

Uuring Vääna_1 kogumi hüdromorfoloogiliste tingimuste parandamise lahenduste hindamiseks ja elupaikade taastamiseks

Tallinn 2023





Uuring „Vääna_1 kogumi hüdro-morfoloogiliste tingimuste parandamise lahenduste hindamiseks ja elupaikade taastamiseks“ viidi läbi Keskkonnaameti lepingu nr 5-2/23/70 alusel.

Töö nimetus: Uuring Vääna_1 kogumi hüdro-morfoloogiliste tingimuste parandamise lahenduste hindamiseks ja elupaikade taastamiseks

Uuringut läbiviiv organisatsioon: OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus (EKUK)

Marja 4D Tallinn, 10617

Tel. 6112 900 info@klab.ee www.klab.ee

Töö autorid: Vallo Kõrgmaa, Ülle Leisk, Indrek Tamm, Greta Nurk, Allan Allas, Andrus Pajula, Mailis Laht

Töö tellija: Keskkonnaamet

Lepingu nr: 5-2/23/70

Töö valmimisaeg: 17.11.2023

*Sisukord*

Sissejuhatus	4
Mõisted	5
1 Metoodika	7
1.1 Piirkonna teoreetiline surveanalüüs	7
1.2 Välitööd ja proovivõtt	7
2 Vääna_1 - Vääna lähest Saku paisuni (Tallinna mnt)	10
2.1 Vääna_1 kogumi varasemad seisundihinnangud	11
2.2 Koormuste ülevaade	13
2.3 Valgala ja hüdro-morfoloogia.....	16
2.3.1 Morfoloogia välitööde põhjal	17
2.3.2 Veeproovid	23
2.4 Seosed elustiku, elupaikade ja keskkonnatingimuste vahel Vääna_1 kogumis.....	26
2.4.1 Hüdroloogilise režiimi mõju vee kvaliteedile.....	26
2.4.2 Seosed elustiku ja keskkonnatingimuste vahel Vääna_1 kogumis.....	28
2.4.3 Koprapaisude mõju.....	30
3 Ettepanekud kogumi ümbermääratlemiseks ja seisundi parendamiseks.....	36
3.1 TMV test.....	37
3.2 Võimalused jõe hüdro-morfoloogilise seisundi parendamiseks	39
3.3 Ettepanekud Vääna_1 hea ökoloogilise potentsiaali (HÖP-i) määratlemiseks.....	40



Sissejuhatus

Veemajandusperioodi 2022-2027 veemajanduskavade meetmeprogrammis kajastatakse mittehead seisundit saavutanud veekogumid ja nendele kavandatud meetmed. Muuhulgas on tegemist ka selliste veekogumitega, kus on vajadus veekeskonna seisundit mõjutavate hüdro-morfoloogiliste tingimuste parandamise lahenduste leidmine koos võimalustega elupaikade taastamiseks. Sellistel juhtudel tuleb esmalt välja selgitada, millised tegevused on sobilikud konkreetse veekogu jaoks, et võimalikult hea tulemus saavutada.

Töö eesmärgiks oli kaardistada Vääna_1 pinnaveekogu kesise ökoloogilise seisundi põhjused ning hinnata jõe valgalale jäävate koormusallikate mõju kogumi seisundile. Uuringu käigus tuli selgitada, millised meetmed oleks sobilikud Vääna_1 pinnaveekogu hüdro-morfoloogiliste tingimuste parandamiseks ning töötada välja tegevusplaan veekogu tervendamiseks ja elupaikade taastamiseks. Pakutavad meetmed pidi olema sobilikud konkreetse veekogu jaoks ilma täiendavate uuringuteta (meetmeprogrammi meede tabel3meede1866).

Koostatava töö raames tuli hinnata erinevaid alternatiive keskkonnamärgi saavutamiseks, sh hinnata alternatiivide kuluefektiivsust, mõistlikkust, rakendamise võimalikkust ja eeldatava tulemuse saavutamist ning analüüsida keskkonnamõju hindamise vajalikkust enne planeeritavate tööde teostamist.



Mõisted

- **Biokeemiline hapnikutarve** (BHT_t) – vee mahuühikus lahustunud hapniku mass, mis ettenähtud tingimustes (t päeva jooksul 20 °C juures nitrifikatsiooni inhibeerimisega või inhibeerimiseta) kulub vees sisalduva orgaanilise aine bioloogiliseks oksüdeerimiseks (EVS-EN 16323:2014).
- **Eutrofeerumine** – vee rikastumine toitainetega, mis kiirendavad vetikate ja taimestiku kõrgemalt arenenud vormide kasvu (EVS-EN 16323:2014).
- **Heitvesi** – kasutusel olnud vesi, mis juhitakse suublasse. Heitveeks ei peeta sademevett, kaevandusvett, karjäärivett, jahutusvett, maaparandussüsteemis voolavat vett ega vesiviljeluses ja hüdroenergia tootmises kasutatavat vett. (Veeseadus).
- **Heljum** – vedelikus heljuv tahke aine ($\bar{O}_2$).
- **Heljumisisaldus** (HA) – heljumikuivaine mass vedeliku mahuühikus (EVS-EN 16323:2014).
- **Keemiline hapnikutarve** (KHT) – Veeproovi kindlates tingimustes töötlemisel dikromaadiga kulunud ekvivalentne hapnikumass mahuühiku kohta (EVS-EN 16323:2014).
- **Keskmistatud proov** – kaks või enam ükshaaval või pidevalt võetud proovi, mis segatakse teatud vahekorras kokku ning millest saab määrata soovitud näitaja keskmise väärtuse (EVS-EN 16323:2014).
- **Koormus** – mass või maht ajaühikus (EVS-EN 16323:2014).
- **Olmereovesi** – inimtegevusega reostatud vesi, sh köökidest, pesuruumidest, vannitubadest, tualettidest ja samalaadsetest paikadest ärajuhitav reovesi (EVS-EN 16323:2014).
- **Pinnavesi** – maismaavesi, välja arvatud põhjavesi, ning siirdevesi, rannikuvesi ja keemilise seisundi hindamisel ka territoriaalmeri (Veeseadus).
- **Põhjavesi** – maakoorekihtide küllastumusvööndis olev vesi (EVS-EN 16323:2014). Kogu vesi, mis asub maapinna all küllastumusvööndis ning on otseses kokkupuutes pinnase või aluspõhjaga (Veeseadus).
- **Reoveepuhasti** – Rajatis reovee füüsiliseks, bioloogiliseks ja/või keemiliseks puhastamiseks (EVS-EN 16323:2014).
- **Reovesi** – olmes, tööstuses või muus tootmises tekkinud vesi, mis ületab kehtestatud heite piirväärtusi ja mida tuleb enne suublasse juhtimist puhastada. Reoveeks peetakse ka ühisvoolusse kanalisatsiooni juhitud sademevett (Veeseadus).
- **Suubla** – veekogu, veekogu osa või maapõue osa, kuhu juhitakse heitvett või saasteaineid sisaldavat vett.
- **Voolusängi alune siirdekiht** (i.k. hyporheic zone) – setete ja poorse ruumi piirkond voolveekogu sāngi all ja kõrval, milles pindmine põhjavesi seguneb vooluveega, tekitades siirde- e alusvoolu. Seal toimub kiire veevahetus ning vesi liigub vooluveekogust ja põhjavette ja vastupidi, kandes kaasa lahustunud gaase, toitaineid, mikroorganisme jm. Sõltuvalt geoloogilistest tingimustest võib tsooni түsedus varieeruda mõnest sentimeetrist mitmekümne meetrini. See tsoon pakub varje- ning elupaiku vee-elustikule ning seal toimuvad erinevad mikrobioloogilised (nt, denitrifikatsioon) ja füüsikalise-keemilised protsessid (nt, soojusvahetus).



- **Üldfosfor** ($P_{\text{üld}}$) – orgaanilise ja anorgaanilise fosfori summa (*EVS-EN 16323:2014*).
- **Üldlämmastik** ($N_{\text{üld}}$) – Kjeldahli lämmastiku, nitrit- ja nitraatlämmastiku summa (*EVS-EN 16323:2014*).



1 Metoodika

Võimalike survetegurite kindlaks tegemisel lähtuti olemasolevatest andmetest, reaalsest mõõtmistest ning kohapealsetest vaatlustest. Tehtud tööde hulka kuulusid uuringualale jäävate varasemate uuringute koondamine ning andmete korrastamine, hüdromorfoloogiline kaardistamine, saasteainete sisalduste kohta täiendava teabe kogumine ning kogutud andmete põhjal kaardikihtide loomine eesmärgiga välja selgitada probleemsemad lõigud. Kuna hajusallikatest pärinevat reostust on väga raske välja selgitada, teostati lisaks mõõtmistele keskkonnas ka valgala analüüs kaardimaterjalide baasil. Hüdromorfoloogiliste survete kaardistamisel lähtuti lisaks välitöödele ka ajaloolistele andmetele (nt, ajaloolised kaardid, ajaleheartiklid, kohalike elanike küsitlemine).

Metoodiliselt jaguneb töö kaheks:

- Piirkonna teoreetiline analüüs survete ja tegevuste osas
 - kasutades andmebaase, arhiive, varasemaid uuringuid, kirjanduses saadaval olevat infot
 - piirkonna ettevõtete tegevuse ning selle tegevuse võimalike negatiivsete tagajärgede (teoreetiline) analüüs kogumile
- Välitööd täiendavate andmete kogumiseks ja teoreetilise info kontrollimiseks
 - Vaatlused kohapeal – piirkonna uurimine, informatsioon kohalikelt elanikelt
 - Mõõtmised keskkonnas – reostusala täpsustamiseks ja reostustaseme jälgimiseks

1.1 Piirkonna teoreetiline surveanalüüs

Teoreetiline analüüs hõlmab varasemate uuringute ja teadusartiklite läbitöötamist, piirkonna kohta laiemat tausta info otsinguid internetis.

Surveallikate väljaselgitamiseks koguti ning analüüsiti informatsiooni nii piirkonna ettevõtete kodulehekülgedelt ja mujalt internetist avalikult kättesaadavatest allikatest. Keskkonnalubade infosüsteemist on võimalik saada vajalikku taustainfot nii ettevõtte tegevuskoha kui ka lubatud tegevuste kohta. Samuti tuleb arvestada, et paljud ettevõtted, kes võivad vaadeldavas piirkonnas reostuse seisukohalt oluliseks osutuda, ei ole keskkonnakaitseloo kohustuslased, sest ei ületa tegevusmahtudega künnisväärtusi, millest alates on keskkonnakaitseluba nõutud. Töö käigus viidi kirjandusandmete ning varasematele uuringute tulemustele tuginedes kokku võimalikud survet põhjustavad tegevusvaldkonnad ning vaadeldavas piirkonnas nendes valdkondades tegutsevad ettevõtted. Samuti võeti arvesse ettevõtete paiknemist veekogude suhtes, hindamaks reostuse vette jõudmise tõenäosust.

1.2 Välitööd ja proovivõtt

Välitöödega saab koguda praktilist infot, mis annab hea ülevaate olukorrast ja aitab kindlaks teha reostusallikat. Teoreetilisest informatsioonist pole alati abi, kuna tegelik olukord võib sellest erineda. Kohapealne vaatlus aitab otsustada kui tõenäolise survega tegu on. Töö raames ei olnud ette nähtud küll veekogumi seisundi hindamist, kuid probleemsete lõikude kaardistamiseks võeti olukorra täpsustamiseks mõningaid veeproove. Näiteks punktallikad on alati erinevad ja selleks, et hinnata



nende tõenäosust olla reostuse allikaks, tuleb alati objektil kohal käia. Väga oluline on ka inimeste küsitlemine, kuna tihtipeale saab just neilt olulist informatsiooni kohaliku olukorra kohta. Välitööde käigus on võimalik kaardistada ka piirkonna looduslikke eripärasid, mistõttu saab tuvastada võimalikke reostuse liikumisteid.

HÜMO andmekogumisvorm sisaldab esmalt taustinfona kirjeldatava lõigu algus- ning lõppkoordinaate, kaardistustööde läbiviijate ja kasutatud mõõtevahendite andmeid, kaardistustööde aega ning tööde läbiviimisel valitsenud ilmastiku tingimusi. Teiseks märgitakse üles põhiparameetrid ning neile lisaks vastavalt esinemisele maaparanduse, tõkestatuse ja reostusallikate alane informatsioon. Põhiparameetrite hulka kuuluvad lõigu fotod ning põhiparameetrid jagunevad omakorda vett, kaldaid, põhja, hüdro-morfoloogiat, taimestikku ja välitööde käigus nähtud liike kirjeldavateks osadeks.

Vee parameetrite hulka kuuluvad läbipaistvus (meetrites), värvus, heljumi hinnanguline sisaldus (puudub, vähene, rohke), temperatuur ($^{\circ}\text{C}$), hapnik (mg/l ja %), elektrijuhtivus ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$), hapestumus (pH), voolukiirus (m/s), sügavus keskvoolul (m), veepeegli hinnanguline minimaalne, maksimaalne ja domineeriv laius (m) ning voolu iseloom (turbulentne, laminaarne, seisev).

Kallaste kirjeldamiseks hinnatakse nii vasaku kui ka parema (suubla suunas vaadatuna) kalda puhul kaldakaitsevööndi maakatet (0 = mittenaturaalsete materjalidega alade puudumine; 1 = mittenaturaalsete materjalidega alade vähene esinemine kaldakaitsevööndis; 3 = mõõdukalt suurte mittenaturaalsete materjalidega alade esinemine kaldakaitsevööndis; 5 = mittenaturaalne materjal on domineeriv kaldakaitsevööndis), pinnakatet kaldakaitsevööndi taga (sama skaala, mis kaldakaitsevööndi puhul), kalda nähtavat pinnast (liiv, savi, kruus, kivi, muld), veepinna varjatust (varjatud, poolvarjatud, ei ole varjatud), kalda kõrgust (veepinnaga tasa/madal, kõrge kallas) ning k

Hüdro-morfoloogilise kaardistamise läbiviimiseks kasutati sarnast elektroonilist andmekogumisvormi nagu seda on tehtud Pärnu jõestiku uuringu puhul [1].

Hüdro-morfoloogiliste parameetrite hulka kuuluvad jõelõigu voolusängi tüüp (lausliivane, kiirevooluline, kärestikuline, potamaalne), voolusängi süvendatus (1 = looduslik või selle lähedane; 3 = osaliselt muudetud jõelõik; 5 = muudatused on teostatud terves ulatuses kas täielikult või peaaegu täielikult).

Vooluveekogu põhja kirjeldamise parameetrite hulka kuuluvad pehme ja kõva põhja näitajad koos täpsustustega põhja substraadi kohta (muda, turvase, liiva, savi, kruusa, rahnude, 6-12 cm veerise, 13-25 cm veerise ja paeplaadi esinemist kirjeldati skaalal: ei leidu, <5%, 5-25 %, 25-50%, 50-75%, >75%). Lisaks põhja substraadi kirjeldamisele märgitakse koordinaatidega üles põikmadalad ja hauakohad ning kirjeldatakse puuprügi leidumist (0 = puuprügi ei leidu; 1 = looduslik või selle lähedane puuprügi olemasolu, ei lisata ega võeta ära; 3 = puuprügi kogust ja suurust on mõõdukalt muudetud, juhuslik eemaldamine või juurde lisamine; 5 = suured muudatused puuprügi kogustes ja suuruses, pidevad lisamised või eemaldamised).

Taimestiku puhul hinnatakse taimestiku üldkatvust, ujulehtedega taimede ja kõrreliste osakaalu (0%, 1-20%, 21-40%, 41-60%, 61-80% ja 81-100%), taimekasvu hooldatust nagu niitmine või puhastamine (0 = taimekasvu hooldus puudub; 1 = taimekasvu hooldus on väga väike, jäädes alla 10% jõelõigu



ulatusest; 3 = keskmise tasemega hooldus, ca 10-50% jõelõigust hooldatud vähemalt iga 2 aasta tagant; 5 = kõrge tasemega hooldus, mille kohaselt jõelõigu ulatusest rohkem kui 50% on hooldatud iga-aastaselt). Lisaks märgitakse taimestiku puhul üles domineeriv liik või liigid ning põhjataimestiku olemasolu.

