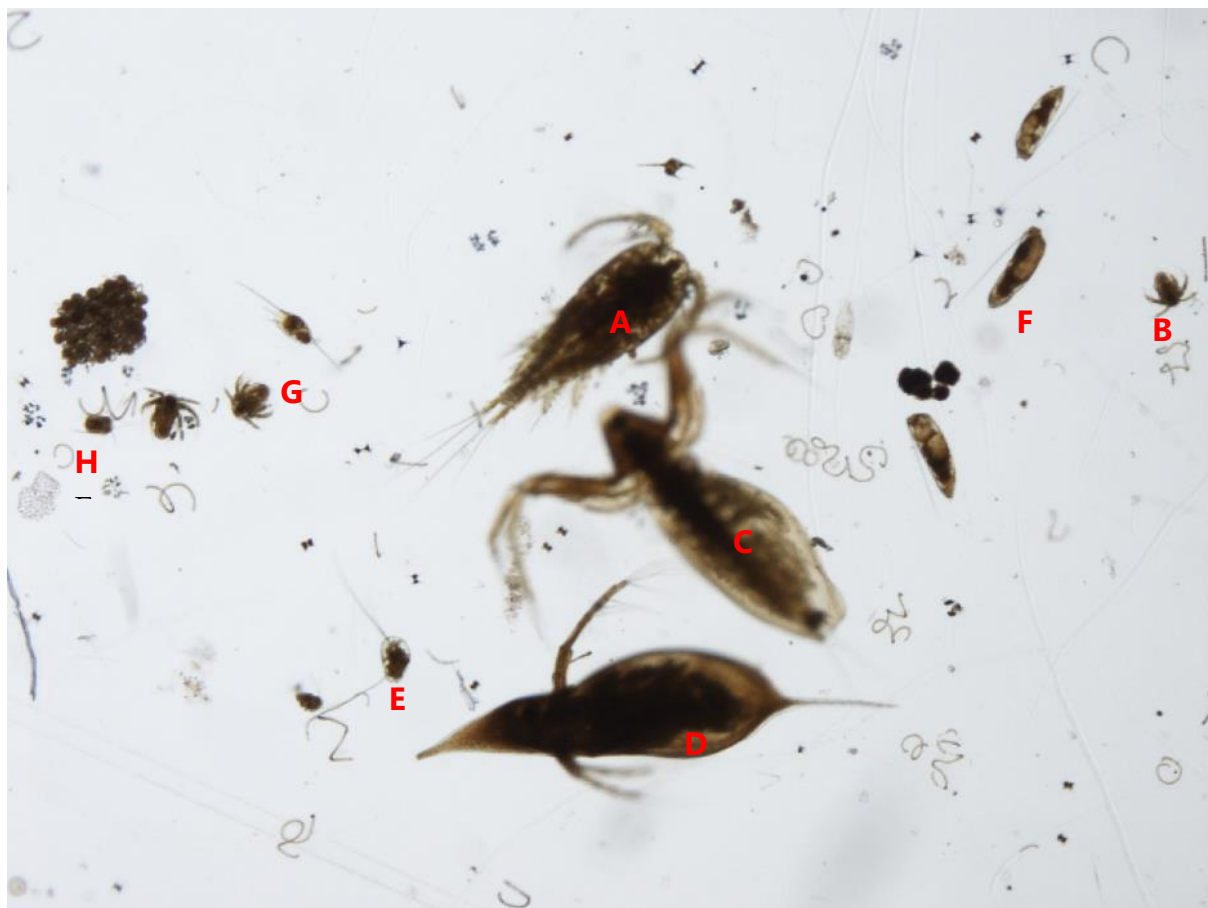


Foto 6.4.1. Mikroskoobi vaade Vana-Koiola suvisest (18.07.22) zooplanktoni proovist (60x suurendus). Aerjalgse noorjärgud: sõudikulise kopepodiit (A) ja nauplius (B). Vesikirbulised: *Diaphanosoma brachyurum* (C) ja *Daphnia cucullata* (D). Keriloomad: *Filinia longiseta* (E), *Trichocerca cylindrica* (F), *Kellicottia bostoniensis* (G), *Polyarthra* sp (H). Foto: K. Blank.

Zooplanktoni rühmad

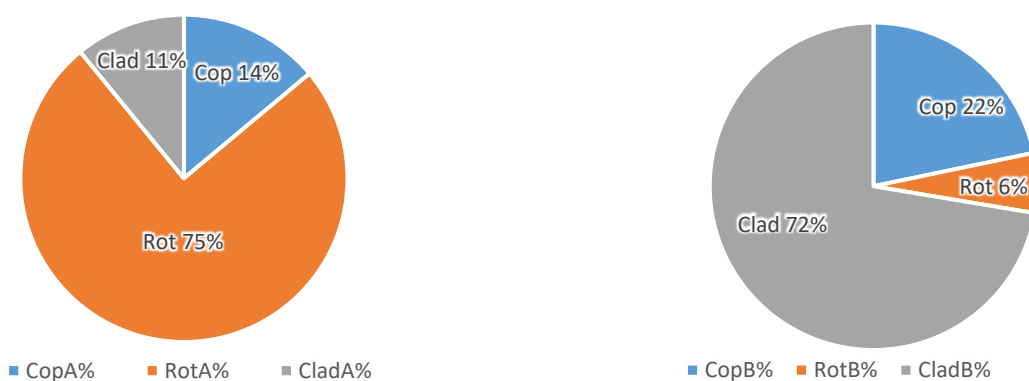
Vana-Koiola järve zooplankton koosnes kolmest erineva funktsionaalsusega rühmast: keriloomad (*Rotifera*), vesikirbulised (*Cladocera*) ja aerjalgsed (*Copepoda*).

Keriloomadel on lühike eluiga ja nad reageerivad väga kiiresti keskkonnamuutustele, mistõttu on nad väga olulised bioindikaatorid ja veekogu troofsuse näitajad (Demetraki-Paleolog, 2012). 2022. a. juulis oli Vana-Koiola järve keriloomade arvukus kõrge – 833 is/l (Tabel 6.4.2), mis moodustas koguni 75% kogu zooplanktoni arvukusest (Joonis 6.4.1 A). Samal kuul oli nt eutroofse Peipsi järve keskmise keriloomade arvukus oluliselt madalam – 180 is/l. Uuringud näitavad, et koos järve troofsuse tõusuga muutuvad keriloomad zooplanktoni seas arvukaks (Zhuge & Huang, 1993; Karabin et

al., 1997). Arvatakse, et keriloomade arvukus on oluliselt tundlikum troofsusseisundi indikaator kui selle liigiline koosseis (Wen et al., 2011).