Nähtud liikide puhul märgitakse tuvastamise korral üles elupaigatüübi nr 3260 "jõed ja ojad" tüübispetsiifiliste või LD liigi elupaigakriteeriumite jaoks oluliste taimeliikide (oja-haneputk, jõgi-särjesilm, vesikarikas, allikmailane, harilik kuuskhein, mõru jürilill, ruske penikeel, meinhauseni penikeel) leidumine, katvus leiupaigas ning leiukoha koordinaadid. Lisaks taimeliikidele fikseeritakse ka teiste elupaigatüübi tüübispetsiifiliste, LD- ja kaitsealuste loomaliikide vaatlused.

Reostusallikate esinemise ülesmärkimiseks, sisaldab vorm võimalust fikseerida selle koordinaadid ning jäädvustada reostusallikast pildimaterjal.

HÜMO kaardistamise välitöödeks jaotatakse uuringuala 3-5 km lõikudeks, mis omakorda jaotatakse välitööde käigus lühemateks vahelõikudeks (sõltuvalt veekogu hüdro-morfoloogilistest iseärasustest), mille kohta HÜMO tingimusi kirjeldavat andmevormi täidetakse.

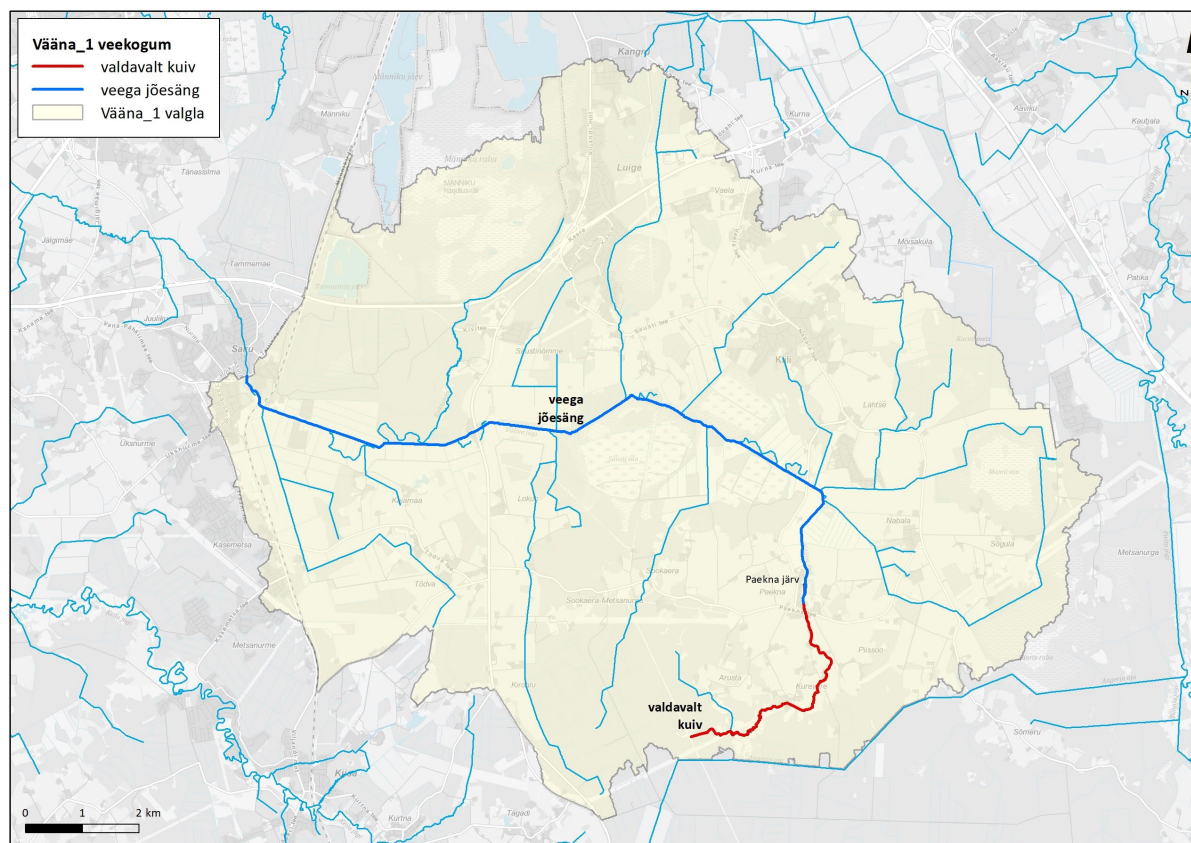
Uuringu läbiviimisel juhinduti proovivõtul kehtivatest rahvusvahelistest standarditest:

- EVS-EN ISO 5667-1 Vee kvaliteet – Proovivõtt. Osa 1: Proovivõtt. Osa 1: Proovivõttuplaanide koostamisjuhendid ja proovivõtumeetodid.
- EVS-EN ISO 5667-3 Vee kvaliteet – Proovivõtt. Osa 3: Juhised proovide konserveerimise ja käsitlemise kohta.
- EVS-EN ISO 5667-6 Vee kvaliteet – Proovivõtt. Osa 6: Juhend proovivõtuks jõgedest ja ojadest.

Pinnaveeproovid võeti punktproovidena otse pudelisse. Lähtudes keskkonnaministri 03.10.2019.a. määruses nr 49 kehtestatud nõuetest mõõdeti kõigis proovivõtupunktides veeproovide võtmisel lahustunud hapniku sisaldust, veetemperatuuri, elektrijuhtivust ning pH-d.

2 Vääna_1 - Vääna lähtest Saku paisuni (Tallinna mnt)

Uuringu objektiks on Vääna jõe lähtepoolne osa – Vääna_1 veekogum (Vääna lähtest Saku paisuni (Tallinna mnt)). Vääna jõgi (VEE1094500) on avalikult kasutatav veekogu, mis asub Harjumaal Lääne-Eesti vesikonnas. Vääna jõe valgalaks on hinnatud 311,5 km² [2] ning selle alamjooksupoolne kogum (Vääna_2) on kantud „Lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse“ [3].



Joonis 1. Vääna_1 kogum - Vääna lähtest Saku paisuni (Tallinna mnt)

Vääna jõe ülemjooksu kogum (Vääna lähtest Saku paisuni (Tallinna mnt) – Vääna_1, joonis 1) on 18,76 km pikk, valgalaga 126,9 km². Veemajanduskavade [4] kohaselt on kogum määratud heledaveeliseks kalastikuliselt väheoluliseks (V1B-KaVo) looduslikuks veekogumiks (LV), mille ökoloogiline hinnang on kesine. Vääna_1 kogumisse suubuvad olulisemad kraavid ja ojad (valglavõrgustikuks Vääna-1 kogumile) on lähtest Saku suunas:

- Nabala peakraav (VEE1094600)
- Lähtse peakraav (VEE1094700)
- Harjuva oja (VEE1094900)
- Sausti peakraav (VEE1095000)
- Soone kraav (VEE1094501)
- Järve oja (VEE1095100)
- Kokasoon (oja, VEE1094507)
- Esku kraav (VEE1094503)



- Kivisilla peakraav (VEE1095200)

2.1 Vääna_1 kogumi varasemad seisundihinnangud

Seisundihinnangu puhul tuleb andmete võrdlemisel arvestada, et kogumi piire muudeti 2020.a. [5] – kui varasemalt oli kogumi alumiseks piiriks Pääsküla jõgi (Vääna Pääsküla jõeni), siis käesoleval ajal on selleks Saku pais. Seetõttu seirati 2019.a. Vääna_1 kogumis hüdrobioloogilisi elemente kahel korral eri eesmärkidel (operatiivseire ning ülevaateseire raames). Samas veekvaliteeti seirati ülevaateseire [6] käigus Nõuma seirepunktis, mida loetakse käesoleval ajal Vääna_2 kogumil paiknevaks.

Kõikide pinnavee ökoloogilise seisundi kvaliteedielementide osas ei ole Vääna_1 kogumit hinnatud. Keemilist seisundit ei ole Vääna_1 kogumis hinnatud. Kokkuvõtvalt saab käsitleda ainult osalist ökoloogilise seisundi hinnangut ja pinnavee koondseisund on kujunenud hinnatud näitajate alusel. Vääna_1 kogumi seisundit on varasemalt hinnatud operatiivseire käigus 2013 aastal Tõdva seirejaamas (SJASJA7307000) [7] ja 2019 aastal (jaamad) [8]. Samaaegselt operatiivseirega hinnati 2019.a. kogumi ka jõgede hüdrobioloogilise seire [9] käigus Tõdva seirejaamas. Hindamiste tulemused hinnangu komponentide lõikes on esitatud tabelites 1–4.

Tabel 1. Füüsikalise-keemiliste näitajate kvaliteedielemendi FÜKE kvaliteedinäitajate hinnangud Vääna_1 kogumi kohta (operatiivseire andmetel)

Seirepunkt	SJA number	Aasta	Tüüp	O ₂ , %	BHT5	NH ₄ -N	N_üld	P_üld	FÜKE
Aasu sild	-	2019	V1B	38	1,4	0,22	2,1	0,08	18
Tõdva	SJA7307000	2013	V1B	47	1,2	0,21	1,9	0,08	19
Tõdva	SJA7307000	2019	V1B	41	1,4	0,14	2,2	0,095	18

Tabel 2. Füto bentose kvaliteedielemendi FÜBE kvaliteedinäitajate hinnangud Vääna_1 kogumi kohta

Seirepunkt	SJA number	Aasta	IPS	WAT	100-TDI	FÜBE
Aasu sild	-	2019*	16	18,5	55	
Tõdva	SJA7307000	2013*	12,6	14	40,1	
Tõdva	SJA7307000	juuli.19**	13,4	13,6	49,7	
Tõdva	SJA7307000	sept.19*	11,4	10,3	42	

* operatiivseire, ** ülevaateseire

Tabel 3. Suurtaimestiku kvaliteedinäitajate hinnangud Vääna_1 kogumi kohta (ülevaateseire andmetel)

Seirepunkt	SJA number	Aasta	MIR_EE	ITEM	MAFÜ
Tõdva	SJA7307000	2019	32,33	6,3	

Tabel 4. Suurselgrootute kvaliteedielemendi SUSE kvaliteedinäitajate hinnangud Vääna_1 kogumi kohta

Seirepunkt	SJA number	Aasta	T	EPT	H'	ASPT	DSFI	SUSE
Aasu sild	-	2019*	43	8	2,52	4,3	3	14
Tõdva	SJA7307000	2013*	39	12	2,19	5,25	3	16
Tõdva	SJA7307000	juuli.19**	18	7	1,24	4,23	4	
Tõdva		sept.19*	40	6	2,32	4,5	3	12

* operatiivseire, ** ülevaateseire



2013.a. seirati Vääna_1 kogumis Lokuti (Tõdva) uuringupunktis [7]:

- FÜKE oli kesine. pH oli vahemikus 7,5 – 7,9, elektrijuhtivus 494 – 575 $\mu\text{S}/\text{cm}$, heljum 2,0 – 11 mg/l ja KHT_Mn 20 – 30 mg/l. Jõgi oli ülalpool proovikohta taimestikku täis kasvanud ja jõe põhja kattis paks settekiht. O₂ küllastusaste vastas halvale seisundile.
- FÜBE oli hea. Indeksitest näitasid kõik kolm (IPS, WAT, TDI) head seisundit. Kokku leiti 36 taksonit bentilisi ränivetikaid. Dominantliik (takson, mille isendite arvukus on üle 25% proovist) puudus. Subdominantideks (taksonid, mille isendite arvukus on 10–25% proovist) osutusid Achnanthydium minutissimum (23%), Gomphonema parvulum (18%) ja Rhoicosphenia abbreviata (15%).
- SUSE oli kesine. Taksoneid, sealhulgas EPT taksoneid, esines antud jõetüübi kohta suhteliselt palju. EPT liikidest olid arvukamad ehmeistiivalised Hydropsyche angustipennis ja Limnephilus rhombicus. Kevikuliste liike ei leitud. Arvukaim oli jõe-kirpvähk Gammarus pulex. ASPT ja DSFI indeksite madalaid väärtusi seostati orgaanilise reostusega, mis väljendus jõepõhja mudastumises ja madalas O₂ küllastusastmes ülalpool proovikohta.

2019.a. oli operatiivseire [8] eesmärgiks hinnata turbatootmise mõju ning seiret tehti ülalpool Sausti tootmisala (Aasu silla juures) ning allpool Sausti tootmisala (Tõdval, SJA7307000). Samuti oli eesmärgiks hinnata Tõdva punkti abil 2013.a. läbiviidud jõepõhja setete eemaldamise mõju ökoloogilisele seisundile. 2019.a. seire põhitulemiks oli, et ÖSE seisundiklass allpool tootmisala ei halvenenud. Turbatootmisala võimalikule mõjule viitav NH₄-N sisaldus vastas heale seisundile ja oli väiksem foonilisest sisaldusest. Üksiknäitajate osas oli seisund halvem fübe näitajate osas, ka oli kõrgem P_{üld} sisaldus. Põhjastena pakuti välja Sausti peakraavi kaudu tulevat reostust [8][8] – Sausti peakraaviga on seotud järgmised veelaskmed: Sausti mõisa veelase, Suurvälja-, Tilluvälja- ja Mikuhansu veelaskmed. Peakraavi keskjooksu paremkaldal asuvad vahetult Luige asula elamud.

Aasu silla juures:

- FÜKE oli kesine, kuna hapniku küllastusaste vastas väga halvale seisundile. Vesi oli suhteliselt seisev, jõe põhjas olevad kivid ja veesisene taimestik olid kaetud settega.
- FÜBE oli väga hea. Kõik kolm ränivetikaindeksit vastasid väga heale seisundiklassile. Kokku määrati 28 taksonit bentilisi ränivetikaid. Domineeris Achnanthydium minutissimum (50%).
- SUSE oli kesine. Taksonitest oli arvukaim Chironomidae (49%). Arvukamad liigid olid ka Bithynia tentaculata ja Gammarus pulex (vastavalt 19% ja 13%). EPT liikidest esines enim Anabolia laevis & furcata. Kevikulisi ja DSFI esimese klassi võtmerühma liike ei leitud.

Tõdva seirepunktis:

- FÜKE oli kesine, kuna hapniku küllastusaste vastas halvale seisundile.
- FÜBE oli kesine. Kolmest ränivetikaindeksist näitasid IPS ja WAT kesist seisundit ning TDI head seisundit. Kokku määrati 45 taksonit bentilisi ränivetikaid. Dominanti ei eristunud. Arvukalt olid esindatud Cyclotella meneghiniana (19%) ja Achnanthydium minutissimum (10%).



- SUSE oli kesine. Taksonitest olid arvukamad *Gammarus pulex* ja *Asellus aquaticus* (vastavalt 51% ja 26%). EPT liike oli vähe ja neid esines vähearvukalt. Kevikulisi ei leitud. DSFI esimese klassi võtmerühma liikidest esines ühe isendiga *Limnius volckmari*.

2019.a. jõgede hüdrobioloogilise seire [9] käigus seirati praegust Vääna_1 kogumit Tõdva seirepunktis:

- FÜBE oli hea: Vääna jõe Tõdva seirekohas tehti kindlaks 35 epiliitse ränivetikataksoni esinemine, dominant ei eristunud. Arvukad olid *Fragilaria rupens*, *Achnanthes minutissimum* ja *Cocconeis placentula*.
- MAFÜ oli kesine: suurtaimestiku üldkatvus oli 106%, taimed olid osaliselt mitme kihina. Kokku registreeriti 18 taksonit, sealhulgas kolm makrovetikataksont. Samblad puudusid. Helofüüte oli 8 taksonit ning hüdrofüüte 7 taksonit. Ülekaalukalt domineeris jõgi-köölusleht (*Sagittaria sagittifolia*). Makrovetikatest oli ohtralt esindatud rohevetikas *Cladophora*.
- SUSE oli kesine: suurselgrootute arvukusdominandiks oli jõe kirpvähk (*Gammarus pulex*).
- Kalastikku küll 2019.a. seirati, kuid seirekoht (Jälgimäe) asub käesoleval ajal Vääna_2 kogumis. Samuti ei kirjelda kalastikuseire tulemusi olukorda praeguses kogumis (vt ka ptk 3.3).

2.2 Valgala koormuste ülevaade

Vääna jõgi kandis aastatel 2021 ja 2022 merre 259 ja 351 tonni lämmastikku ning 8,4 ja 8,56 tonni fosforit. Koormuse arvutused on tehtud riikliku jõgede seire andmete alusel Vääna suudme seirepunkti FÜ-KE tulemuste ja Hüüru HJ vooluhulkade järgi.

Vääna jõe koormuse arvutamisel on kasutatud HELCOM PLC [10] koormuste arvutamise metoodikat, mis võtab aluseks keskmise kuu kontsentratsiooni ja kuu äravoolu:

$$L = \sum_{i=1}^{12} W_{ki} * C_{ki},$$

kus L on aine aastane koormus (t/a), W_{ki} – kuu äravool (m^3) ja C_{ki} – aine kuu keskmine kontsentratsioon (mg/l).

Vääna_1 koormusi sellise metoodika järgi arvutada ei saa, sest puuduvad füüsikalise-keemiliste näitajate andmed. Küll saab leida võimalikku koormust maakasutuse alusel, kus erinevatest maakasutuse tüüpidest (CORINE) jõuab jõkke toitaineid, lämmastikku ja fosforit. Arvutuste aluseks on võetud veekogumi maakasutuse andmed ja maakattetüüpidele omased koefitsiendid TTÜ tööst [11]. Kuna tegeliku põllumajandusliku maakasutuse kohta on andmed puudulikud ning ei ole võimalik välja pakkuda ka toitainete ärakande ühikväärtusi maakasutustüüpide kaupa, kasutati siseveekogudele langeva hajukoormuse selgitamiseks CORINE maakattetüüpidele omaseid ärakande ühikväärtusi, mida on võimalik olnud üldistada põllumajanduslike väikevalglate, soode ja osaliselt lageraie alade seire tulemusi ja uurimisandmestikku kasutades. TTÜ töös [11] kasutati erinevatest allikatest, seire andmetest ja uurimistööst pärinevaid tulemusi lämmastiku ja fosfori hajukoormuse arvutamiseks siseveekogudele Eestis. Tulemused võimaldavad hinnata erinevate koormusallikate osakaalu ja võimalusi koormuse vähendamise meetmete rakendamiseks. Selleks üldistati ulatuslik seire- ja uurimisandmestik ning arvutati üldlämmastiku ja üldfosfori hajukoormus siseveekogudele peamiste allikate kaupa, s.h. looduskoormus (metsadest, märgaladelt ja lageraiealadelt), põllumajanduskoormus (selle erinevaid maakattetüüpe eristades), mis sisaldab ka potentsiaalselt sõnnikuhoidlatest keskkonda kaotsi mineva toitainete koormuse, foonikoormus põllumajanduslikelt ja



muudelt inimõjuga maakattetüüpidelt, sademete koormus otse siseveekogudele ning kanaliseerimata sademevee koormus.

Põllumajanduslikelt maakattetüüpidelt pärineva toitainete koormuse arvutustes kasutati keskmistatud ärakandekoefitsiente. Inimõju selgitamiseks on oluline eristada põllumajanduslikust koormusest see osa, mis moodustab loodusliku taustakoormuse. Selleks kasutati looduslike kõlvikute maakatte andmeid ning keskmisi ärakandekoefitsiente. Vääna_1 veekogumi maakasutus ja erinevate maakattetüüpide koormused on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Vääna_1 veekogumi maakasutus ja maakatte ärakandekoefitsiendid.

CLC kood	Nimetus	Pindala, ha	Osakaal, %	N ühik-koormus, kg/ha/a	P ühik-koormus, kg/ha/a
112	Hõredalt hoonestatud alad	532	4%	2,1	0,08
121	Tööstus- ja/või kaubandusterritooriumid	41	0%	2,1	0,08
131	Karjäärid	87	1%	2,1	0,08
211	Niisutuseta haritav maa	1184	9%	21	0,44
231	Karjamaad	3951	31%	3	0,12
242	Kompleksmaaviljelus (haritavat maad > 75%)	122	1%	17	0,24
243	Põllumajanduslik maa (< 75%) loodusliku taimkatte osalusega	470	4%	12	0,24
311	Heitlehised lehtmetsad	945	7%	1,5	0,06
312	Okasmetsad	1740	14%	1,5	0,06
313	Segametsad	2089	16%	1,5	0,06
324	Üleminekuline metsaala	565	4%	2,9	0,1
411	Sisemaa sood	152	1%	1,9	0,07
412	Turbaraba	742	6%	4,5	0,11
512	Veekogud	67	1%		

Vääna_1 valgalal paikneb kokku üheksa väljalaset, mille kaudu juhiti 2021.a. suublasse 0,17 tonni fosforit ja 3,58 tonni lämmastikku (tabel 6). Sarnaselt, 2022.a. olid suublasse juhitud lämmastiku ja fosfori kogused vastavalt 3,28 tN/a ja 0,177 tP/a (tabel 7).

Tabel 6. Punktalikate koormused veekasutajate aastaaruannete kohaselt 2021.a.

Kood	Nimi	Veekogus (m³/a)	BHT7 kogus (t/a)	KHT kogus (t/a)	Heljumi kogus (t/a)	Püld kogus (t/a)	Nüld kogus (t/a)
HA204	Saku õlletehase avarii vl nr 5	0	0	0	0	0	0
HA139	Saku õlletehase vl nr 4	35741	0,352	2,243	0,804	0,009	0,096
HA565	Sausti turba SP1	292000	1,212	0	4,526	0,066	1,336
HA566	Sausti turba SP2	144176	0,872	0	2,451	0,04	0,598
HA613	Paekna	27255	0,048	0	0,248	0,001	0,054
HA538	SRV-Saustinõmme	11316	0,166	0,671	0,229	0,009	0,68
HA083	Nabala farm	1200	0,006	0,05	0,004	0,002	0,006



HA573	Aasu B	217190	0,877		2,564	0,017	0,37
HA574	Aasu A	225710	0,993		3,4	0,024	0,441
kokku		954588	4,526	2,964	14,226	0,168	3,581

Tabel 7. Punkallikate koormused veekasutajate aastaaruannete kohaselt 2022.a.

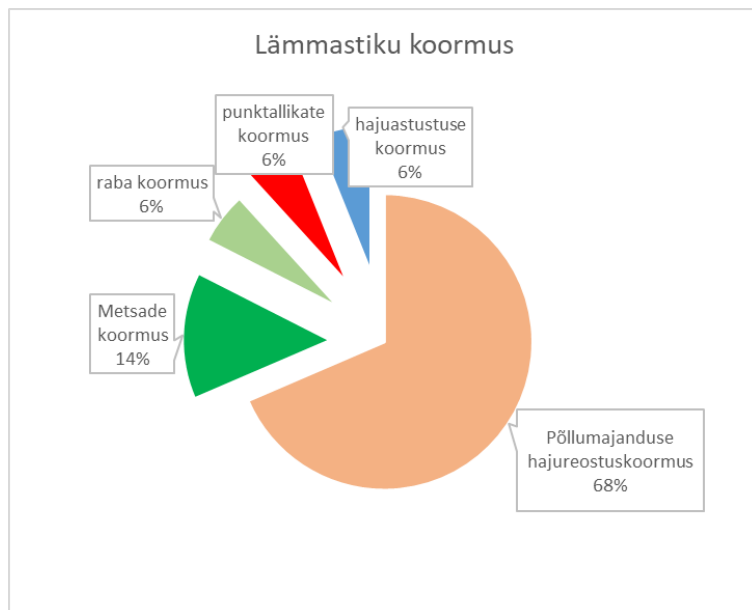
Kood	Nimi	Veekogus (m ³ /a)	BHT7 kogus (t/a)	KHT kogus (t/a)	Heljumi kogus (t/a)	Püld kogus (t/a)	Nüld kogus (t/a)
HA204	Saku õlletehase avarii vl nr 5	0	0	0	0	0	0
HA139	Saku õlletehase vl nr 4	31622	0,268	1,067	0,715	0,005	0,066
HA565	Sausti turba SP1	292000	1,234	0	5,548	0,043	1,161
HA566	Sausti turba SP2	144176	0,67	0	1,766	0,036	0,562
HA613	Paekna	18841	0,025	0	0,062	0,001	0,018
HA538	SRV-Saustinõmme	10348	0,67	1,435	0,761	0,065	0,86
HA083	Nabala farm	1200	0,007	0,054	0,012	0,003	0,005
HA573	Aasu B	156672	0,38		0,876	0,009	0,354
HA574	Aasu A	162806	0,679		1,439	0,015	0,252
kokku		817665	3,933	2,556	11,179	0,177	3,278

Ärakande koefitsientide abil leiti Vääna_1 toitainete koormus allikate kaupa. Lämmastiku ja fosfori koormused on toodud tabelis 8 ja joonistel 2 ja 3.

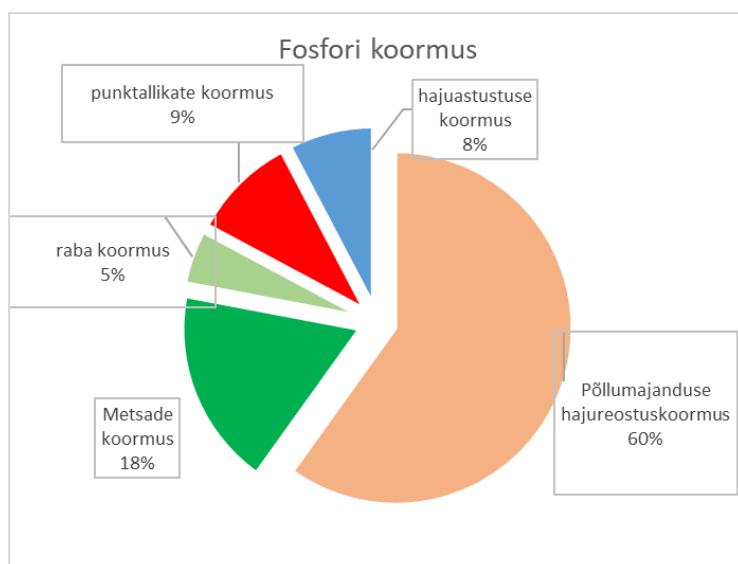
Tabel 8. Vääna_1 toitainete koormused (2021.a.)

Koormuse liik	N, tonni	P, tonni
Põllumajanduse hajureostuskoormus	43,2	1,14
Metsade koormus	8,80	0,34
Raba koormus	3,63	0,092
Punktallikate koormus	3,58	0,18
Hajaastustuse koormus	3,83	0,146
kokku	63,04	1,90

Kuigi koormuste analüüsist lähtub, et suurima toitainete koormuse annab kogumi valgalal põllumajanduslik tegevus, tuleneb kogumi kesine FÜKE seisund pigem selle hüdroloogilistest iseärasustest (lahustunud hapniku sisaldus vees sõltub vooluhulgast, vt ka ptk 2.4.1) ning täiendavaid meetmeid veekogumi koormuste vähendamiseks ei ole vaja rakendada.



Joonis 2. Vääna_1 veekogumi lämmastiku koormuse jaotumine päritolust johtuvalt



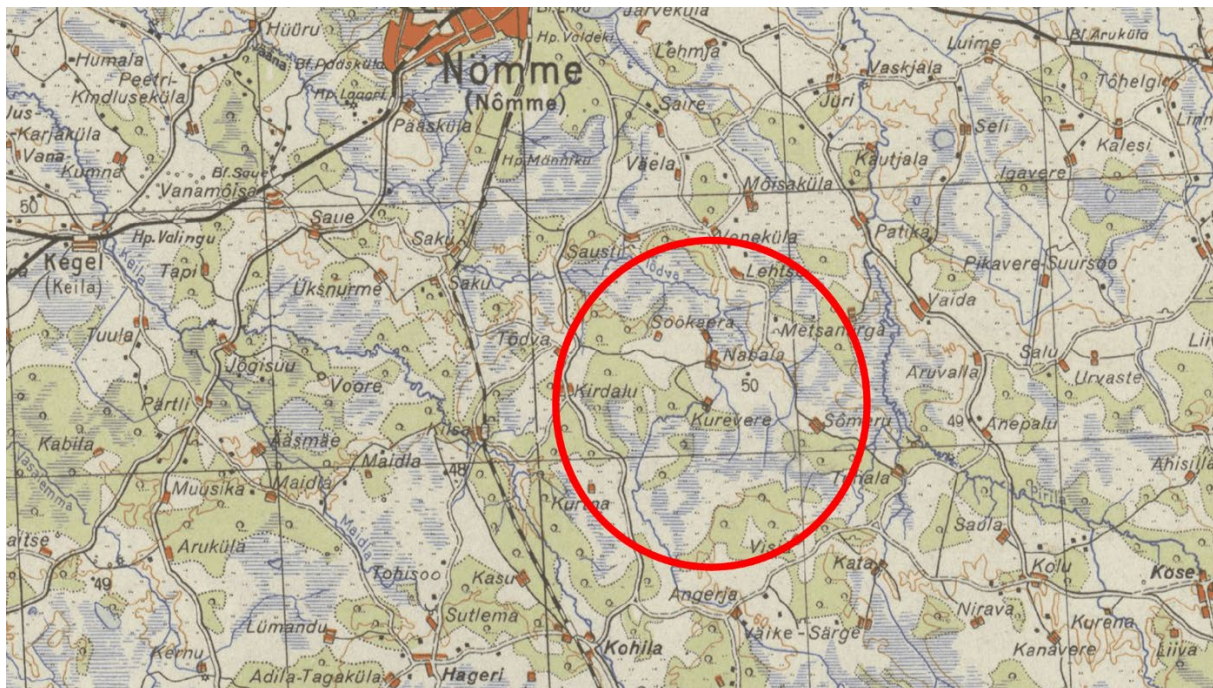
Joonis 3. Vääna_1 veekogumi fosfori koormuse jaotumine päritolust johtuvalt

2.3 Valgala ja hüdro-morfoloogia

Käesoleval ajal saab Vääna_1 kogum alguse Paekna allikatiigist. Kuigi jõe säng ulatub allikatiigist veel 4-5 km ülesvoolu Arusta küla lähedale, on see osa sängist madalvee ajal regulaarselt kuiv. Esimese Eesti Vabariigi ajal kandis kogum Tõdva jõe nime ning oli oluliselt pikem tänu ühendusele Angerja ojaga (joonis 4). See ühendus katkestati 1966.a., mil Angerja oja juhiti kanali kaudu Pirita jõkke [12]–[14].

Käesoleval ajal on Vääna_1 (maksimaalselt) 18,76 km pikkune ja selle (arvutuslik) valgala on 126,9 km². Kogumi looklevustegur on 1,14 (oluliselt muudetud), eesvoolu kattuvus kogumiga on ametlikel andmetel [15] 68% (riigi poolt korrastatav ühiseesvool VÄÄNA JÕGI, pikkus 12,7 km), kuid võttes arvesse tööka, et Paekna järvest ülesvoolu on jõesäng valdavalt veevaene (vt jooniseid 1 ja 5), võib

eesvoolu osakaaluks lugeda 93%, kusjuures allesjäävad 7% kogumi pikkusest moodustavad sisuliselt Paekna ning Saku paisjärv. Veega pidevalt täidetud jõesängi pikkus on 13,8 km.



Joonis 4. Vääna (Tõdva) jõgi oli varasemalt Angerja ojaga ühenduses (allikas: Maa-ameti ajaloolised kaardid 1943-1944)

2.3.1 Morfoloogia välitööde põhjal

Paekna järv on ca 1,8 ha suurune paisjärv (joonis 6), mida võib lugeda de facto Vääna jõe alguseks. Paisjärv rajati 1985.a. pinnastammina [16]. Kasutatud on truupregulaatorit, mille põhi ja seinad on ehitatud hüdrotehnilisest betoonist M350 MP3 150 B-6 palsusega 30cm. Tugevduseks on kasutatud pindarmatuuri AII 150x150x9x9. Regulaatori ülevoolu kõrgus on 40,00. Regulaatoris on 1m laiune topelt paas- ja põhjaraudadega varustatud ava, mida saab sulgeda šandooriprussidega. Regulaator on pealt kaetud karpterasest karkassiga, mis on valatud regulaatori otsakusse. Karkassile on poltide abil kinnitatud prussidest kate. Paigaldatud on metallist käsipuud. Vesi on juhitud läbi pinnastammi toruga (koosneb 4-st raudbetoonlülis PTB 10.50-1 Torude alus ja vahe on valatud betoonist M-100, torude ühenduskohad valatud ribid betoonist M-200. Väljavoolu otsak on ehitatud betoonist MP3150 B-6 ja armeeritud pindarmatuuriga. Sisse ja väljavoolu otsakud on kaetud betoonplaatidega VKPg [17]. Nõlvad on maakivist kindlustusega betoonalusel. Veetaseme reguleerimiseks on prussid (joonis 7). Paisjärv on kuni 2,5 sügavune (kohalike elanike sõnul).