2022. a. juulis leidis Vana-Koiola järves kerilooma liikidest kõige arvukamalt *Trichoceca cylindrica* (331 is/l), *Keratella cochlearis* (188 is/l) ja *Kellicottia bostoniensis* (125 is/l; Joonis 6.4.2). Nagu eespool mainitud, moodustab *T. cylindrica* (Foto 6.4.1 F) kogu zooplanktoni arvukusest märkimisväärse osa (30%) ning tegu on eutroofsete vete liigiga. *K. cochlearis* moodustas kogu zooplanktoni arvukusest 17%. Ta on maailmas üks levinuim keriloomaliik, kes on keskkonnatingimuste suhtes väga tolerantne ning seetõttu leidub teda erinevat tüüpi veekogudes (Telesh & Heerkloss, 2002). Ka *K. bostoniensis* (11% zooplanktonist; Foto 6.4.1 G) on väga kohanemisvõimeline liik, kes talub nii erinevat troofsust kui ka veekogu kriitiliselt madalat hapnikusisaldust (Bezerra-Neto et al., 2004). Shurganova et al. (2019) on leidnud, et *K. bostoniensis* eelistab aeglase veevahetusega sügavaid järvesid. Seega näib olevat Vana-Koiola järv sellele liigile igati soodne keskkond. Ehkki *K. cochlearis* kui ka *K. bostoniensis* leiduvad eri tüüpi järvedes, on nad siiski arvukaimad kõrgema troofsusega veekogudes.

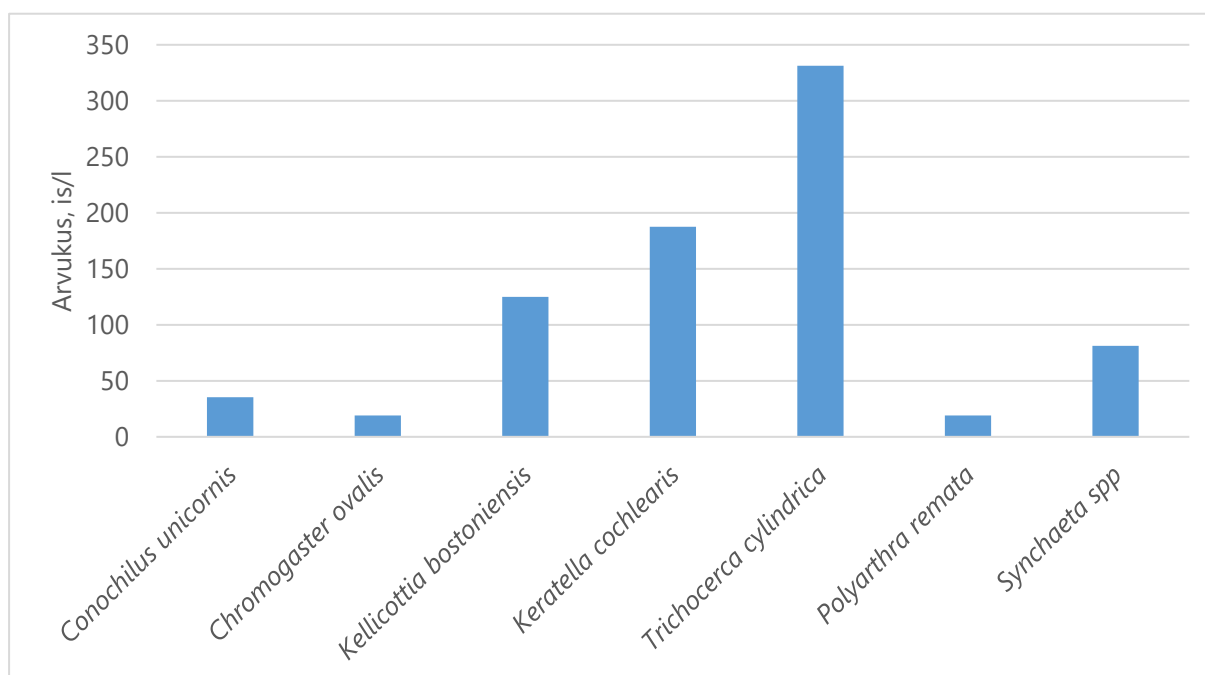
Vastupidiselt keriloomade arvukusele, oli nende biomass teiste zooplanktoni rühmadega võrreldes madalaim (Tabel 6.4.2). 2022. a. juulis oli Vana-Koiola järve keriloomade biomass 0,147 mg/l, mis moodustas kogu zooplanktoni biomassist vaid 6% (Joonis 6.4.1 B). Madala biomassi põhjuseks olid keriloomade väikesed mõõtmed – isendite pikkus jäi vahemikku 0,1-0,3 mm ning nende keskmine kaal oli kõigest 0,2 µg. On teada, et keriloomad on oluliseks esmaseks toiduks vastkoorunud kalavastsetele, kuid suurematele kalamaimudele ning täiskasvanud planktofaagidele on nad toiduks liiga väikesed.



Joonis 6.4.1. Vana-Koiola järve suvise (18.07.22) zooplanktoni rühmade arvukuse (A) ja biomassi (B) osakaal kogu zooplanktonist

Tabel 6.4.2. Vana-Koiola järve suvise (18.07.22) zooplanktoni rühmade arvukused ja biomassid.

Rühm	Arvukus, is/l	Biomass, mg/l
Keriloomad (Rot)	833	0,147
Aerjalgsed (Cop)	154	0,524
Vesikirbulised (Clad)	121	1,746



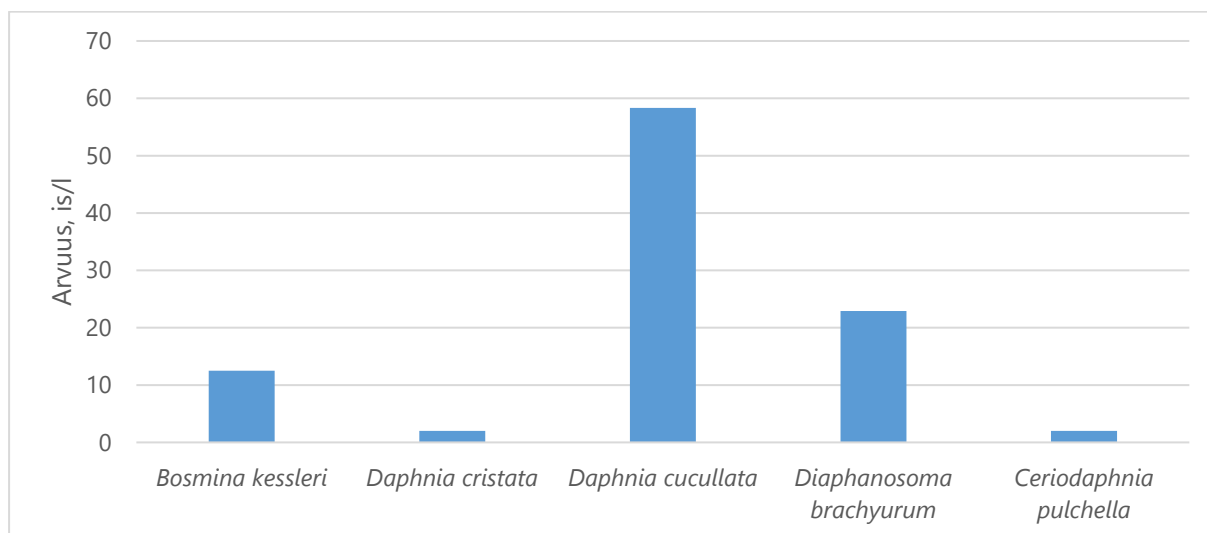
Joonis 6.4.2. Vana-Koiola järve suvise (18.07.22) zooplanktoni kõige arvukamad keriloomade taksonid.