Varasemalt on kaalutud paisjärve likvideerimist, kuid KMH eelhinnanguga [17] leiti, et paisu likvideerimiseks vajadus puudub, sest:

- Vääna jõgi ülalpool Paekna paisu ei ole kalastikulisest seisukohast olulise väärtusega (puudub piisav vooluhulk),
- kalapääsuta pais ei avalda kalastikule olulist negatiivset mõju,
- paisjärvel on sotsiaalsest ja kultuurilisest seisukohast oluline väärtus



- pais ei avalda allavoolu olulist negatiivset mõju (sh Natura alale),
- kõige olulisemaks mõjuteguriks jõe ülemjooksu elupaigalisele väärtusele on regulaarne madalvee aegne veevaegus. Võimalikud tegevused paisul ei võimalda mitte kuidagi lahendada või leevendada seda peamist probleemi.

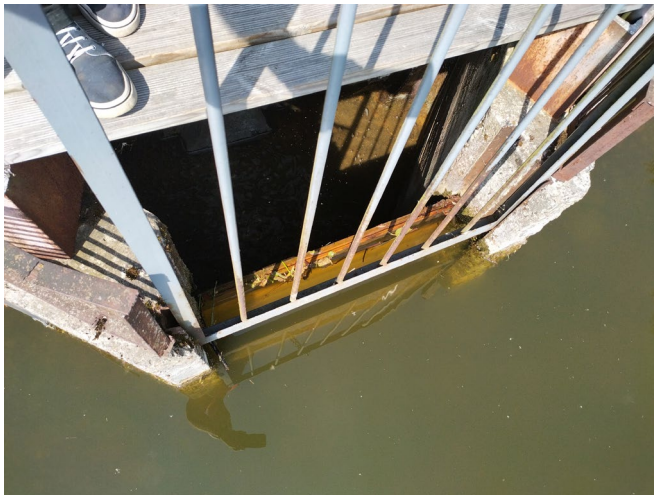
Paekna paisjärvel on miljööväärtuslik ja virgestuslik funktsioon, kohalik omavalitsus peab paisjärve säilimist oluliseks. Seetõttu pole paisu ja paisjärve likvideerimine sotsiaalsel põhjustel tõenäoliselt võimalik [17].



Joonis 5. Vääna jõe sängis Paekna järvest ülesvoolu leidus vett vaid üksikutes lompides (foto: Vallo Kõrgmaa, 28.06.2023.a.)



Joonis 6. vaade Paekna paisjärvele (foto: Vallo Kõrgmaa)

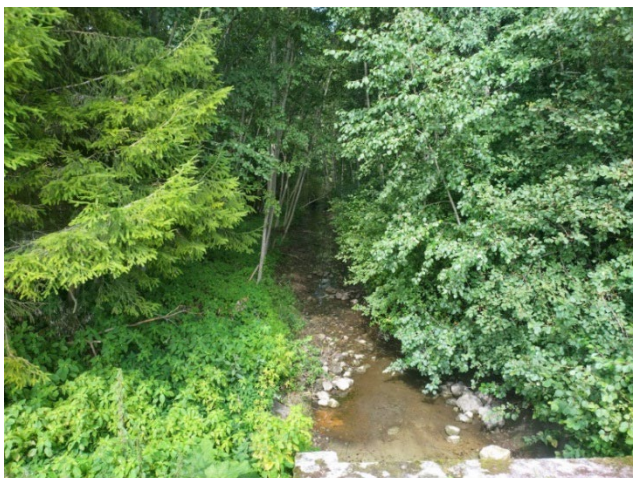


Joonis 7. Paekna paisjärve veetaset reguleeritakse laudade abil (foto: Vallo Kõrgmaa)

Paekna paisule on väljastatud keskkonnaluba KL-509782, mille omanikuks on Kiili Vallavalitsus. Keskkonnaloa kohaselt on lubatud normaal paisutustase (NPT) 40,25 abs m, kõrgeim paisutustase (KPT) 40,73 abs m, madalaim paisutustase (MPT) 38,73 abs m. Tagada tuleb ökoloogiline miinimumvooluhulk paisust allavoolu looduslikus voolusängis või looduslik äravool, kui looduslik äravool on ökoloogilisest miinimumvooluhulgast väiksem.

Välitööde ajal oli ligi veerand paisjärve pinnast kaetud veepinnani ulatuvate penikeeltega. Järve põhi oli valdavalt kruusane. Kohalike elanike sõnul pärinesid paisjärves elutsevad karpkalad varasemalt samas asukohas asunud kalakasvatusest. On väga võimalik, et järvepõhjas toitu otsivad karpkalad soodustavad ka paisjärve eutrofeerumist (paisjärve väljavoolus oli 16.08.2023.a. lahustunud hapniku küllastusaste 156%), kuigi analüüsitulemuste kohaselt oli väljavoolavas vees toitainete sisaldus väike.

Vahetult allpool Paekna paisu on jõesängi laius valdavalt 2...3 m, ritraalse iseloomuga jõeosa ulatub kuni 0,3 km kaugusele Paekna paisust allavoolu. Edasi allavoolu muutub jõgi laiemaks (5...7 m) ning lauspotamaalseks ning sellise ilmega on jõgi kuni Saku paisuni (13 km Paekna paisust allavoolu). Välitööde ajal 16.08.2023.a. oli vee hulk Paekna paisjärvest allavoolu väga väike (joonis 8).



Joonis 8. Väana jõgi peale Paekna paisjärve (foto: Vallo Kõrgmaa, 16.08.2023)



Samas, ligi 330 m allavoolu paiknev truup (X: 6570538, Y:547818) oli tõenäoliselt kobraсте tegevuse tagajärjel ummistunud (joonis 9).



Joonis 9. Tõenäoliselt kobraсте tegevuse tagajärjel ummistunud truup (paremal vaade ülesvoolu, vasakul vaade allavoolu) Paekna paisust ca 330 m allavoolu (foto: Vallo Kõrgmaa)

Paekna paisjärvest Aasu sillani oli Vääna jõgi sirgendatud, valdaval 3–5 m lai, 0,4 m sügav, mudase põhjaga ning potamaalse iseloomuga. Vee värvus oli enamasti kollane, veepind oli kaetud lemledega. Lahustunud hapniku sisaldus ning taimestiku rohkus viitas eutrofeerumisele (28.06.2023.a. oli Aasu silla juures lahustunud hapniku sisaldus 17,7 mg/l, ning pH 8,3; samas . Selles lõigus paiknes ka üks 0,5 m kõrguse veetasemete vahega koprapais (Nabala kraavist allavoolu, X: 6571879.7 ja Y: 548049.3; joonis 10), mis aeglustas veevoolu ja soodustas eutrofeerumist.



Joonis 10. Koprapais Aasu sillast ülesvoolu (foto: Vallo Kõrgmaa)

Vääna Aasu silast Viljandi maanteeeni on samuti sirgendatud, valdavalt 7-8 meetrit lai laminaarse vooluga ja potamaalse iseloomuga (joonis 11). Vee värvus oli enamasti kollane, veepind oli kaetud lemledega, kuid leidis ka vesikuppe. Lõigus oli mitu koprapaisu, kuid sügise saabudes (veehulk



suurenes) jäi neist alles vaid üks (X: 6572315, Y: 547313). Lõik kulgeb rabade vahel läbi metsa. Selles lõigus oli vettekukkunud puid kõige rohkem, samuti leidus jõe kallastel hulganisti kopra närimisjälgedega puid. Kuigi jõepõhi oli valdavalt mudane, leidus ka üks kivisema põhjaga sirge lõik (vahemikus X: 6573533, Y: 544758 kuni X: 6572922, Y: 543815).



Joonis 11. Vaade Vääna jõele Viljandi mnt ja Rootsimäe vahelisel lõigul (foto: Vallo Kõrgmaa)

Vääna jõgi Viljandi maanteest Rootsimäeni oli valdavalt 7–8 meetri laiune laminaarse vooluga ja kollase tooniga läbipaistva veega potamaalse iseloomuga sirgendatud lõik, kus veekogu põhjas leidus lisaks mudale ja turbale ka kive (eelkõige kruusa, kuni 25%). Katvus taimestikuga oli ca 20%, domineerisid vesikupud ja lemlid.

Vääna jõgi Rootsimäest Kivisilla peakraavini (Saku raudteeni) oli jõgi sarnase iseloomuga, kuid pehme põhjaga (valdavalt mudane). Katvus taimestikuga oli ca 20%, domineerisid vesikupud ja lemlid. Jõelõigul leidus ka üks ligi 500 m pikkune kivisema põhjaga lõik (vahemikus X: 6572687.4, Y: 540397.4 kuni X: 6572755.9, Y: 539905.6).

Saku paisjärv (ka Saku tiik) rajati 19. sajandi alguses samaaegselt Saku mõisa ümbritseva pargiga [18]. Mõisa peahoonet ümbritsev vabakujuline nn inglise stiilis pargiosa juurde kuulub jõgi, selle keskele rajatud saared (ühest on tänaseks saanud poolsaar) ning jõest paisutatud tiigiks laienev veekogu [18]. 2013. aastal tehti pargis kahe keskkonnaprojekti raames kolmel hektaril hooldusraie ning rajati jõest paisutatud tiigile uus kalapääs, mis võimaldab kalade ülesvoolu rännet [19]. Ekspert hinnanguga [19] leiti, et „kalapääs probleemideta läbitav kõigile Vääna jões esinevatele tüübispetsiifilistele kalaliikidele (ojasilm, jõesilm, forell, haug, särg, teib, rünt, viidikas, trulling, luts, võldas). Mitmele reofiilsele liigile (forelli noorjärgud, trulling, luts, võldas) on kalapääs sobivaks elupaigaks, forellile, jõe- ja ojasilmule ka sigimispaiaks. Kalapääsu leidmine ning motivatsioon pääsu sisenemiseks ei tohiks ühegi kalaliigi jaoks olla probleemiks, sest vett jõest eemale ei juhita ning pääsu põhi on kujundatud loodusliku kärestiku sarnaseks. Veekogu seisundi edasiseks parandamiseks oleks vaja eemaldada setted ja muda mõisatiigist“.



Joonis 12. Saku pais [19]

Paisule (joonis 12) käesoleval ajal eraldi luba vaja ei ole (paisutuskõrgus alla 1m, vt ka VeeS §188 lg 3 p1), kuid varasemalt omas Saku Vallavalitsus paisutamiseks luba L.VV/323327, mille kohaselt tuli Saku tiigis (VEE2006120, joonis 13) hoida pidevalt normaalpaisutustaset 35,5 m abs (võrdne maksimaalpaisutustasemega). Maksimaalpaisutustasemest kõrgem veetase on lubatud ainult erakorraliste ilmastikutingimuste ja suurvee ajal, kui maantee silla konstruktsioonist tulenev piiratud läbilaskevõime ei suuda tagada vooluhulkade ärajuhtimist ka maksimaalselt avatud varja korral. Madalaim paisutustase on 35,4 m abs. Lisatingimustena oli välja toodud näiteks:

- Veetaset reguleerida Saku paisul metallvarja abil (automaatselt ja käsitsi reguleeritav) viisil, mis tagab pidevalt normaalpaisutuskõrguse 35,5 m abs (võrdne maksimaalse paisutuskõrgusega).
- Kevadel ja sügisel peab tulva ja suurveeperioodidel ning kalade kevadise (aprill kuni mai) ja sügise (september kuni november) kuderände ajal olema vari maksimaalselt avatud.
- Kalapääsust allavoolu tuleb Vääna jões tagada pidevalt sanitaarvooluhulk 0,16 m³/s või looduslik äravool, kui see on sanitaarvooluhulgast väiksem.
- Veetaseme mõõtmiseks ja kontrollimiseks peab olema rekonstrueeritud paisule paigaldatud statsionaarne, vähemalt 2 m kõrgune mõõdulatt (arvestus absoluutkõrgustes).
- Teostada Saku tiigi põhjasette paksuse mõõtmisi paisu ülemises biefis laminaarse voolu tsoonis ning hinnata Saku paistiigi sette kogus üks kord aastas.

Keskkonnaamet on Saku Vallavalitsusele väljastanud loa L.VV/332453 pinnaveevõtuks kunstlume tootmiseks, mille eritingimusteks on:

- Juhul kui Saku paisu taga langeb ökoloogiline miinimumvooluhulk tasemele 0,16 või Hüüru lävendi hüdroloogilise vaatlusposti andmetel langeb ökoloogiline miinimumvooluhulk tasemele 0,17 m³/s või alla selle, on ettevõttel veevõtt Vääna jõest keelatud.
- Juhul, kui ilmneb, et vee erikasutus avaldab negatiivset mõju veekogumi seisundile, on Keskkonnaametil õigus seada täiendavaid tingimusi.



Joonis 13. Saku paisjärv (vaade paisult mõisa suunas, 28.06.2023. Foto: Vallo Kõrgmaa)

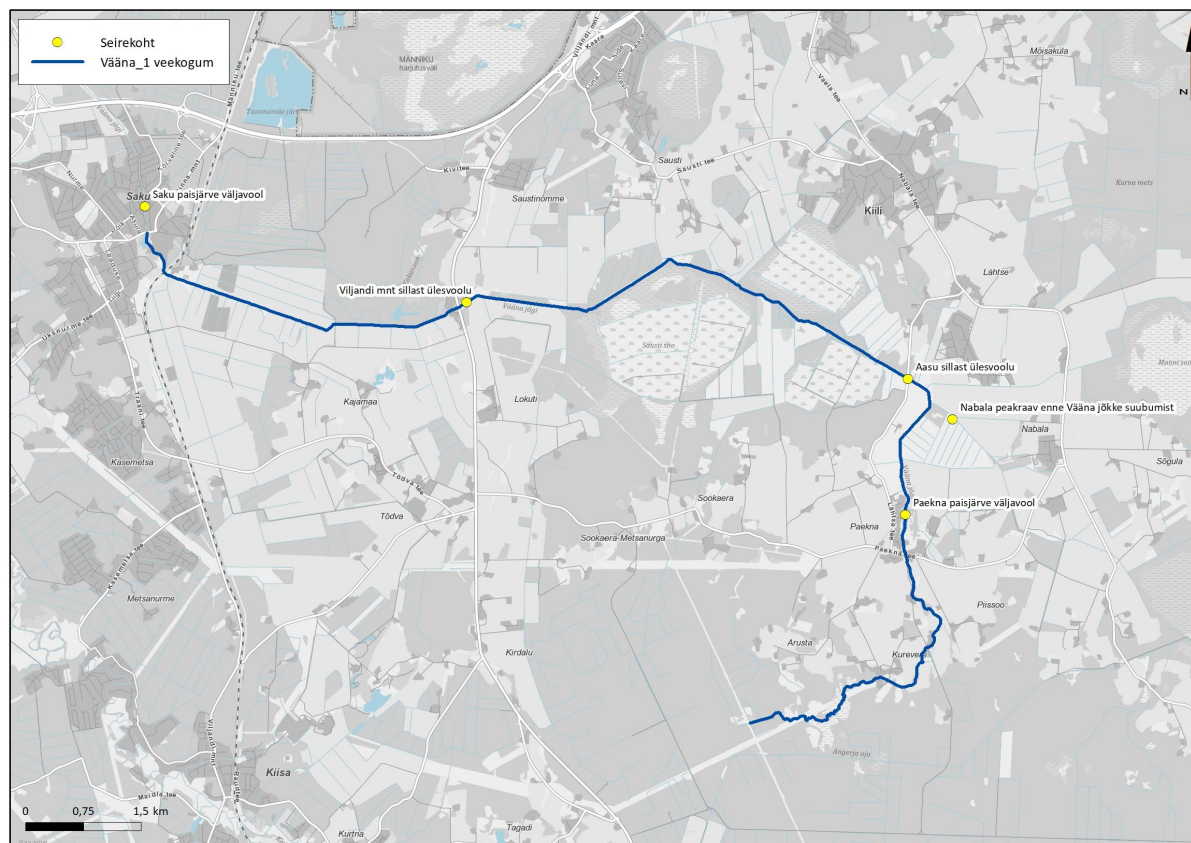
Välitööde ajal 2023.a. juunis oli paisjärve pinnast ca 10% kaetud taimestikuga (peamiselt vesikupud, kuid leidus ka penikeeli ja lemlet). Veesisest taimestikku oli hiljuti niidetud. Vesi oli helekollase tooniga, sisaldas natuke heljunit. Paisjärve põhi on pehme, veevool pea olematu. Kuigi Saku tiigis kalastiku seiret eraldi tehtud ei ole, on harrastuskalastajad saanud sealt haugi, ahvenat, särge, latikat, linaskit, kokre ja forelli [20].