Vesikirbulised on oluline zooplanktoni rühm. Kui suuri vesikirbulisi on vees arvukalt, tarbivad nad efektiivselt fütoplanktonit. Samal ajal on suured vesikirbulised eelistatud toiduobjektiks kalamaimudele. Seeläbi transpordivadki vesikirbulised orgaanilise aine ning energia primaarprodutsentidest kaladeni.

2022. a. juulis oli Vana-Koiola järve vesikirbuliste arvukus võrreldes teiste rühmadega madalaim – 121 is/l (Tabel 6.4.2), mis moodustas 11% kogu zooplanktonist (Joonis 6.4.1 A). Kõige arvukamalt olid vesikirbuliste seas esindatud liigid *Daphnia cucullata* (foto 6.4.1D), *Diaphanosoma brachyurum* (Joonis 6.4.1 C) ja *Bosmina kessleri* (Joonis 6.4.3). *D. cucullata* on eutroofsete vete liik (Błędzki & Rybak, 2016) ja ta moodustas

vesikirbuliste arvukusest 48%. Tema osakaal kogu zooplanktoni arvukusest oli tänu suurele keriloomade hulgale tagasihoidlik – 5%. Ka *B. kessleri*’t (Koff et al., 2016) ja *D. brachyurum*’it (Błędzki & Rybak, 2016) seostatakse eutroofsete veekogudega, ehkki viimast võib leida ka puhtamate veekogudest. Vana-Koiola suvise zooplanktoni seas leidis piisavalt suuri vesikirbulisi (nt *L. kindti*, *D. cucullata*, *D. cristata*, *D. brachyurum*), kes on väärtuslikuks toiduks planktontoidueas olevatele kalamaimudele või täiskasvanud planktofaagidele.

Vana-Koiola suviste vesikirbuliste seas domineerisid suured liigid – vesikirbulise pikkus jäi vahemikku 0,4-0,8 mm ning keskmine isendi kaal oli 14,4 µg (s.o 4x suurem kui aerjalgne ning 72x suurem kui keriloom). Seetõttu oli 2022. a suvine vesikirbuliste biomass teiste rühmadega võrreldes kõrgeim – 1,748 mg/l (Tabel 6.4.2). Vesikirbulised moodustasid zooplanktoni biomassist olulise osa – 72% (Joonis 6.4.1 B).



Joonis 6.4.3. Vana-Koiola järve suvise (18.07.22) zooplanktoni kõige arvukamad vesikirbuliste liigid.

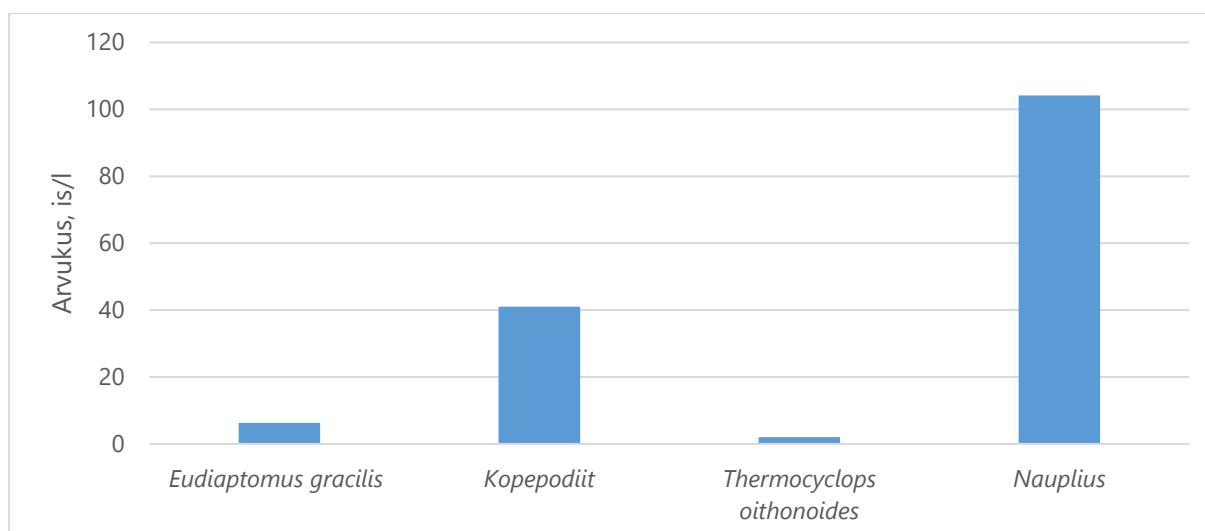
Aerjalgsed on zooplankterid, kes läbivad moondega arengu. Seetõttu kohtame planktonis sagedasti nende noorvorme – naupliuseid ja kopepodiite. Täiskasvanud aerjalgsed on tähtsad kalade toiduobjektid, kuid teistest zooplankteritest toitujatena on nad ühtlasi ka kalamaimude toidukonkurendid (Ibnejeva, 1983).

2022. a. juulis oli Vana-Koiola järve aerjalgsete arvukus 154 is/l (Tabel 6.4.2), mis moodustas kogu zooplanktoni arvukusest 14% (Joonis 6.4.1 A). Tänu keriloomade kõrgele arvukusele jäid nii vesikirbuliste kui ka aerjalgsete arvukuse osakaal planktonis kesiseks (Joonis 6.4.1 A). Kõige arvukamalt esindasid aerjalgseid nende noorvormid –

naupliused (Foto 6.4.1 B), aga ka kopepodiidid (Foto 6.4.1 A; Joonis 6.4.4), kes koos moodustasid kogu aerjalgsete arvukusest koguni 95%. Naupliuste tugev domineerimine näitab, et aerjalgsetel oli suur paljunemiskiirus, kuid madal ellujäämismäär. Selle tulemuseks oli planktonis vähe täiskasvanud isendeid ning palju naupliuseid. Suure tõenäosusega on tegu röövlomade (nt kalamaimude) tugevast survest aerjalgsetele (Nogueira et al., 2008). Lisaks on naupliused eutroofsetes vetes hästi kohastunud, kuna nende filtertoidulise arengustaadiumi tõttu suudavad nad tarbida toiduks baktereid ja orgaanilist pudet (detriiti), mida on palju just toiteaineterikastes veekogudes (Turner & Tester, 1992). Seega on naupliuste ohtrus seotud nii järve eutroofse seisundi kui kalapressiga.

Täiskasvanud aerjalgseid oli planktonis väga vähe – leidis hormikuline *Eudiaptomus gracilis* ja sõudikuline *Thermocyclops oithonoides* (Joonis 6.4.4). *E. gracilis* on Euroopa levinuim hormikuline. Teda leiab eri troofsusega veekogudest, kuna on eutroofsete tingimuste suhtes väga tolerantne (Błędzki & Rybak, 2016). *T. oithonoides* on hästi levinud soojaveeline liik, keda leiab samuti eri troofsusega järvedest. Veekogu troofsuse tõusuga nende arvukus tõuseb (Veldre ja Mäemets, 1956; Błędzki & Rybak, 2016).