2.3.2 Veeproovid

Välitööde käigus võeti veeproove neljast eri piirkonnast jões ja ühest kraavist, mis visuaalse hinnangu põhjal võis olla mõjutatud suuremast toitainete koormusest (joonis 14). Kuigi proovivõttu ei olnud käesoleva töö lähteülesandes ette nähtud, oli eesmärgiks kontrollida, kas kogumis on mõni piirkond, mis veekvaliteedi osas vajab suuremat tähelepanu.

Analüüsitulemuste kõrvutamisel välitöödel nähtu ning jões ja selle ümbruses piirnevaga, võib vee kvaliteedi osas jagada kogum tinglikult kolmeks olulisemaks piirkonnaks. Paekna paisjärves oli märke võimalikust eutrofeerumisest (vt pkt 2.3.1), kuid vee kvaliteedi kujunemise mõistes annab seal pigem tooni paari aasta tagune metsaraie (vt joonis 15), mille tagajärjel on paisjärve väljavoolus BHT₅ ja KHT sisaldused suuremad võrreldes ülejäänud kogumiga.

Aasu sillast ülesvoolu on pinnas jõe kallastel ja selle ümbruses valdavalt madalloomullad, kus turbakihi tusedus võib ulatuda üle 1m. Nii Nabala peakraavis kui ka Aasu sillast ülesvoolu paiknevad koprapaisud aitavad madalvee perioodil jõelõigis vett kinni hoida ja olulist negatiivset mõju veekvaliteedile ei täheldatud.



Joonis 14. Pinnaveeproovide asukohad välitööde ajala (16.08.2023)

Aasu silla ning Viljandi maantee silla (Tõdva seirepunkti) vahelisel lõigul domineerivad samuti madalsoomullad turbakihi tusedusega üle 1m ja rabamullad. Aasu silla piirkonnas paiknevad ka kolm turbatootmisala, mille mõjul fosforisisaldused vees vähesel määral tõusevad (turbatootmise puhul on arvutuslik fosfori aastane ühikkoormus 0,38 kgP/a, võrdluseks raba ning madal soo puhul on see ligi kolm korda väiksem [11]). Välitööde ajal oli märgata lõigul ka viiteid põhjasetete anaeroobsele lagunemisele, mis omakorda põhjustab fosfaatide sisalduse suurenemist. Suurim muutus toimus aga KHT väärtuses, mis viitab otseselt omakorda humiainete sisalduse suurenemisele vees (BHT5 väärtused olid samal ajal väga väikesed). Kõnealusel lõigul asuvad ka mitu turbakaevanduste väljalasku, mille vee fosforisisaldus on aga Vääna jõe fosforisisaldusega selles lõigus sarnane (L.VV/325300 omaseire tulemuste põhjal oli nt 19.07.2023.a. väljalaskudest HA565 ja HA566 võetud proovide¹ fosforisisaldused vahemikus 0,07 mgP/l – 0,12 mgP/l).

¹ Kuna aruande koostamise hetkel puuduvad andmed kõnealuste väljalaskude vooluhulkade kohta, ei saa ka hinnata, kas väljalasku HA566, kus oli üldfosfori sisaldus suurem, mõjul võis pinnavee kvaliteet proovivõtu ajal halveneda. Varasemate andmete põhjal (vt ptk 2.2) on HA565 vooluhulk olnud ligi kaks korda suurem ja fosforikoormus kuni kolmandiku võrra suurem. Võrdluseks, 2019.a. oli seireperioodil võetud proovides (proovid võetud 25.06.2019 ja 02.09.2019) HA566 üld-P sisaldus 0,29 – 0,53 mgP/l ja HA565 0,07 – 0,12 mgP/l. Lubatud üld-P piirsisaldus mõlemale väljalasule on 1 mgP/l (L.VV/325300).



Kogumi viimases lõigus (Tõdvalt Saku paisjärve väljavooluni) suuri muutusi vee kvaliteedis ei täheldatud, kuigi lahustunud hapniku sisaldus, mis turbatootmiste vahelisel lõigul väga väikseks muutus, siin vähesel määral kasvas (tabel 9).

Tabel 9. Pinnavee kvaliteet Vääna_1 kogumi eri piirkondades 16.08.2023.a.

		Paekna paisjärve väljavool	Nabala peakraav enne Vääna jõkke suubumist	Aasu sillast ülesvoolu	Tõdva	Saku paisjärve väljavool
	X	6570219	6571452	6571982	6572974	6574223
	Y	547836	548447	547869	542135	537961
NH ₄ ⁺ -N	mgN/l	< 0,01	0,06	0,15	0,02	0,02
BHT ₅	mgO ₂ /l	4,2	< 1	< 1	1	2,4
Elektrijuhtivus	µS/cm	426	586	642	549	485
PO ₄ -P	mgP/l	< 0,005	0,042	0,022	0,042	0,042
KHT _{Mn}	mg/l	15	8,8	9	17	18
Lahustunud hapnik	%	156	78	69	43	68
Lahustunud hapnik	mg/l	13,1	7,1	6,4	4	6,1
Nitraat	mgN/l	0,079	0,21	0,48	0,11	
Veetemperatuur	°C	9	19	19	19	21
pH	-	8,6	7,6	7,6	7,4	7,6
Üldfosfor (P _{üld})	mg/l	0,061	0,066	0,064	0,087	0,096
Üldlämmastik (N _{üld})	mg/l	1,2	0,77	1,3	1	0,96



Joonis 15. Paekna järve läänekaldalt on perioodil 11.04.2021–11.06.2022.a. maha raiutud ca 1,1 ha metsa. (Allikas: Maa-ameti ortofotod)



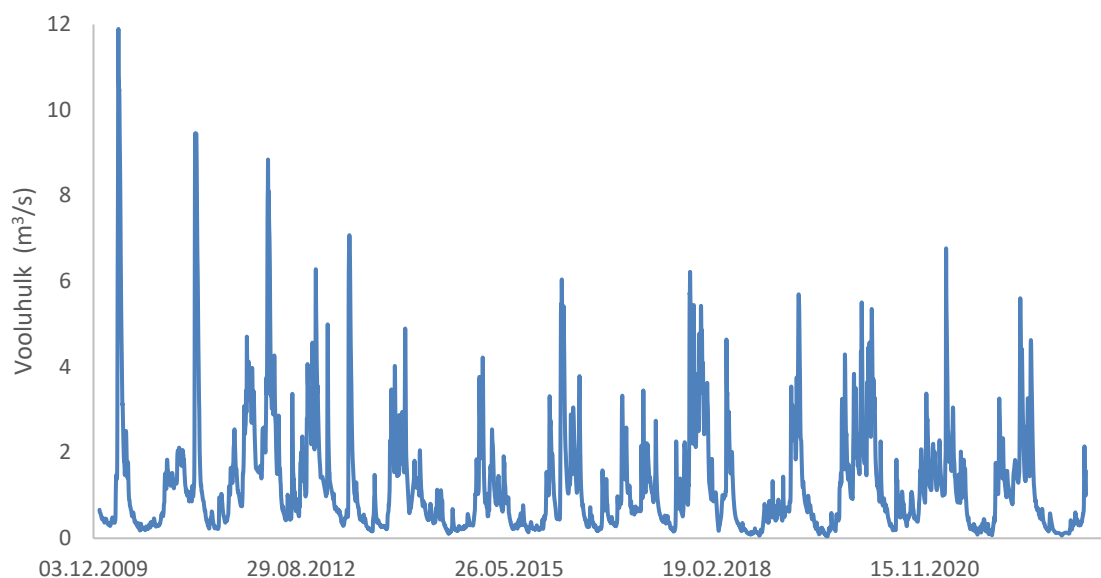
2.4 Seosed elustiku, elupaikade ja keskkonnatingimuste vahel Vääna_1 kogumis

Seiretulemustest lähtuvalt on Vääna_1 mittehea seisundi põhjuseks olnud eelkõige madal lahustunud hapniku ja kõrge üldfosfori sisaldus (ptk 2.1). Need mõjutavad omakorda elustiku indikaatoreid – tänu fosforisisaldusele kasvab taimi rohkem (FÜBE ja MAFÜ seisundihinnangud halvenevad) ning liiga väike lahustunud hapniku sisaldus SUSE ja kalastiku ellujäämisvõimet. Järgnevates alapeatükkides on proovitud kirjeldada eelkõige ebasoodsate tingimuste kaskaadi, mis viib kesise seisundini.

2.4.1 Hüdroloogilise režiimi mõju vee kvaliteedile

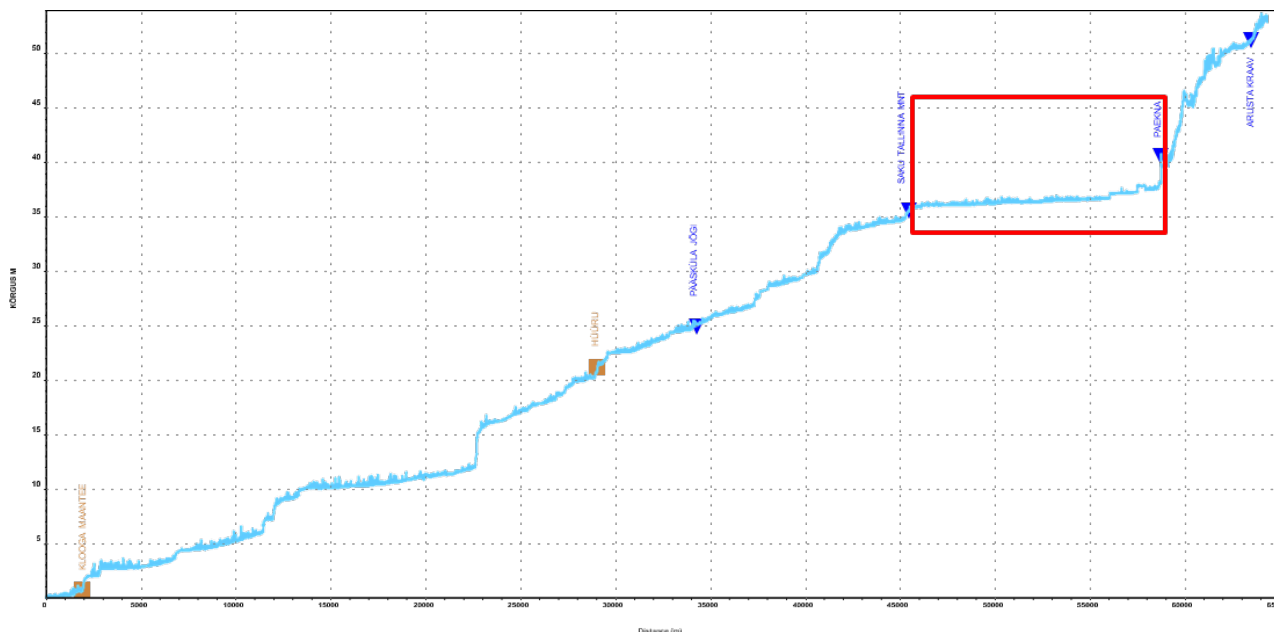
Vääna_1 kogumi hüdroloogiat on ajalooliselt oluliselt muudetud – ühendus Angerja oja katkestati 1967.a., mil Angerja oja juhiti kanali kaudu Pirita jõkke [12], [13]. Selle tulemusena muutus kogum ca 11 km lühemaks ja oluliselt veevaesemaks [13]. On hinnatud, et Angerja oja vee juhtimine Pirita jõkke tõi kaasa kogumi veehulga vähenemise ca 2/3 ulatuses [13].

Käesoleval ajal sõltub vee hulk jões otseselt sademete hulgast ning põhjavee tasemest, kusjuures nõrgalt kaitstud või kaitsmata põhjaveega alad moodustavad 60% valgala pindalast. Muutused põhjavee tasemes toovad aga kaasa olukorra, kus **sademetevaesel perioodil on madala põhjaveetaseme korral on vee hulk jões väga väike** (150–200 l/s, kusjuures viimase kümnendi kõige veevaesem aeg oli 2019.a. juuli lõpus – augusti alguses, mil jõe vooluhulk Saku vahel oli keskmiselt 54 l/s). Maksimaalse ning minimaalse vooluhulga vahe on küll aastate lõikes erinev (joonis 16), kuid tavapäraselt on see mitmekümnekordne – maksimaalsed vooluhulgad võivad küündida kuni 12 m³/s (02.04.2010), kuid tavapäraselt jäävad vahemikku 2–6 m³/s. Keskmine vooluhulk kogumi lõpus on 1,2 m³/s (võrdluseks – Angerja oja keskmine vooluhulk on Keskkonnaagentuuri andmetel 0,9 m³/s [15]).



Joonis 16. Vääna_1 vooluhulgad Sakus perioodil 2009-2022 (EstModeli andmetel)

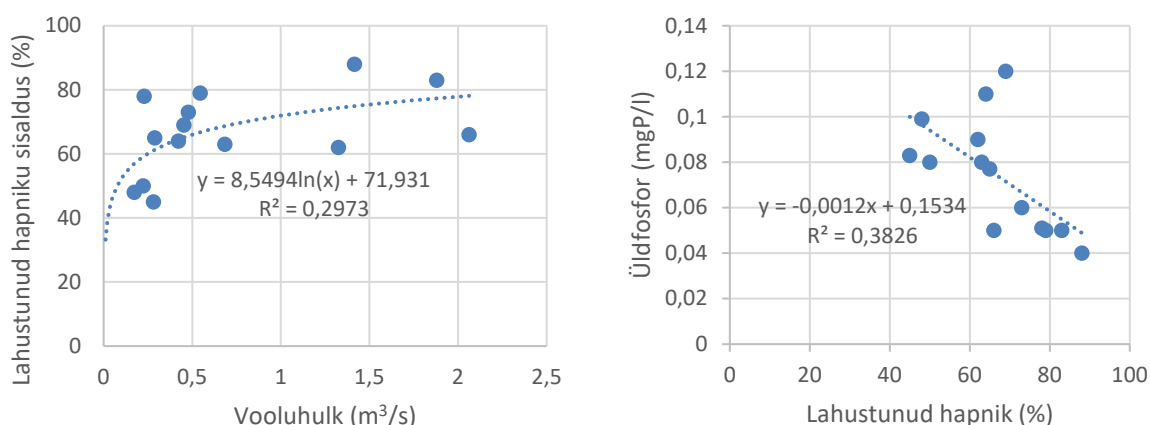
Arvesse peab võtma ka kogumi veega täidetud sängi langu, mis on 1,5 meetrit 13,7 km kohta (joonis 17). Sellistes tingimustes voolab vesi aeglaselt ning ei teki turbulentseid lõike, mis võiksid vette hapniku lisada [21].



Joonis 17. Väana_1 kogum on Paekna ja Saku vahelisel lõigul pea olematu languga (x-teljel kogumi pikkus [km], Y-teljel kõrgus merepinna suhtes [m], vee voolusuund on paremalt vasakule).

Veevaesel ajal ning väga väikse vooluhulga tingimustes väheneb vee hapnikusisaldus ning põhjasetted muutuvad anaeroobseks (joonis 18). Hapnikusisalduse vähenemist soodustavad nii leostuvad humiinaised (vt ptk 2.4.2) kui ka laminaarne aeglane veevool, kus mehaaniline õhu vetteviimine puudub, madalveeaegne soe veetemperatuur (suvistes tingimustes lahustub hapnik vees halvemini) ja asjaolu, et soojas ja madalas vees on põhjasetetes ning siirdetsoonis elutsevate heterotroofsete mikroorganismide hapnikutarbimine suurem.

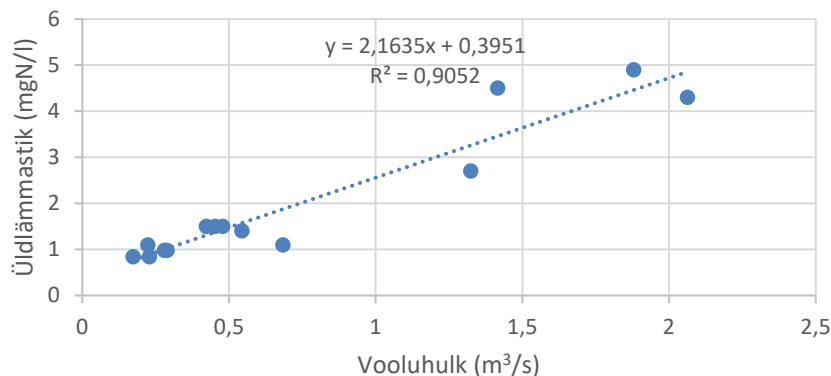
Madal lahusunud hapnik sisaldus tähendab seda, et setted muutuvad kiiremini anoksiliseks või anaeroobseks. Mõõtmised näitasid, et veeproovides praktiliselt polnud nitraate, mis võimaldaks siirdetsoonis anoksilisi protsesse läbi viia (vt ka ptk 2.2), mistõttu hapniku lõppemisel tekivad anaeroobsed tingimused, mille tulemusena hakkab setetest vabanema fosfaat. Viimast näitab ka joonisel 8 toodud lahustunud hapniku ja üldfosfori sisalduste negatiivne korrelatsioon.