2022. a. juulis oli Vana-Koiola järve aerjalgsete biomass 0,524 mg/l. Ehkki aerjalgsed on sarnaselt vesikirbulistega suured plankterid, jäi nende biomass võrreldes vesikirpudega siiski oluliselt tagasihoidlikumaks (Tabel 6.4.2). Põhjusteks olid täiskasvanud aerjalgsete vähesus ning tugev naupliuste hulk planktonis (Joonis 6.4.4). Kui täiskasvanud *E. gracilis*’e pikkus on umbes 1 mm, siis naupliuse pikkus jääb vahemikku 0,1–0,2 mm. See põhjustaski aerjalgsete väikese biomassi.



Joonis 6.4.4. Vana-Koiola järve suvise (18.07.22) zooplanktoni kõige arvukamad aerjalgsete taksonid.

Zooplanktoni rühmad (keriloomad, vesikirbulised, aerjalgsed) kokku moodustavad kogu metazooplanktoni arvukuse ja biomassi. 2022. a. juulis olid nii zooplanktoni arvukus kui ka biomass suured, vastavalt 1108 is/l ja 2,417 mg/l. Suure arvukuse põhjustasid keriloomad, suure biomassi aga vesikirbulised. Zooplanktoni hulka ning liigilist koosseisu mõjutavad mitmed keskkonnategurid ning nende tegurite koosmõju. Suvekuudel on olulisemateks neist veetemperatuur ja toit (vetikate hulk ja sobivus toiduks), mistõttu on sel perioodil enamasti zooplanktoni maksimumväärtused.

Hinnang järve seisundile

Vana-Koiola suvine (18.07.22) zooplanktoni analüüs näitas, et üle poole määratud zooplanktoni taksonitest olid keriloomad. Ka keriloomade arvukus kogu zooplanktonis oli suur (75%). On teada, et järve seisundi halvenedes (eelkõige troofsuse tõustes) keriloomade osakaal zooplanktonis suureneb. Vana-Koiola järves eksisteerivad koos nii puhtamaid veekogusid eelistavad liigid, kui ka eutroofsed liigid. Paraku olid selges ülekaalus meso-eutroofsed ja eutroofsed liigid. Zooplanktoni arvukuses domineeris (30% kogu zooplanktonist) eutroofsete vete keriloom *Trichocerca cylindrica*. Zooplanktoni biomassis leidsu suuri isendeid (*Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eudiaptomus gracilis*, *Daphnia cristata*, *Leptodora kindti*), kes on väärtuslik toidupala järves elavatele kalamaimudele. Eelpooltoodut arvesse võttes hindame Vana-Koiola järve 2022. a. suvist seisundit kesiseks. Kalade toidubaasi hindame heaks.

6.5 Fütobentos

Vana-Koiola järvest määrati 41 taksonit bentilisi ränivetikaid (lisa 4). Dominant ei eristunud, kuid arvukalt olid esindatud *Achnanthyidium minutissimum*, *Nitzschia acidoclinata* ja *Eolimna minima*, viimati nimetatud on väga tugeva orgaanilise reostuse näitaja. Ränivetikaindeksitest viitas IPS ((Indice Polluosensitivité Spécifique (Specific Polluosensitivity Index) (Coste in CEMAGREF 1982)) ja TDI ((Trophic Diatom Index (Kelly & Whitton 1995)) heale kuid WAT (Watanabe indeks (Watanabe jt. 1990)) halvale seisundile. Kõikide ränivetikaindeksite järgi otsustades oli Vana-Koiola järve seisund 2022. a kesine (Tabel 6.5.1).

Tabel 6.5.1. Ränivetikaindeksid ja hinnangud Vana-Koiola järves. Hinnangud: roheline – hea; kollane – kesine; oranž – halb.

IPS	IPS ÖKS	WAT	WAT ÖKS	TDI	100-TDI	TDI ÖKS	FÜBE hinnang
14,1	0,77	9,1	0,49	54,6	45,4	0,70	kesine

6.6 Suurtaimed

Vana-Koiola suurtaimestikku vaadeldi 05.09.2022 ja 21.08.2023. Kokku registreeriti järvest mõlemal aastal 19 taksonit suurtaimi (Foto 6.3.2, Tabel 6.6.1), neist valdav enamus kaldaveetaimi, 4 liiki veesiseste lehtedega taimi ja 1 liik ujulehtedega taimi. Märkimisväärselt olid esindatud suured epifüütsed niitrohevetikad (halva seisundi indikaatorid, Foto 6.3.2 ja Foto 6.3.3). Eri vaatluskordadel põhimõttelisi erinevusi ei tuvastatud. Täheldati väikeseid muutusi mõnede taksonite ohtruses ning paari üksikult esineva taksoni puudumist/esinemist kaldaveetaimestikus.

Kaldaveetaimestikus domineeris mõlemal vaatlusaastal konnaosi (*Equisetum fluviatile*), ohtramalt leidus kalmust (*Acorus calamus*) ja laialehist hundinuia (*Typha latifolia*). Väljavoolu juures järve kagunurgas oli ohtramate kaldaveetaimede hulgas ka ubaleht (*Menyanthes trifoliata*). Järve väljavool oligi kõige liigirikkam vaatlussektor. Sellele järgnes idakallas ning kõige liigivaesemaks osutusid järve läänekalda vaatlussektorid.

Ujulehtedega taimestikust oli esindatud valge vesiroos (*Nymphaea alba*), mis levis kõige ohtramalt järve kõige kitsamas osas.

Veesisestest taimedest oli ohtraim pikk penikeel (*Potamogeton praelongus*). Tublisti vähem tuli ette kanada vesikatku (*Elodea canadensis*) esinemist ning sõõr-särjesilma

(*Ranunculus circinatus*). Harilikku vesihernest (*Utricularia vulgaris*) esines üksikeksemplaridena vaid paaris vaatlussektoris.

Järvetüübile (S5) iseloomulikest taksonitest puudusid lahnarohud, vesilobeeliad, vesikuused aga ka samblad.

Nii mõlemat vaatluskorda eraldi kui ka koos hinnates tuleb Vana-Koiola järve seisund suurtaimestiku andmete alusel hinnata halvaks. Suurtaimestiku ÖKS (ökoloogiline suhtarv) oli 2022. aasta andmetel 0,38 ning 2023. aasta andmetel 0,35. Kesise ja halva seisundiklassi piiriks loetakse ÖKS väärtust 0,4 ning hea (mille poole püüelda) ja kesise piiriks väärtust 0,6.

Tabel 6.6.1. Vana-Koiola järve suurtaimed aastatel 2022 ja 2023. (Ühe tärniga on ainult 2022. ning kahe tärniga ainult 2023. registreeritud taksonid.)