Joonis 18. Lahustunud hapniku sisaldus sõltub vooluhulgast, fosforisisldus aga lahustunud hapniku sisaldusest.



Ainsa erandina saab antud kogumis välja tuua üldlämmastiku sisalduse, mis vooluhulkade kasvades pigem suureneb turbaaladelt suurema äravoolu tõttu (joonis 19) – koos orgaanilise ainega kandub turbasest pinnasest välja ka rohkem lämmastikku.



Joonis 19. Lämmastikuisalduse sõltuvus vooluhulgast

2.4.2 Seosed elustiku ja keskkonnatingimuste vahel Vääna_1 kogumis

Kui looduslik orgaaniline materjal (nt. puulehed) jõub pea kõigisse pinnaveekogudesse, siis Eesti tingimustes toimub peamine eristumine heledaveeliste- ja tumedaveeliste veekogumite vahel eelkõige KHT ning värvuse kaudu. Tumedaks muutuvad veed eelkõige siis, kui jõesüsteemi uhutakse üleujutuste ajal rohkelt orgaanilisi aineid (nt, oksad, lehed, puukoor, rohi) ümbritsevast keskkonnast. Süsinik ja muud toitained, eriti lämmastik ja fosfor, leostuvad orgaanilisest materjalist välja (esinevad humiainetena), ning võivad muuta vee väga tumedaks (tumepruuniks). Vees leiduv süsinik ja toitained pakuvad olulist toitu vee-elustikule [22]. Lisaks suurselgrootutele ja muule „suuremat kasvu“ vee-elustikule osalevad orgaanilise aine lagundamisprotsessides ka (eelkõige heterotroofsed) mikroorganismid, kes saavad elutegevuseks vajaliku hapniku veest. Soodsates tingimustes (orgaanilist materjali on vees palju) võib mikroorganismide elutegevuse tulemusena langeda lahustunud hapniku sisaldus niivõrd madalale, et see hakkab piirama muu vee-elustiku (nt kalade) võimet ellu jääda. Tumedaveelisi pinnaveekogumeid eristab heledaveelistest eelkõige see, et seal on vees lahustuvat süsinikku rohkem. Selles, kui tumedaks veed võivad muutuda, omab rolli ka valgalal olevate soode või turbamuldade osakaal ja kuivendamissüsteemide olemasolu – kuivendamise üheks oluliseks kaasnevaks mõjuks on, et keskkond, mis oli varasemalt anaeroobne, muutub aeroobseks. Aeratsiooni suurenemisel aktiveerub varasemalt anaeroobsuse tõttu pärsitud orgaanilise aine (nt turba) lagunemine, seetõttu toimub lagunemise protsessi käigus ka vees lahustuva orgaanilise süsiniku sisalduse suurenemine [23]. Tumedas vees on ka fotosünteesi pärsitud ning seetõttu sõltub lahustunud hapniku sisaldus eelkõige vee voolamise kiirusest ja selle mehaanilisest segamisest kui ka temperatuurist.

Käesoleval ajal on kogum liigitatud kui V1B-KaVo, kuid võttes aluseks 2013.a. operatiivseire [7] KHT tulemid, ilmneb, et **tegemist on hoopis tumedaveelise ja humiaineterikka** (2013.a. oli KHT_{Mn} 90%-ne väärtus 29,7 mgO/l) **jõega**. Kuna nii orgaanilise aine kui ka toitainete sisaldused on seire tulemustel



olnud valdavalt väikesed, on vee füüsikalise-keemiliste parameetrite alusel olnud **kriitiliseks parameetriks vee hapnikusisaldus**.

Vee-elustikule ebasobivat (liiga madalat) hapnikusisaldust vees kirjeldatakse tavaliselt terminite „anoksia“ (lahustunud hapniku sisaldus alla 0,5 mg/l, küllastusaste ligi 0%) ning „hüpoksia“ (lahustunud hapniku sisaldus alla 4, enamasti 2–3 mg/l, küllastusaste 1–30%) abil. Vee hapnikusisaldus mõjutab, millised vee-organismid on suutelised neis tingimustes ellu jääma kui ka seda, kuidas nad käituvad. Üldiselt on mõõdukal hüpoksial (lahustunud hapniku sisaldus vahemikus 2–4 mgO₂/l) subletaalne toime, samas kui hüpoksia (DO < 2 mgO₂/l) on veeorganismidele, sh suurselgrootutele surmav [24]. Näiteks on hüpoksistel tingimustel märkimisväärne mõju eelkõige lootiliste putukaliikide arvukusele ning *Ephemeroptera*, *Plecoptera* ja *Trichoptera* taksonite (EPT) indeksile [24]. Siiski, vajadus lahustunud hapniku järele on vee-organismidel erinev ning seetõttu võivad eri hapnikurežiimide juures ka liigilised koosseisud suuresti varieeruda, näiteks Vääna_1 SUSE proovides domineerinud *Gammarus pulex* on võimeline ellu jääma ka ajutistes veekogudes [25] ning madal hapnikusisalduse juures [26].

Vastuseks hüpoksiale (perioodide) võib vee-elustik rakendada kahte erinevat käitumuslikku strateegiat: a) organism võib kõiki tegevusi vähendades minimeerida oma hapnikuvajadust ja lihtsalt oodata, kuni tingimused paranevad või b) organism võib aktiivselt püüda vältida hüpoksia ja otsida soodsamaid tingimusi, suurendades oma liikumiskäitumist [27]. Viimane nõuab aga ka hapnikutarbimise suurendamist, et pakkuda piisavalt energiat vajalikuks liikumiskäitumiseks [27]. Mitmed liikumisvõimelised suurselgrootud (nt Vääna_1 proovides leiduv *Gammarus pulex*) otsivad ebasobivate keskkonnatingimuste ilmnemisel (nt veekogu kuivamine, ebasobiv temperatuur või lahustunud hapniku sisaldus) varju põhjasestetest (voolusängi aluses siirdekihis, sh põhjasestetest) [28]. See aga, kas leidub sobilikke varjupaiku SUSE-le, sõltub elupaiga füüsilistest parameetritest, sealhulgas setete poorsusest ja hüdroloogilisest veevahetusest. Lisaks on varjupaiga kasutamine ajaliselt muutuv ja peegeldab ebasobivate keskkonnatingimuste omadusi, sealhulgas tekkekiirust ning on taksonispetsiifiline (sõltub taksoni morfoloogilistest, käitumuslikest ja füsioloogilistest tunnustest) [28].

Suurselgrootutele sobivad elupaigad peavad vastama järgmistele kriteeriumitele (arvestama peab, et mõningad suurselgrootud saavad hakkama ka ekstreemsemates tingimustes, kuid siin kirjeldatakse elupaiku, mis on kõige suurema liigirikkusega) [28]:

- Põhjasubstraadi omadused – jäme substraat võib toetada mitmekesiseid suure tihedusega kooslusi, samas kui meiofauna (need on mikrofaunast suuremad, kuid makrofaunast väiksemad organismid) domineerib liivasetes setetes. Lihtsustatult, mida peenem on substraat, seda väiksem on liigirikkus. Samuti on oluline setete liikuvus, kuna stabiilsed setted toetavad rikkamat faunat kui need, mis on aldis erosioonile.
- Hüdroloogia – jõevesi kujuneb tavaliselt pindmise äravoolu ning põhjavee äravoolu koostoimel. Veetase jõgedes sõltub sageli aga pindmise põhjaveekihi tasemest ning veevahetus toimub jões oleva vee ja põhjavee vahel aktiivselt (läbi pinnase, seda kutsutakse voolusängi aluseks siirdekihiks), kusjuures eristada võib külgmist, tõusvat ning laskuvat voolu. Külgmine pinnasesisene vool osaleb aktiivselt jõe isepuhastusprotsessides, kuna seal elavad mikroorganismid ning paiknevad taimejuured. Kirpvähilised ja kakandilised eelistavad tõusva



vooluga (põhjaveetoitelisi) tsoone, samas kui liigirikkus on suurem laskuva vooluga tsoonides (toitained rohkem, lahustunud hapniku sisaldus suurem). Oluline on ka veevahetuse kiirus, sest näiteks tugev tõusev vool aitab peenheljumit setetest eemaldada, samas nõrk laskuv vool soodustab peenosakeste kogunemist (mudastumist).

- Hapnikusisaldus – see on tavaliselt suurim hapnikurikka vooluvee tsoonides, samas kui põhjavee sisend, aeglane veevahetus ja pikk viibeaeg vähendavad kättesaadavust.

Eelnevast johtub, et Vääna_1 kogumis valdavale osale kalastikust ning paljudele suurselgrootutele „ideaalseid“ elupaiku praktiliselt pole, sest kuigi leidub poorsema põhjasubstraadiga lõike, on valdavamad peened setted. Lisaks, madalveeperioodil on lahustunud hapniku sisaldus sageli väga madal, mis omakorda piirab liigirikust.

2.4.3 Koprapiisude mõju

Kuigi **koprapiisudele** viidatakse sageli kui tegurile, mis ei võimalda kogumil head seisundit saavutada [29, 30], on kobras osa loodusest ja ta loob tingimusi ökoloogilise mitmekesisuse saavutamiseks [4]. Kobraste mõju vooluvete seisundile (nt hüdro-morfoloogiale, FÜKE-le) on hakatud aina rohkem uurima ning valdavateks järeldusteks võib lugeda, et need [31]:

- koprataimide ehitamine suurendab vee viibeaega ja voolusärgi aluse siirdekihi gradiente ning voolu, vähendades samal ajal vee voolamise kiirust;
- võivad kinni pidada setteid (aidata kaasa ka lammimuldade tekkele) ning soodustada denitrifikatsiooni, kuid suurendada ka lahustunud orgaanilise süsiniku (DOC) sisaldust vees. Anaeroobsete tingimuste tekkel aga soodustavad fosfori ja ammoniumi vabanemist. Koprataimid aitavad veetemperatuuri muutusi puhverdada;
- elustiku puhul pole mõjud alati selged – suurselgrootute puhul on kopratiikides harilikult vähem ühepäevikulisi, kevikulisi ja kihulasi ning suurem suursääskede, kiilide, väheharjasusside ja limuste osakaal kui ojades, mida kobras ei ole muutnud. Siiski võivad kopratiikides lokaalselt arvukalt esineda mõningaid ühepäevikulisi, nagu *Centroptilum luteolum* ja *Callibaetis ferrugineus hageni*. Enim on kobraste mõjusid uuritud seoses lõhelistega. Üldjuhul leidis kopratiikides vähem lõhelisi, kuid need olid aga suhteliselt suuremad isendid kui võrdluspiirkonnast pärit lõhelised. Samas, kahepaiksetele puhul oli koprataimide mõju pigem positiivne.
- kogumi vaates võib koprataimide olemasolu suurendada elurikkust.

Kogumi valgala mastaabis ei suurenda koprad mitte ainult elupaikade heterogeensust, vaid nende tegevuse tulemusena suureneb seisva veega jõelõikude sagedus ja osakaal. Kuna koprad suurendavad elupaikade mitmekesisust, on nende taimide ehitamisel ökoloogiline mõju kaskaadselt, mis avaldub omakorda valgala tasemel – üldiselt suurendavad koprapiisud liigirikust [32], kuid Vääna_1 puhul avaldub soodne mõju pigem kahepaiksetele, mitte vee-elustikule. Koprapiisudele viidatakse sageli kui rändetõketele, kuid siin ei ole nende mõju püsiv, sest a) suurveega need purunevad ja b) suurvesi pääseb neist mööda (möödavoolud, ülevoolud) [32]. Kuigi Vääna_1 kogumis kaardistati suvel kuus koprapiisu, vajab neist eemaldamist vaid truubiummistus (X: 6570538, Y:547818), sest suurvee tingimustes (oktoobris 2023.a.) olid teised piisud prurnenud. Küll aga olid koprad kahjustanud puid



jõekallastel (kõige rohkem oli koprahjustusi Aasu silla ja Viljandi mnt vahelisel lõigul), mis omakorda võib põhjustada kahju maaomanikele.



3 Vääna_1 survete kokkuvõte

Olulised veemajandusprobleemid on jaotatud kümnesse kategooriasse [33], mille mõju omakorda on hinnatud kolmes kategoorias skaalal „Väga oluline“–„Oluline“–„Vähemoluline“.

Veemajanduskavade kontekstis jaotatakse koormused kolme suurde gruppi: a) punkt- ja hajukoormus, b) veevõtust tingitud koormus ja c) vee vooluhulga muutmisest või hüdro-morfoloogilisest kõrvalekaldest tingitud koormus. Need omakorda jagunevad veel 35 alamkategooriasse.

Vääna_1 surved on kokkuvõtlikult toodud tabelis 10. Kokkuvõtlikult võib siiski järeldada, et peamiseks probleemiks on kogumi perioodiline veevähesus ja looduslik eripära (tasane soine maa), mis omakorda põhjustab veevaesel ajal lahustunud hapniku sisalduste vähenemist ja sellest tulenevalt elustiku kesist seisundit.

Tabel 10. Vääna_1 survete kokkuvõte

Koormuse kood VMK meetme-programmis	Koormus	Olulisus	Kommentaar
1	Punktkoormus		
1.1	reoveepuhastist	Väheoluline	
1.1.a	üle 2000 i.e. reoveekogumisalal olevast asula reoveepuhastist heitvee juhtimine vette	Puudub	Koormust ei tuvastatud
1.1.b	muust punktkoormusest, nt väikeasulast või väikeselt reoveekogumisalalt, mis võib põhjustada olulist mõju pinnavee seisundile. Heitvesi mis juhitakse suublasse väljalaskme kaudu, mis ei kuulu ühegi eelneva alla ning mis ei ole seotud üle 2000 ie reoveekogumisalaga	Väheoluline	Valgalal on üks reoveepuhasti (POH0000550) suurusega alla 300 ie.
1.2	sademevee ülevooludest ja sademevee väljalaskmetest. Erakorraliste või tavapärasest suuremate sademete korral reoveepuhastist mööda juhitud lahjendatud reo- ja sademevesi, et tagada reoveepuhasti töö. Samuti tavaliste sademevee väljalaskmete kaudu suublasse juhitud heitvesi	Väheoluline	Kuigi valgalal paikneb kuus väljalasku, moodustab punktallikate koormus 6% N-kormusest ja 9% P-koormusest. Mõju FÜKE-le on väheoluline.
1.3	keskkonna kompleksloa alusel tegutsevast käitisest heitvee suublasse juhtimine	Väheoluline	Kuigi valgalal paikneb üks KL ettevõtte, kellel on ka oma väljalask, moodustab punktallikate koormus 6% N-kormusest ja 9% P-koormusest. Mõju FÜKE-le on väheoluline
1.4	muust käitisest, välja arvatud keskkonnakompleksloa alusel tegutsevast käitisest (va p 1.3). Mitte üle 2000 ie reoveekogumisalal oleva asulareovee puhastist ja mitte kompleksloa alusel tegutsevast käitisest tekkiv ning suublasse juhitud heitvesi (näiteks jahutusvesi, vesiviljeluse heitvesi, jt)	Teadmata	Koormust ei tuvastatud
1.5	saastunud alad/mahajäetud tööstuspiirkonnad	Teadmata	Koormust ei tuvastatud



Koormuse kood VMK meetme-programmis	Koormus	Olulisus	Kommentaar
1.6	jäätmete ladustamisest/prügilast	Puudub	Heitveelasud puuduvad.
1.7	kaevandusest	Teadmata	Turbakaevanduste mõju on ebaselge. Kuigi punktallikate mõju on väheoluline, võib nende mõju veekogumile avalduda pigem kaevandamise eesmärgil rajatud kuivendussüsteemide kaudse mõjuna – mis võivad soodustada orgaaniliste ainete sisalduste suurenemist kogumis.
1.8	kalakasvatused	Puudub	Kalakasvatuse piirkonnas ei ole.
1.9	muu punktkoormusallikas	Puudub	Koormust ei tuvastatud
2	Hajukoormus		
2.1	sademevee ülevoolust, juhul kui koormust ei ole võimalik täpsemate andmete puudumise tõttu punktkoormusena arvestada, või teedelt ja tänavatelt äravoolavast sademeveest	Väheoluline	Mõju FÜKE-le on väheoluline.
2.2	põllumajandusest	Väheoluline	Mõju FÜKE-le on väheoluline.
2.2.a	põllumajandustegevuse tõttu pinnaveele avalduv koormus mitmesuguste ainete vette leostumise tõttu haritavalt maalt	Väheoluline	35% valgala maakasutusest on seotud põllumajandusega. Mõju FÜKE-le on väheoluline.
2.2.b	loomakasvatushoonete (laudad, sõnnikuhoidlad) kasutamise tõttu neist tekkiv koormus võimalike lekete tõttu pinnavette	Teadmata	Nabala Farmi lekete kohta info puudub.
2.2.c	põllumajandustegevuse tõttu pinnaveele avalduv koormus mitmesuguste ainete edasikandumise tõttu kuivendussüsteemide kaudu	Teadmata	Põllumajanduse mõju pinnaveele avaldub põhjavee reostumise kaudu.
2.2.d	väetiste kasutamisel pinnaveele avalduv koormus, mis tekib leostunud väetise edasikandumise tõttu kuivendussüsteemide kaudu	Teadmata	Põllumajanduse mõju pinnaveele avaldub põhjavee reostumise kaudu.
2.2.d.1	mineraalväetise kasutus	Teadmata	Täpsed andmed väetiste kasutamise kohta puuduvad.
2.2.d.2	orgaanilise väetise kasutus	Teadmata	Täpsed andmed väetiste kasutamise kohta puuduvad.