Kaldaveetaimed	Ohtrus
Konnaosi (<i>Equisetum fluviatile</i>)	4
Harilik kalmus (<i>Acorus calamus</i>)	2
Harilik konnarohi (<i>Alisma plantago-aquatica</i>)	1
Tarnad (<i>Carex</i> spp.)	2
Sooalss* (<i>Eleocharis palustris</i>)	1
Läikviljane luga (<i>Juncus articulatus</i>)	1
Päideroog** (<i>Phalaris arundinacea</i>)	1
Jõgi-kõõlusleht (<i>Sagittaria sagittifolia</i>)	1
Metskõrkjas* (<i>Scirpus sylvaticus</i>)	1
Väikeseviljane jõgitakjas** (<i>Sparganium erectum</i> subsp. <i>microcarpum</i>)	1
Laialehine hundinui (<i>Typha latifolia</i>)	2
Soovõhk (<i>Calla palustris</i>)	1
Harilik mürkputk (<i>Cicuta virosa</i>)	1
Harilik parkhein (<i>Lycopus europaeus</i>)	2

Kaldaveetaimed	Ohtrus
Ubaleht (<i>Menyanthes trifoliata</i>)	2
Soopihl (<i>Comarum palustre</i>)	1
Harilik soosõnajalg (<i>Thelypteris palustris</i>)	1
Ujulehtedega taimed	
Valge vesiroos (<i>Nymphaea alba</i>)	3
Veesisesed taimed	
Kanada vesikatk (<i>Elodea canadensis</i>)	2
Pikk penikeel (<i>Potamogeton praelongus</i>)	3
Sõõr-särjesilm (<i>Ranunculus circinatus</i>)	1
Harilik vesihernes (<i>Utricularia vulgaris</i>)	1

6.7 Suurselgrootud

Järve suurselgrootute seisundit uuriti ühe standardse kahvaproovi järgi (EVS-EN ISO 10870:2012), mis koguti 3.05.2023 järve põhjaotsa purde juurest (57.960722 N, 27.048591 E).

Seisundihinnang tugineb 5 indeksile (Pinnaveekogumite..., 2020 järgi), mis olid järgmistel tasemetel:

- üldine taksonirikkus 29 (väga hea seisund);
- Shannoni taksonierisus (väga hea seisund);
- taksoni keskmine tundlikkus 5,29 (hea seisund);
- tundlike putukataksone rikkus 8 (väga hea seisund);
- happelisuusindeks sellele järvele hästi ei kohaldu ning ta jäeti arvestamata.

Liigiline koosseis on esitatud lisa 5.

Kokkuvõttes on ökoloogiline seisund suurselgrootute alusel väga hea. Kevadel proovi kogumise ajal ei olnud rikkalikku perifüütonit arenenud, mis mõjutaks põhjaloomade elupaiku. Kaldaveetaimede levikualalt võetud proovi tulemused iseloomustavad järve kitsast ala. Põhjaloomade seisundit peaks uurima laiemal alal, et saada adekvaatsemat hinnangu tulemust.

6.8 Kalad

Kalade eripüügiloaga katsepüük toimus Vana-Koiola järvel 31. juulist 1. augustini. Püügil kasutasime seirepüükidel pikaajalisele metoodikale toetudes seitsme nakkevõrguga jada, mis koosneb Nordic tüüpi võrkudest (nii pelaagilised kui ka bentilised võrgud), millele lisanduvad 30, 45 ja 60 mm silmasuurusega tavalised jõhvõrgud. Võrgujada kogupikkus oli nagu tavaliselt 210 m. Arvestades järve sügavust oli võrgujada püügil idakalda litoraaliveendist. Kalastiku uuringu veeala hõlmas suhteliselt kitsast 1,6–3,2 m sügavust kaldavööndit, kus hapnikurikas oli kogu veesammas. Kõik kalastiku alusel järve seisundile antavad hinnangud praeguses ülevaates põhinevad katsepüügi kogusaagil. Püügi ajal oli veetemperatuur Vana-Koiola järve veesambas vahemikus 17,7–21,6°C, hapnikusisaldus 7,3–10,9 mg/l.

Kalade katsepüügi saagis oli 7 kalaliiki: ahven, haug, särg, mudamaim, latikas, linask ja koger. Tabati 630 isendit ja saagi kogukaal 12,2 kg. Nordic-tüüpi võrkude saagis oli isendite arv võrgus NPUE keskmiselt 162,8 isendit. Samade võrkude saagi kaal WPUE 1645,5 g, mis on suurem paljude eesti väikejärvede keskmisest väärtusest. Saagis domineeris särg ja see on tavaline paljudele meie poolt uuritud järvedele. Teisele kohale püütud kalade massilt jäi ahven, keda tabati paremini kaldanõlvalt 2,5–3 m sügavuselt. Kuigi Vana-Koiola katsepüügi saagi arvukaimaks liigiks oli särg, lisandus talle ka arvukalt mudamaimu, keda tabati rohkesti kogu läbipüütud alal. Avavee pinnakihi ujuvad ühtlase tihedusega ahven ja mudamaim, seevastu särg eelistas järve kaguosas vee pinnakihti ja kirdeosas aga vee põhjakihti. Üksikute isenditena püütud liikidest olid haug, latikas ja linask esindatud nii järve kirde- kui kagukalda lähistel, koger aga vaid kaldatsooni idaosas.

Kalade arvukusel ja kogumassil põhinevad hinnangud peegeldavad järve kesise elupaigana (erinevate ka KESE keskkonnas kasutatud indeksite ((NPUE, WPUE, KIL (karpkalalaste arvukusindeks), Pin:Põn, Piw:Põw (pinna- ja põhjavõrkudes kalade arvukuse ja massi suhe)) väärtused jäid vahemikku 0,44–0,57). Samas röövkalade osa (RAI) alusel (lepiskalade osakaalu indeks $KI = 0,60$, röövkalade indeks $RAI = 0,79$) võib hinnata järve heas seisundis olevaks (0,79).

Vana-Koiola järvest püütud suurimad isendid: särg - 262 g, ahven - 975 g, linask - 1079 g, koger - 834 g. Püütud haug oli alamõõduline, ka tabatud latikad (8 isendit) olid noorkalad. Pikkusjaotuse alusel hinnatuna oli ahven järves esindatud üheksa, särg seitsme vanusgrupiga. Latikaid oli saagis kolmest erinevast vanusrühmast.

6.9 Vana-Koiola järve ökoloogilise seisundi koondhinnang

Tabelis Tabel 6.9.1 on esitatud järve ökoloogilise seisundi elementide hinnangud ja koondhinnang. Praegu kehtib hindamise kohta vastav keskkonnaministri määrus (Pinnaveekogumite..., 2020). Olulise põhimõttena peetakse prioriteetseks elustikku ja lõpphinnangus arvestatakse enam kõige halvemas kvaliteediklassis oleva elemendiga. Määruses pole kahjuks veel mitmeid näitajaid, mida kasutatakse küll nt riiklikus seires ja on ökosüsteemide funktsioneerimisele olulised (nt eriti zooplankton, aga ka fütobentos). Peame tähtsaks võimalikult paljude näitajate kasutamist ja ka erialalist ekspertarvamust. Sellistel puhkudel tuleb mõista järvede funktsioneerimist ja aru saada ökoloogiliste mehhanismide toimimisest.

Tabel 6.9.1. Vana-Koiola järve ökoloogilise seisundi koondhinnang. Hinnangud: sinine – väga hea; roheline – hea; kollane – kesine; oranž – halb.

Element	Seisundi hinnang
Vee abiootilised omadused	Halb
Hüdromorfoloogia	Hea
Fütoplankton	Kesine
Zooplankton	Kesine
Fütobentos	Kesine
Suurtaimed	Halb
Suurselgrootud	Väga hea
Kalad	Hea
Koondhinnang	HALB

Lisaks Tabel 6.9.1 toodule on nähtusi, mis iseloomustavad selle järve halba olukorda. Hapnikuolud on kehvad. Kasvuperioodil eufootilises kihis suur üleküllastus. Samas ulatuslik osa veesambast kas hüpoksiline või anoksiline. Talvel ohtlikult vähene hapnikusisaldus kogu veesambas. Erakordselt suured kogused pealiskasvu ja suured sinivetikate kolooniad, mis katavad madalad alad ja taimed. Need matavad taimed, muudavad valgusrežiimi, kiirendavad aineriinget, suurendavad orgaanilise aine kogunemist, mis lagunemisel neelab hapnikku (hapnikuvaegus sügavamates kihtides kasvuperioodil ja talvel kogu veesambas).

7 ETTEPANEKUD

Vana-Koiola järve ei ole veekogum ja sellele ei kehti kogumitele seatud seisundi eesmärgid⁸. Olles keskkonnaregistrisse kantud veekogu, rakenduvad järvele üldised veekaitse eesmärgid⁹. Väljaspool vee raamdirektiiviga¹⁰ hõlmatud veekogusid ei ole mõju veekeskkonnale ja vee keskkonna soodne seisund selgelt määratletud. Arusaadavuse huvides on antud uuringus seisundi hindamisel kasutatud veekogumitele ette nähtud seisundi mõõdikuid. Ootusi järve seisundile on võimalik kirjeldada ka muul viisil (nt üksnes esteetiline ilme), kuid alternatiivne lähenemine vajab põhjendamist.

Arvestades veekogumite seisundite mõõdikuid ja indikaatoreid on Vana-Koiola järve ökoloogiline seisund halb.

Halba seisundit põhjustavad talumatult suur väliskoormus ja sisekoormus.

Väliskoormuse mõõdikuks on fosfori kanne. Suurima osakaalu fosfori koormusest annavad põllumajanduslik maa ja õuealad. Koormust aitab vähendada järve valgala põllumajandusliku maa vähendamine või põllumajanduslikul maal väetiste kasutamise vähendamine. See eeldab kokku leppimist maa kasutajatega ja kokkuleppe pidevat kontrolli (hinnanguliselt võib valgala keskkonnajärelevalve ja -konsultatsiooni teenus maksta 6 400 €/a). Lisaks tuleb reoveepuhasti töö ümber korraldada nii, et heitvett enam järve ei suunata (reovee äraveo ja puhastamise maksumus on viimaste aastate reovee koguse alusel suurusjärgus 8 000 €/a). Töös kasutatud andmed kinnitavad, et puhasti ei ole töökindel ja järve juhitud heitvesi on ebastabiilse kvaliteediga. Kuna heitvesi juhitakse umbjärve, on ka väiksemal (ühikordsel) eksimusel märkimisväärsed ebasoodsad tagajärjed. Kui suurema läbivooluga veekogus kandub koormus allavoolu ja asendub uue, puhtama veega, siis Vana-Koiola järves jääb iga eksimusega lisandunud koormus kuueks aastaks järve seisma.

Sisekoormus takistab järve hea seisundi saavutamist ka juhul, kui väliskoormus viia talutavale tasemele. Seetõttu tuleb paralleelselt väliskoormuse vähendamisega piirata ka järve sisekoormust. Kuna tegemist on sisuliselt umbjärvega, pole põhjust eeldada, et jättes järv looduslikule taastumisele, järve sisekoormus nähtavas tulevikus ise

⁸ [Veemajanduskavad | Kliimaministeerium](#)

⁹ [Riigikogu 30.01.2019 Veeseadus](#), §31, §116.

¹⁰ [Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ, 23. oktoober 2000, millega kehtestatakse ühenduse veepoliitika alane tegevusraamistik](#)

normaliseeruks. Sarnaseks näiteks võib pidada Kooraste Linajärve, kus reostamine lõpetati 1955. aastal, aga olukord ei ole senini paranenud.

Sisekoormuse vähendamiseks on erinevaid meetodeid (Tabel 7.1). Meetodeid on põhjalikumalt kirjeldatud eestikeelses kirjanduses^{11;12}.

Tabelis toodud tervendamise meetodite maksumused on hinnangulised ja põhinevad oletustel, sest puuduvad andmed täpsemaks võrdlemiseks. Järve tervendamise meetodite võrdlemisel selgus, et tõenäoliselt on kulutõhusaimateks tervendamise võimalusteks settes oleva fosfori sidumine mittelahustuvaks (meetodid 1, 2, 4 ja 5). Kulutõhusamad meetodid on tabelis värvitud roheliseks, vähem kulutõhus kollaseks ja kõige kulukam punaseks.

Enne tervendamismeetodi valikut tuleb järves läbi viia põhjalik sette leviku ja koostise uuring ning mõnede meetodite laboratoorsed katsetused. See annab võimaluse täpsemalt hinnata sisekoormuse vähendamise lahenduse maksumust. Vastava uuringu maksumus jääb vahemikku 50 000–100 000 €.

¹¹ [Järvede tervendamise kogumik. Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi limnoloogiakeskus, 2011.](#)

¹² [Siseveekogud. Õpik kõrgkoolidele. 2020. Ott, I., Timm, H. \(koost.\). Kirjastus „Eesti Loodusfoto“. 359 lk](#)

Tabel 7.1. Vana-Koiola järvele sobivate tervendamismeetodite võrdlus.

Meetodi tähistus	Seletus ja plussid	Miinused	Maksumus
1.	Aereeritakse hüpolimnion ja seotakse fosfor hüppekihti lõhkumata. Töödeldakse kitsast ala. Vähe häiringuid enamusele elustikurühmadest.	Eeldab põhjalikke keemilisi katsetusi. Konstruktsioon on järvespetsiifiline, mis tõstab tööde maksumust.	Aereerimiseks ilmselt on võimalik kasutada suruõhu kompressorit. Oluline on õhu hüpolimnionisse viimise tehnoloogia ¹³ , mistõttu selleks tuleb rajada vastav süsteem ja katsetada. Kemikaali arvestamata võib töö maht olla kahele inimesele 40 päeva, mis teeb maksumuseks u 50 000 € ¹⁴ . Ilmselt on selle mahu sees võimalik arvestada vastava seadme rajamisega ja katsetamisega. Antud summale lisandub materjali maks, mis võib olla 20 000 €. Kemikaali maksumust ei ole võimalik hinnata teadmata selle vajalikku mahtu. Oletades, et kemikaalile kulub 10 000 €, on meetodi üldistatud hinnangu põhine maksumus 80 000 €. Maksumuse täpsemaks selgitamiseks on vaja uurida sette koostist ja teha katseid.
2.	Graanulite (CFH-12 Kemira) kasutamine (paigutamine sette pinnale) häirib elustikku minimaalselt.	Eeldab teaduslikke katsetusi. Seni kasutatud joogivee, heitvee	Kemira tootenime CFH-12 taga on raud(III)oksiidhüdroksoid ¹⁵ (rooste).

¹³ Suruõhu otse juhtimine järve alumisse kihti ilmselt põhjustaks sette puhumist vee maatriksisse.

¹⁴ Spetsialisti tunnihind 80€.