Koormuse kood VMK meetme-programmis	Koormus	Olulisus	Kommentaar
2.3	metsamajandusega seotud tegevuste tõttu pinnaveele avaldub koormus mitmesuguste ainete edasikandumise tõttu metsakuivendussüsteemide kaudu	Teadmata	Põllumajanduse mõju pinnaveele avaldub põhjavee reostumise kaudu.
2.4	kanalisatsiooniga ühendamata - heidetest olmereovee kogumise või töötlemisega seotud rajatistest piirkondades, kus puudub reoveekogumissüsteem, näiteks tekivad lekked septikutest jms	Väheoluline	Kuigi ca 8% P- ja 6% N-koormusest pärineb hajukoormusest, on mõju FÜKE-le väheoluline.
2.5	transpordivahenditest ning transpordivahenditega seotud infrastruktuuridest pärinevast koormusest, sh laevadelt, rongidelt, autodelt, lennukitelt ning nendega seotud, kuid linnapiirkonnast väljaspool asuvatest infrastruktuuridest lähtuvast koormusest	Teadmata	Olulisus teadmata.
2.6	koormus, mis avaldub endistest tööstusaladest või endiste tööstusobjektide tõttu tekkinud reostuse tõttu (ainete ärakanne tööstusalalt, ainete leostumine vette, ainete eraldumine setetest veekogusse, jms)	Puudub	Info puudub.
2.7	atmosfäärist	Puudub	Atmosfäärse koormuse osakaal < 1 %.
2.8	muu hajukoormus	Teadmata	Koormust ei tuvastatud
3	Veevõtust tingitud koormus		
3.1	niisutuseks - põllumajandustegevuse tõttu tekkivast koormusest, sh niisutuseks kasutatav vesi	Puudub	Koormust ei tuvastatud
3.2	ühisveevärgi jaoks - ühisveevärgi tarbeks võetava vee tõttu tekkivast koormusest	Puudub	Koormust ei tuvastatud
3.3	tootmiseks - tööstuse tõttu tekkivast koormusest	Väheoluline	Saku Vallavalitsusele väljastanud loa L.VV/332453 pinnaveevõtuks kunstlume tootmiseks (kuni 4 000 m³/a)
3.4	elektrienergia tootmiseks (sh jahutusvesi) - elektri tootmise tarbeks võetava jahutusvee tõttu tekkivast koormusest	Puudub	Koormust ei tuvastatud
3.5	veevõtt kalakasvanduste tarbeks	Puudub	Koormust ei tuvastatud
3.6	veevõttust hüdroenergia tootmise tarbeks, kuid mitte jahutusveeks	Puudub	Koormust ei tuvastatud
3.7	veevõtt maapealsete kaevanduste tarbeks (karjäärid, avatud kivisõe kaevandused)	Puudub	Koormust ei tuvastatud
3.8	veevõtt navigatsiooni tarbeks, näiteks laevatatavate veekogude jaoks	Puudub	Koormust ei tuvastatud
3.9	veevõtt vee edasikandmiseks eri otstarbel (vee mujale juhtimine)	Väga oluline	Angerja oja vee juhtimine Pirita jõkke tõi kaasa kogumi veehulga vähenemise ca 2/3 ulatuses.
3.10	muu veevõtt	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4	Vee vooluhulga muutmisest või hüdro-morfoloogilisest kõrvalekaldest tingitud koormus		
4.1	üleujutuse kaitse tamm, kanal, piire	Puudub	Koormust ei tuvastatud



Koormuse kood VMK meetme-programmis	Koormus	Olulisus	Kommentaar
4.2	koormus, mis avaldub pinnaveele hüdroenergia tootmise tagajärjel maismaa pinnaveekogus tekkinud vooluhulga muutuste tõttu	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.2.a	koormus, mis avaldub pinnaveele hüdroenergia tootmise tagajärjel maismaa pinnaveekogus tekkinud vooluhulga muutuste tõttu lõhejõgedel	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.2.b	koormus, mis avaldub pinnaveele hüdroenergia tootmise tagajärjel maismaa pinnaveekogus tekkinud vooluhulga muutuste tõttu mitte lõhejõgedel	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.3	koormus, mis avaldub pinnaveele vee vooluhulkade muutumise tagajärjel, mis on vajalik veevarustuse reservuaaris piisava koguse vee olemasolu tagamiseks	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.4	paisrajatised	Väheoluline	Piirkonnas kokku 2 paisu
4.4.a	muud paisud ja veekogu tõkestamine rekreatsiooni eesmärgil	Väheoluline	Piirkonnas 2 paisu. Saku paisu ei loeta enam kalastiku rännet takistavaks, Paekna paisu puhul on hinnatud, et selle likvideerimine pole vajalik.
4.4.b	muud paisud ja veekogu tõkestamine niisutusvee saamiseks	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.4.c	muud paisud ja veekogu tõkestamine tööstuse tarbeks	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.5	koprapiisud - kobrae tegevuse tõttu pinnaveekogudel	Väheoluline	Piirkonnas loendati välitööde käigus 5 paisu, kuid suurvee tingimustes need lagunesid (v.a. uumistunud truup, vt ka ptk 2.3.1)
4.6	vee kõrvalejuhtimisest	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.7	veesirdest ühest valgalast teise	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.8	vesiviljelusest	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.9	koormus, mis avaldub pinnaveele põhjavee toitumise tagajärjel tekkinud muutuste tõttu maismaa pinnaveekogu vooluhulgas	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.1	veekogu kalda aladelt pinnasevee vaba liikumise takistamine (land sealing in riparian area/zones and flood plains)	Puudub	Koormust ei tuvastatud
4.11	muu vee vooluhulga muutmise või hüdro-morfoloogilisest kõrvalkaldest tingitud koormus	Väga oluline	Vooluhulkade vähenemisega kaasneb lahustunud hapniku sisalduse vähenemine, mis omakorda mõjutab negatiivselt elustiku indikaatoreid.
5	Vooluveekogude kasutamisel avalduv koormus		
5.1	põllumajanduslikud keskkonnaprojektid - põllumajanduse eesmärkid	Teadmata	Koormust ei tuvastatud
5.2	infrastruktuur - Infrastruktuuride ehitusest (teede/sildade ehitus)	Teadmata	Koormust ei tuvastatud
5.3	süvendamine	Teadmata	Rakvere LV on hooldustööde käigus puhastanud paisjärvi setetest.
5.4	füüsiliste omaduste muutmise ja kanalite tegemise	Oluline	Käesoleval ajal on Vääna_1 (maksimaalselt) 18,76 km pikkune ja selle (arvutuslik) valgala on 126,9 km². Kogumi looklevustegur on 1,14 (oluliselt



Koormuse kood VMK meetme-programmis	Koormus	Olulisus	Kommentaar
			muudetud), eesvoolu kattuvus kogumiga on ametlikel andmetel [15] 68% (riigi poolt korrastatav ühiseesvool VÄÄNA JÕGI, pikkus 12,7 km), kuid võttes arvesse tööka, et Paekna järvest ülesvoolu on jõesäng valdavalt veevaene (vt jooniseid 1 ja 5), võib eesvoolu osakaaluks lugeda 93%, kusjuures allesjäävad 7% kogumi pikkusest moodustavad sisuliselt Paekna ning Saku paisjärved. Veega pidevalt täidetud jõesängi pikkus on 13,8 km.
5.5	Inseneritehnilised tegevused	Puudub	Koormust ei tuvastatud
5.6	kalapüügi suurenemisest (<i>fisheries enhancement</i>)	Puudub	Koormust ei tuvastatud
5.7	muu vooluveekogude kasutamisel avalduv koormus	Puudub	Koormust ei tuvastatud
6	Siirde- või rannikuvee kasutamisel avalduv koormus		
6.1	mererajatistest, laevatehasest, sadamatest	Puudub	Koormust ei tuvastatud
6.2	lainete, üleujutuste tõkestamine - tõkestusrajatistes, mis on rajatud tõusulainete tõkestamiseks, sh üleujutuste eest kaitsmiseks.	Puudub	Koormust ei tuvastatud
6.3	suudmeala / rannikualade süvendamisest	Puudub	Koormust ei tuvastatud
6.4	maaparandusest ja poldritest	Puudub	Koormust ei tuvastatud
6.5	rannikuala täitmine liivaga (ohutuse tagamiseks)	Puudub	Koormust ei tuvastatud
6.6	muu siirde- ja rannikuvee kasutamisel avalduv koormus	Puudub	Koormust ei tuvastatud
7	Võõrliigid/kasvandused		
7.1	sissetoodud võõrliigid ja haigused	Puudub	Koormust ei tuvastatud
7.2	veekogu vaesumine, floora/fauna eemaldamine (tööstuslik kalandus, rekreatsioon/sport, tööstuslik taimestiku kogumine/eemaldamine)	Puudub	Koormust ei tuvastatud
8	Muu koormus		
8.1	koormus ebaselge	Puudub	Koormust ei tuvastatud
8.2	veekogu kasutamisest rekreatsiooni eesmärgil tingitud koormus	Puudub	Koormust ei tuvastatud
8.3	ohtlikud ained	Teadmata	Andmed puuduvad



4 Vääna_1 kogumi inimõju hindamine ja võimalikud leevendusmeetmed

Johtuvalt inimtekkeliste hüdro-morfoloogiliste muutuste mõjust ökoloogilisele seisundile tehti kogumile TMV test. Peamiseks surve-eguriks ökoloogilisele seisundile on Angerja oja eemalejuhtimisest tulenev vooluhulkade vähenemine – Vääna jõe ülemjooks ühendati Angerja ojaga 1966. aastal ja endise Vääna ülemjooksu vesi voolab Pirita jõkke. See suurendas ca 12 % võrra Pirita jõe valgala Vaskjala lävendis [14]. Samavõrra suurenes ka Pirita jõe vooluhulk Vaskjala veehoidla sissevoolul, mis on oluline lisa veevaesemal ajal [14]. TMV testi tegemisel Angerja oja eemalejuhtimist arvesse ei võetud, sest:

- käesolevaks ajaks on lahtiühendamisest möödunud 56 aastat, mille jooksul on mõlemal kogumil kujunenud välja oma ainulaadne vee-ökosüsteem. Käesoleval ajal on Angerja oja (VEE1091700) Sookruusi teest suubumiseni Pirita jõkke lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaigaks olevate veekogude või veekogu lõikude nimistus. Võttes arvesse Vääna_1 morfoloogilisi tingimusi, ei pruugi aga lõhilastele Vääna jõe Paekna ning Saku vahelises pea 14 km pikkuses lõigus peale veekogude taasühendamist ilma inimese sekkumiseta elupaiku ikka olla. Hetkel on keeruline prognoosida, kui palju elupaiku tekiks Paeknast ülesvoolu juurde, sest ala on karstunud. Uute potentsiaalsete elupaikade kaardistamine eeldaks ka pinna- ja põhjavee interaktsioone kirjeldava mudeli koostamist kõnealusel piirkonnas, mis ei olnud käesoleva uuringu ülesanne;
- taasühendamise korral suureneks vooluhulk jões oluliselt, mis omakorda tooks kaasa oluliselt suurema kallaste erosiooni ja setete kandumise allavoolu (kuhjuvad eelkõige Saku paisjärve). Sarnast olukorda on käesoleval ajal võimalik näha Kose jõel, kus vooluhulgad suurenesid oluliselt peale allmaakaevanduste sulgemist [34];
- veekogude taasühendamine (taastemeede) ei ole sotsiaal-majanduslikel põhjustel võimalik, sest meetme elluviimisel väheneb Tallinna ja selle lähiümbruse elanike joogivee varustuskindlus. **Pigem peaks siin kontekstis vaatama Angerja oja ümberjuhtimist käsitlema VeeS §38 lg 1 kohase erandina.** Arvesse tuleb võtta ka, et on suur oht, et veekogude taasühendamise tulemusena võib halveneda Pirita jõe seisund (vt ka VeeS §38 lg 2).

Testi tulemusena selgus, et kogum tuleks ümber määratleda **tugevasti muudetud veekogumiks**. Leevendusmeetmetest on tänaseks juba rakendatud Saku paisu ümberkujundamine (olemas ka hinnang, mille kohaselt on pais kalastikule läbitav [19]). Paekna paisu eemaldamist ei ole KMH eelhinnangu kohaselt peetud aga asjakohaseks [17]. Muude leevendusmeetmete osas on käesolevas jaotises analüüsitud võimalusi jõe hüdro-morfoloogilise seisundi parendamiseks, koprapaisude ning maaparanduse mõju. Ühtlasi tehti ka ettepanekuid kogumi hea ökoloogilise potentsiaali määratlemiseks.

4.1 TMV test

TMV testi tulemusena tuleks Vääna 1 määrata **tugevasti muudetud veekogumiks** (tabel 11).