¹⁵ [Evaluation of dried amorphous ferric hydroxide CFH-12® as agent for binding bioavailable phosphorus in lake sediments \(emu.ee\)](https://emu.ee/)

Meetodi tähistus	Seletus ja plussid	Miinused	Maksumus
	Graanulid seovad liigse fosfori. Erinevalt koagulantidest toimib kauakestvalt. Ei muuda oluliselt pH dünaamikat.	puhastamiseks. Toksilisust vähe uuritud.	Kemikaali kasutamise kulud ilmselt võivad sarnaneda meetodiga 1. Sarnaselt meetodile 1 on täpsema hinna arvutamiseks vaja teha uuringuid.
3.	PhosLock on materjal, millega kaetakse järve setted. Toode lantaanist ja bentoniidist. Vee pH-st sõltumatu ja seda ka ei muuda. Mõju kiire ja pikaajaline. Ei sõltu vee karedusest. Sete pärast töötlemist väga tihe.	Väga kallid hind. Mõju kestvus teadmata.	PhosLock on kaubanduslik nimetus bentoniitsavile, milles naatriumi- ja/või kaltsiumiioonid vahetatakse lantaani vastu. PhosLockis sisalduv lantaan reageerib fosfaadiga, moodustades inertse mineraali, mida nimetatakse rabdofaaniks ($\text{LaPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ¹⁶ . Toode pakub ettevõtte Pet Water Solutions ¹⁷ . Põhjalikumate uuringuteta pole selge, milline peaks olema konkreetsetes järves kasutatav kogus, aga juhtumikirjelduste põhjal ¹⁷ on ühendit kasutatud vahemikus 3,35–10 tonni hektari kohta. Vana-Koiola järves oleks analoogiat kasutades vaja 25–70 tonni ühendit. Erinevate allikate põhjal maksab tonn PhosLock'i 9 500–

¹⁶ [Phoslock - Wikipedia](#)

¹⁷ [Phoslock: Phosphorus Binding Technology | PET Water Solutions](#)

Meetodi tähistus	Seletus ja plussid	Miinused	Maksumus
			23 000 €^{18;19;20;21;22}. Analoogiaid kasutades võib Vana-Koiola järvel PhosLocki hind olla 230 000–1 600 000 €. Maksumusele lisandub töö raha, mis võib hinnanguliselt olla 50 000 €. Seda eeldusel, et töö tegemiseks on selge tehniline lähteülesanne (ette antud kogused, laotamise plaan ja tehniline kirjeldus). Tegelik maksumus selgub sette täpsemal uurimisel.
4	Kasutatakse nii alumiiniumi kui ka raua ühendeid liigse fosfori sidumiseks. Õige kasutuse puhul mõju elustikule vähene ja lühiajaline. Lühike töötlemise aeg.	Pehmeveelistes järvedes on ohtlikum kasutada pH suure kõikumuse tõttu (eriti alumiiniumi puhul). Võib mõjuda toksiliselt. Rauda on Kagu-Eesti järvedes suhteliselt palju. Sügaval on raud kahevalentne ja see ei seo fosforit.	Meetod sarnaneb meetoditega 1 ja 2. Täpsemate uuringuteta pole põhjust selle meetodi hinda eelloetletutest eristada.

¹⁸ [Söli PhosLock - Olibetta Online Shop](#)

¹⁹ [Phoslock 55 pound - Aquatic Control](#)

²⁰ [Phoslock | Aquatic Technologies](#)

²¹ [Phoslock® – Jones Lake Management](#)

²² [Phoslock | Pond Lake Management](#)

Meetodi tähistus	Seletus ja plussid	Miinused	Maksumus
5	RIPLOXi puhul kasutatakse nii kemikaale (lubi, Fe^{3+} , NO_3^-) kui ka elustikku (denitrifitseerivate bakterite elutegevuse intensiivistamine). Setted oksüdeeritakse, lisatakse P sidumiseks rauda, pH stabiliseeritakse lubiainetega. Lisatakse nitraate, mille tulemusena orgaaniline sete mineraliseerutakse bakterite toimel. Töötlemine lühiajaline ja mõju pikaajaline.	Meetod väga tundlik sõltuvalt sette koostisest ja vee omadustest. Vajalikud väga põhjalikud eelkatsed. Sügavas järves võivad kehvad hapnikutingimused soovitud tulemuse saavutamist takistada.	Meetodi maksumuseks on hinnatud ²³ tänapäeva vääringus ²⁴ 11 000 €/ha. Arvestades järve pindala võiks sellisel juhul maksumus olla u 80 000 €. Tegelik maksumus jääb ilmselt samasse suurusjärku. Maksumuse täpsustamiseks tuleb sette uuringuga selgitada kemikaalide vajalik maht ja töömeetod.
6	Sette eemaldamine noorendab kogu	Väga töömahukas ja kallihinnaline. Lühiajaliselt	2015. aastal töötati välja sette eemaldamise lahendused Kahala järvest ²⁵ . Selles jõuti järeldusele, et sette

²³ [Total Maximum Daily Load \(TMDL\) Program | Lahontan Regional Water Quality Control Board \(ca.gov\)](#)

²⁴ Viidatud uuringus on toodud maksumus dollarites 1990. aasta seisuga. Tänapäeva maksumuse saamiseks on väärtus korrutatud 2,35-ga ning teisendatud eurodeks 1\$ = 0,9€.

²⁵ [KOTKAS - AVE v2.11.9 \(envir.ee\)](#)

Meetodi tähistus	Seletus ja plussid	Miinused	Maksumus
	ökosüsteemi. See kujuneb aja jooksul keskkonnatingimustele sobivaks, antud juhul iseloomulikuks pehmeveelisele, sügavale lähtejärvele. Möju kauakestev.	kahjustatakse elustikurühmi oluliselt. Sette paigutamiseks ala leidmine keeruline.	eemaldamise maksumus tänapäeva vääringus ²⁶ on 13–37 €/m ³ sõltuvalt sellest, kuidas setet maismaal edasi töödelda saab (sette veesisaldus, töötlemise ja ladustamise asukoht jne). Ühikmaksumuste juures on määravaks sette kogus. Vana-Koiola järve sette kogust ei ole teada. Kahala järve osas arvestati kogusega 100 000 m ³ . Võib oletada, et Vana-Koiola järves on samas suurusjärgus setet (st mitte 10 000 m ³ ega ka mitte 1 mln m ³ setet). Kahala järve mahus sette eemaldamine maksaks vahemikus 1,3–3,7 mln €.

²⁶ Viidatud töös on maksumused eurodes 2015. aasta seisuga. Tänapäeva maksumuse saamiseks on väärtust korrutatud 1,24-ga.

8 KASUTATUD KIRJANDUS

Bezerra-Neto, J.F., Aguila, L.R., Landa, G.G., Pinto-Coelho, R.M., 2004. The exotic rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in the zooplankton community in a tropical reservoir. *Lundiana* 5: 151–153.

Błędzki, L.A., Rybak, J.I. (eds), 2016. Freshwater crustacean zooplankton of Europe. Springer, 918 pp.

Coste in CEMAGREF, 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 218 p.

Demetraki-Paleolog, A., 2012. Long-term changes of planktonic rotifers of ten lakes of different trophic status. *Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr* 9: 44–57.

EVS-EN ISO 10870:2012. Water quality – Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters (ISO 10870:2012). Eesti Standardikeskus.

Galuzo, M., 2000. Setete osatähtsus Neitsijärve ökosüsteemis ning võimalused järve noorendamiseks. Lõputöö Tartu Ülikooli Zooloogia ja Hüdrobioloogia Instituudi arhiivis. 60 lk.

Heinsalu, A., 1994. Harku järve eutrofeerumise kujunemine, põhjasetete reostus, fosfori sisekoormus ja järve tervendamise võimalused. *Dissertationes Geologicae Universitatis Tartuensis*. MSc. Thesis. 84 pp.

Heiri, O., Lotter, A. F. & G. Lemcke. 2001. Loss of ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25:101–110.

Hupfer, M., Gachter, R. & R. Giovanoli, 1995. Transformation of phosphorus species in settling seston and during early sediment diagenesis. *Aquatic Sciences*, 57:305–324.

Ibnejeva, N. I., 1983. Exploitation of food resources by planktophagous fishes in Lake Peipsi-Pihkva. *Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKh*, 209, 44–50.

Jeppesen, E., Nöges, P., Davidson, T.A., Haberman, J., Nöges, T., Blank, K., Lauridsen et al., 2011. Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia* 676: 279–297.

- Karabin, A., J. Ejsmont-Karabin & R. Kornatowska, 1997. Eutrophication processes in a shallow, macrophyte-dominated lake-factors influencing zooplankton structure and density in Lake Łuknajń (Poland). *Hydrobiologia* 342(343): 401–409.
- Kelly M. G. & Whitton B. A., 1995. A new diatom index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*. 7: 433--444.
- Kisand, A., 2005. Distribution of sediment phosphorus fractions in hypertrophic strongly stratified Lake Verevi. *Hydrobiologia* 547: 33 – 39.
- Kisand, A., 2008. Sediment phosphorus forms and their role in lake ecosystems. A thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Hydrobiology. Tartu. Estonian University of Life Sciences. 101 pp.
- Kisand, A., Nõges, P., 2003. Sediment phosphorus release in phytoplankton dominated versus macrophyte dominated shallow lakes: importance of oxygen conditions. *Hydrobiologia* 506: 129 – 133.
- Koff, T., Vandel, E., Marzecová, A., Avi, E., Mikomägi, A., 2016. Assessment of the effect of anthropogenic pollution on the ecology of small shallow lakes using the palaeolimnological approach. *Estonian Journal of Earth Sciences* 65: 221–233.
- Kruusement, K., Punning, J.-M., 2000. Distribution of phosphorus in the sediment core of hypertrophic Lake Ruusmäe and some palaeoecological conclusions. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology, Ecology* 49:163-176.
- Laarmaa, R., Ott, I., Timm, H., Maileht, K., Sepp, M., Mäemets, H., Palm, A., Krause, T., Saar, K., 2019. Eesti järved. Varrak, 256 lk.
- Loigu, E. 2010. Fosfori- ja lämmastikukoormuse uuring punkt- ja hajureostuse allikatest. fosforvæetistes kaadmiumi reostusohu hindamine. Tallinna Tehnikaülikool.
- Murphy, J. & I. P. Riley, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chemica Acta*, 27:31-36.
- Mäemets, A., 1977. Eesti NSV järved ja nende kaitse. Tallinn, 263 lk.
- Mäemets, A., 1983. Rotifer as indicators of lake types in Estonia. *Hydrobiologia* 104: 357–361.
- Nogueira, M.G., Reis Oliveira, P.C., Tenorio de Britto, Y., 2008. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). *Limnetica* 27: 151–170.
- Nõges, P., Kisand, A., 1999. Forms and mobility of sediment phosphorus in shallow eutrophic Lake Võrtsjärv (Estonia). *International Review of Hydrobiology*, 84(3): 255 – 270.

Oisalu, S., Veidemane, K. Bojars, E., Kalvane, I. 2013. Survetegurid Gauja/Koiva valgalapiirkonnas Lätis ja Eestis: Uus lähenemisviis ja uus hindamine.

Ott, I. (toim.), 2007. Saadjärve limnoloogilised uurimused II. Riikliku Looduskaitsekeskuse Jõgeva-Tartu regiooniga sõlmitud lepingulise uurimistöö aruanne. Eesti Maaülikool. 67 lk.

Ott, I. (vast.), 2006. Köstrejärve setete analüüsi läbiviimine ning järveseisundi parandamise tegevuskava väljatöötamine. Riikliku Looduskaitsekeskuse Põlva-Valga-Võru regiooniga sõlmitud lepingulise uurimistöö aruanne. 21 lk.

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.

Pontin, R.M., 1978. Freshwater planktonic and semi-planktonic rotifera of the British isles. Freshwater Biological Association Scientific Publication No 38, 178 pp.

Psenner, R., Puccsko, R. & M. Sager, 1984. Die Fraktionierung organischer und organischer Phosphorverbindungen von Sedimenten: Versuch einer Definition ökologisch wichtiger Fraktionen. Arch. Hydrobiol. Suppl., 70:111-155.

Saar, K., Ott, I., 2013. Rannajärvede tervendamise probleemid Vööla mere näitel. XII Eesti Ökoloogiakonverents, Tartu, 18-19 oktoober 2013.

Shurganova, G.V., Zhikharev, V.S., Gavrilko, D.E., Zolotareva, T.V., Ruchkin, D.S., 2019. New information on the findings of alien rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Monogononta: Brachionidae) in Nizhny Novgorod oblast. Russian Journal of Biological Invasions 10: pp. 282–288.

Zhuge, Y. & X.F. Huang, 1993. Species composition of Rotifera with reference to some taxonomic aspects in Lake Donghu, Wuhan. Acta Hydrobiologica Sinica 17: 347–356.

Tandom, R., Keithellakpam, O.S., Oinam, G., Tiwari, O.N., Tiwari, G. L., Thingujam, I. 2016. Studies of Cyanobacterium Aphanothece stagnina (Spreng.) A.Br. BTA9019 ITS morphological and biochemical analysis. International Journal of Current Research. Vol. 8, Issue 12 pp. 43390-43392. <https://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/19160.pdf>

Telesh, I., Heerkloss, R. (eds), 2002. Atlas of estuarine zooplankton of the southern and eastern Baltic Sea. Part I: Rotifera. Kovač, Hambyrg, 89 lk.

Turner, J.T., Tester, P.A., 1992. Zooplankton feeding ecology: Bacterivory by metazoan microzooplankton. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 160: 149–167.

Uri, U. (juh.) 2020. Põlva järve veekeskkonnale avalduva koormuse uurimine ja Põlva järve tervendamiskava koostamine. Uuringu aruanne. Töö täitja Kobras AS. Tellija Põlva Vallavalitsus. 47 lk.

Veldre, I., Mäemets, A., 1956. Eesti NSV vabaltelavad aerjalalised (Eucopepoda) II. Sõudikulised (Cyclopoida), rullikulised (Harpacticoida). Tartu, 128 lk.

Vollenweider, R.A., 1975. Input – output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. Schweizerische Zeitschrift für Hydrobiologie, 37, 53-84.

Watanabe, T., Asai, K., Houki, A., 1990. Numerical simulation of organic pollution in flowing waters. In: Cheremisinoff P. N. (ed) Encyclopedia of Environmental Control Technology, 4.

Hazardous Waste Containment and Treatment, Gulf Publishing Company, Houston, 251--284.

Wen, X.L., Xi, Y.L., Qian, F.P., Zhang, G., Xiang, X.L., 2011. Comparative analysis of rotifer community structure in five subtropical shallow lakes in East China: role of physical and chemical conditions. Hydrobiologia 661: 303–316.