Tabel 11. Vääna_1 TMV test

	Nr	Küsimus	jah	ei	Vastus/kirjeldus
	1.	Kas tegemist on kogumiga?	2.		
Eelhindamine (muutused hüdro-morfoloogias)	2.	Kas veekogu on tehisk?	8.1.	3.	
	3.	Kas on muutusi veekogu hüdro-morfoloogias? Kui jah, siis kirjeldada hüdro-morfoloogilisi muutusi.	5.	määrata LV-ks	Kogumi looklevustegur on 1,14 (oluliselt muudetud), eesvoolu kattuvus kogumiga on ametlikel andmetel 68% (riigi poolt korrastatav ühiseesvool VÄÄNA JÕGI, pikkus 12,7 km), kuid võttes arvesse tõika, et Paekna järvest ülesvoolu on jõesäng valdavalt veevaene, võib eesvoolu osakaaluks lugeda 93%, kusjuures allesjäävad 7% kogumi pikkusest moodustavad sisuliselt Paekna ning Saku paisjärvad.
	5.	Kas on võimalik, et veekogum ei saavuta head ökoloogilist seisundit tänu muutustele hüdro-morfoloogias?	6.	määrata LV-ks	Maaparanduse eesmärgiks on suurvee võimalikult kiire ärajuhtimine ja pinnase kuivendamine. Tänu kiirele vee ärajuhtimisele pikeneb periood, mil vooluhulk on väike. Veevähesuse ja looduslike mõjude tõttu (turbarabad) väheneb lahustunud hapniku sisaldus veevaesel perioodil niivõrd, et tekib hüpoksia. SUSE indikaatorid ASPT ja DSFI on muuhulgas tundlikud lahustunud hapniku sisalduse suhtes.
	6.	Kas veekogu tunnused on inimtegevusest tingitud füüsiliste muutuste tõttu oluliselt muutunud?	TMV kanditaat, liigu küsimus 7.1.	määrata LV-ks	Kaks paisjärve, sirgendamine, Paekna paisjärvest ülesvoolu vett enam ei ole. Paisjärvede vaheline lõik on õgvendatud kogu ulatuses.
Taastameetmete kirjeldus	7.1.	Kas on võimalik rakendada meetmeid hea ökoloogilise seisundi saavutamiseks?	7.1.a	7.1.a	Paekna paisjärve paisu eemaldamist peetakse ebavajalikuks (KMH eelhindangu kohaselt). Saku pais on muudetud kaladele läbitavaks. Meetmeid kavandatud pole, loodusliku sāngi taastamine pole veekogu väiksust ja kulusid arvestades otstarbekas.
	7.1.a	Kas füüsilised muutused on seotud praeguse veekasutusega?	7.2.	7.3.	Maaparanduse eesmärgiks on kuivendamine – riigi poolt korrastatav ühiseesvool VÄÄNA JÕGI, pikkus 12,7 km
	7.2.	Kas taastameetmetel on oluline negatiivne mõju praegusele veekasutusele?	8.1.	7.3.	Maaparandusesüsteemi likvideerimine toob kaasa üleujutusi põllu- ja metsamaadel.
	7.3.	Kas taastameetmetel on oluline negatiivne mõju muule keskkonnale?	8.1	määrata LV-ks	
Taastameetmete eeldatav mõju	8.1.	Kas vee kasutamisest saadavat hüve on võimalik alternatiivsel viisil saavutada?	8.2.	määrata TMV-ks või TV-ks	Puuduvad alternatiivsed lahendused veehulga suurendamiseks. Eesvoolutööde tegemine veekeskonda säästvalt ei ole HÕS jaoks piisav meede.
	8.2.	Kas alternatiivsed viisid on tehniliselt teostatavad?	8.3.	määrata TMV-ks või TV-ks	

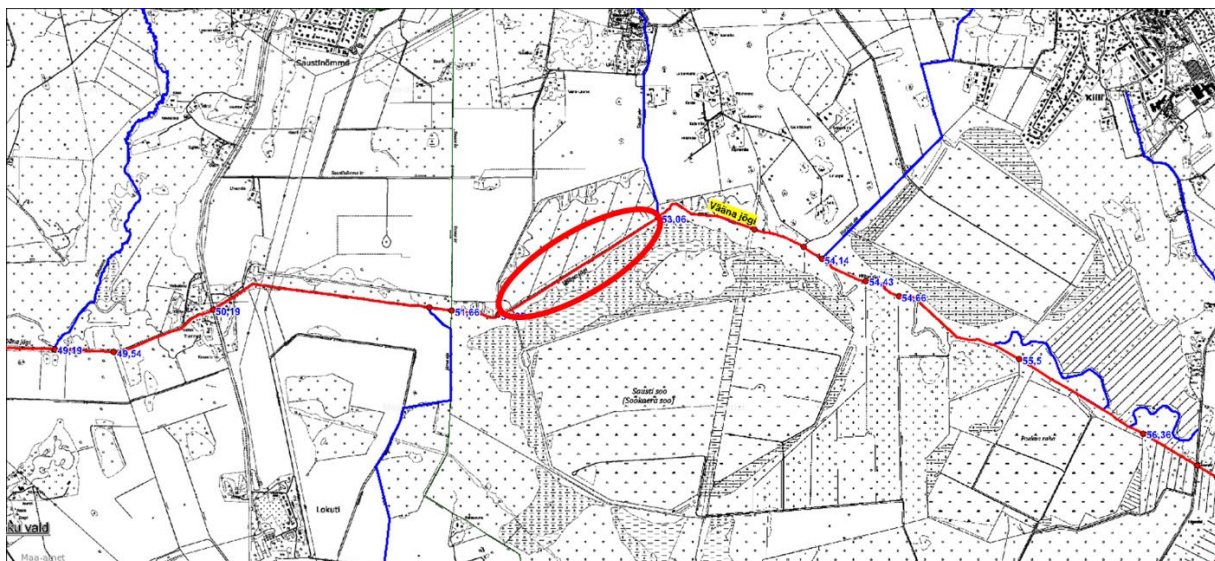


8.3.	Kas alternatiivsed viisid on üldise keskkonnamõju seisukohast paremad?	8.4	määrata TMV-ks või TV-ks	
8.4.	Kas alternatiivsed viisid on ebaproportsionaalselt kulukamad?	8.5	määrata TMV-ks või TV-ks	
8.5.	Kas alternatiivsete viiside rakendamisel on võimalik saavutada hea ökoloogiline seisund?	määrata LV-ks	9	
9.	Kas hea ökoloogilise seisundi mittesaavutamise põhjuseks on vee kasutusest põhjustatud füüsikalised muutused?	määrata TMV-ks või TV-ks	määrata LV-ks	

4.2 Võimalused jõe hüdro-morfoloogilise seisundi parendamiseks

Johtuvalt ülekaalukatest sotsiaal-majanduslikest mõjudest ei ole Angerja oja tagasijuhtimine Vääna jõkke tänasel päeval võimalik, sest vastasel juhul kannataks Tallinna lähiümbruse (k.a. Saku) joogivee varustuskindlus. Paraku puuduvad ka muud võimalused vooluhulkade suurendamiseks veevaesel ajal.

Põllumajandusameti tellimusel koostas Maa ja Vesi AS 2011.a. eelprojekti „Vääna jõe uuendamise ja ökoloogilise seisundi parendamise eelprojekt“ [35]. Töö eesmärgiks oli jõe ülemjooksul taimeestunud jõelõigu jõepõhjast ja kitsastest soodilõikudest sette eemaldus, jõesäangi langenud võsa ja puude koristus ning jõekallaste puistu valikuline raie mõlemalt kaldalt keskmiselt 5 m ribana. Kaladele plaaniti eelprojektiga rajada avatavatesse vanajõgedesse 2,5 m sügavused talvitumistiigid. Eelprojektis on käsitletud ühte lahendust, millega korrastatakse antud jõelõik ja Annotalu ja Esko jõesoot (vanajõgi) 1,7 km pikkuselt sirgestatud jõelõigus (46,89 - 48,61 km). Põhiline kavandatud töö oli sette eemaldamine taimeestunud jõepõhjast jõelõigu ülemjooksul ja kitsastest soodilõikudest, jõesäangi langenud võsa ja puude koristamine ning jõekallaste valikuline raie mõlemalt kaldalt keskmiselt 5 m ribana. Kaladele (näiteks särg) on vaja talveks 2,5 m sügavat seisuveega elupaika ja need rajatakse avatavatesse vanajõgedesse. Annotalu jõesoodi puhul on kaalutud ka teist lahendust - vanajõe osaline avamine ca 50 m pikkuse ühenduskanaliga soodi teise tiigi ja sirgestatud jõesäangi vahel [35]. Põllumajandusamet taotles tööde läbiviimiseks KIK SA-st rahastust, kuid kuna toetust ei saadud, eemaldati 2015.a. setteid ja risu vaid piketil 51,95–53,06 (joonis 20).



Joonis 20. 2015.a. eemaldati setteid piketil 51,95–53,06

Uuringu autoritel puudub käesoleval ajal veendumus, et eelprojekti [35] kirjeldatud sootide avamine avaldaks jõe seisundile positiivset mõju – veevahetus oleks neis minimaalne ning võttes arvesse ümbritsevat pinnakatet (valdavalt sügav madalsoomuld M''', kus turba sügavus on üle 100 cm), on hüpoksia tekkeks suur tõenäosus. Regulaarne setete eemaldamine jõepõhjast avaldab aga kahetist mõju – väheneb teatud ajaks küll võimalus fosfori anaeroobselt vabanemiseks suvel, kuid vastukaaluks hävitatakse tööde käigus ka need elupaigad, mida SUSE mõningad taksonid käesoleval ajal elupaikadena kasutavad. Settekoormuse vähendamisel avaldavad teatavat mõju aga kogumi valgalal olevate turbatootmis-rabade väljalaskudele eelnevad settetiigid, mille hooldamise kohustus on vastavatesse lubadesse sisse kirjutatud (nt, tingimus loas L.VV/325300: settetiike hooldada perioodiliselt vastavalt vajadusele madalveeperioodil. Puhastamise ajaks sulgeda väljavool, et vältida sette kandumist eesvoolu).

Olemasoleva voolusärgi pikendamine (looklevuse suurendamiseks) Väana_1 kogumil olulist positiivset mõju kaasa ei too, sest see rahustab voolukiirust, mis on madalvee perioodil niigi pea olematu. Kuigi teoreetiliselt on võimalik ka kaheastmelise voolusärgi rajamine, mis võimaldab madalvee tingimustes voolukiirust (ja seeläbi lahustunud hapniku sisaldust) tõsta, ei ole sellise lahenduse rajamine jätkusuutlik tulenevalt pinnakatte omadustest – suurvee tingimustes turbased kaldad erodeerivad ning kiire voolu särg täitub setetega. Kallaste kindlustamine (näiteks juke- või kookosmattidega) on aga ebamõistlikult kallis. Samuti ei võimalda maapinna lang rajada ilma paisutamiset ka kiirevoolulisemaid lõike. Viimaste puhul on ohuteguriks ka see, et paisutuse taha hakkavad kogunema turbasetted, mis omakorda võivad lokaalselt madalvee perioodil anaeroobselt lagunema hakata.

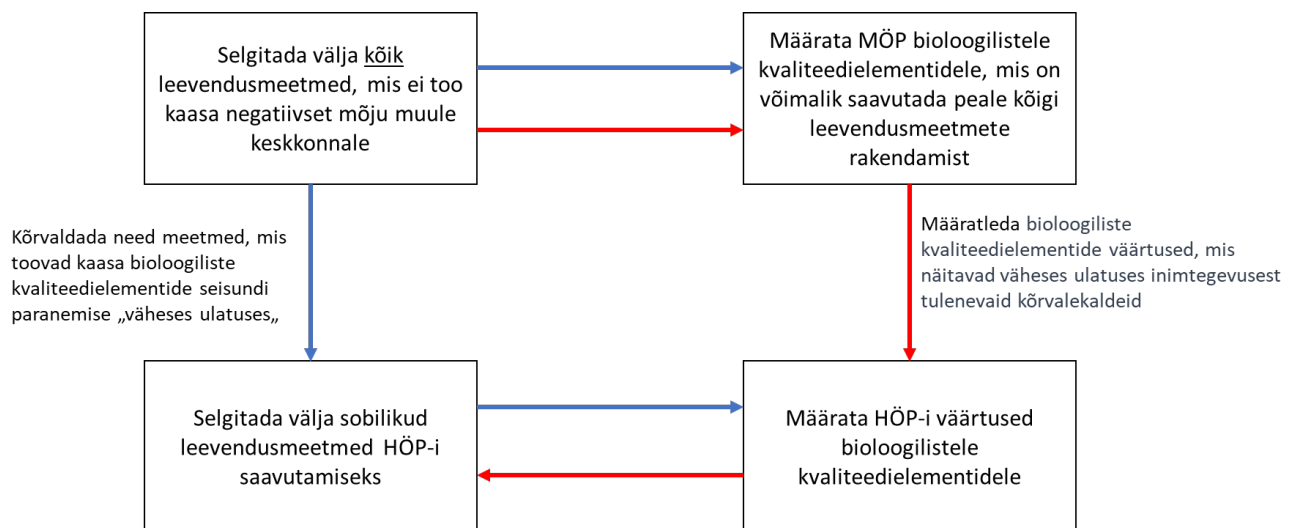
4.3 Väana_1 hea ökoloogilise potentsiaali (HÖP-i) määratlemine

TMV-de ökoloogilise potentsiaali hindamisel kasutatavad ökoloogilised kvaliteedielemendid sõltuvad konkreetset veekogus tehtud muudatustest ja hindamise eesmärkidest. Siiski on järgmised ökoloogilised kvaliteedielemendid tavaliselt seotud TMV ökoloogilise potentsiaali hindamisega [36]:



- Hüdrológia ja morfología: hõlmab veevoolu, sügavuse ja substraadi koostisega seotud omadusi, mis mõjutavad veekogu füüsiliste elupaiga tingimusi.
- Vee kvaliteet: sisaldab hapniku tasemeid, toitainete sisaldusi ja saasteainete taset, mis mõjutavad keemilisi ja bioloogilisi tingimusi veekogus.
- Bioloogilised kvaliteedielemendid: hõlmavad mitmesuguste liikide nagu suurselgrootud, kalad ja muud veeliigid esinemist ja arvukust, mis on seotud veekogu loodusliku seisundiga.
- Ühenduvus: viitab veekogu seosele teiste veekogudega ja nendega seotud ökosüsteemidele, mis võivad mõjutada veeliikide liikumist ja toitainete vahetust.

Ökoloogilise potentsiaali määramiseks on kaks peamist moodust (vt ka joonis 21) [36]:



Joonis 21. Hea ökoloogilise potentsiaali määramine võrdluslähenemise (punased nooled) ning leevendusmeetmete (sinised nooled) puhul [36]

- **Võrdluslähenemine** (põhineb CIS-i juhenddokumendil nr 4 [37]): TMV-de maksimaalne ökoloogiline potentsiaal (MÖP) käsitleb bioloogiliste kvaliteedielementide väärtusi, mis eeldatavasti saavutatakse pärast kõigi leevendusmeetmete rakendamist. Need leevendusmeetmed peavad a) olema olulised konkreetsete hüdromorfoloogiliste muutuste jaoks, b) olema veekogu füüsilises kontekstis ökoloogiliselt tõhusad ega c) tohi avalda märkimisväärset kahjulikku mõju veekasutusele ega keskkonnale laiemalt. Hea ökoloogiline potentsiaal (HÖP) on määratletud kui ainult väike kõrvalekalle MÖP-i bioloogilistest väärtustest.
- **Leevendusmeetmete lähenemisviis** (nn Praha lähenemisviis): see on alternatiivne meetod HÖP-i määratlemiseks, mis põhineb leevendusmeetmetel. MÖP määratletakse sarnaselt võrdlustingimustele, kuid määratlemisel võetakse aluseks leevendusmeetmed, mis on konkreetsete hüdromorfoloogiliste muutuste seisukohast olulised, veekogu füüsilises kontekstis ökoloogiliselt tõhusad ning millel ei ole olulist kahjulikku mõju veekasutusele või keskkonnale laiemalt. Välistatakse need meetmed, mis isegi kombineerituna annavad prognooside kohaselt vaid vähesa ökoloogilise paranemise. HÖP määratletakse seejärel bioloogiliste väärtustena, mida oodatakse ülejäänud kindlaksmääratud leevendusmeetmete rakendamisel.



Mõlemad lähenemisviisid eeldavad, et HÖP-i saavutamiseks vajalikud kvaliteedikriteeriumid on defineeritud ja leevendusmeetmed tagavad ökoloogilise järjepidavuse ning toetavad selle parendamist. Need kaks lähenemisviisi peaksid viima ökoloogilises mõttes võrreldavate tulemusteni. Kuna käesoleval juhul sisuliselt veevähesuse jaoks leevendusmeetmed puuduvad, siis HÖP-i määramisel tuleb aluseks võtta võrdlusalähenemine, mille kohaselt kvaliteedikriteeriumid peavad vastama tüübile V1A. Arvesse tuleks võtta veel:

- **Suurselgrootute puhul:** SUSE arvukust ja liigilist koosseisu piirab Vääna_1 kogumis suuresti väike lahustunud hapniku sisaldus, mis tuleneb kogumi inimtekkelistest (ajalooline vee eemalejuhtimine, vee kiirendatud äravool maaüparanduslikul eesmärgil) kui ka looduslikest eripäradest (rabade mõju, kogum on tumedaveeline ja madalveetingimustes väikese lahustunud hapniku sisaldusega). EMÜ on SUSE hindamisel välja pakkunud lahenduse, kus võetakse arvesse ka elupaikade eripärasid [38]. Johtuvalt sellest tuleks SUSE hindamisel vaadelda Vääna_1 kogumi elupaiku kui „tavapäratuid“. Samuti on seire läbiviimisel soovitatav leida sobilik seirepunkt kas Viljandi mnt ja Rootsikäe vahelisele lõigule või (eelistatult) Rootsikäest allavoolu paiknevale 500 m pikkusele kivisema põhjaga lõigule (vahemikus X: 6572687.4, Y: 540397.4 kuni X: 6572755.9, Y: 539905.6), kus on vool madalvee tingimustes küll aeglane, kuid põhjasubstraat mitmekesisem.
- **Kalastiku puhul:** Kuigi käesoleval ajal on kogum defineeritud kui kalastikuliselt väheoluline, on varasemalt (kui Vääna_1 kogum oli pikem, ulatudes Pääsküla jõeni) määratletud kogumi tüübispetsiifilisteks kalaliikideks ojasilm, jõesilm, forell, haug, särge, teib, rünt, viidikas, trulling, luts ja võldas [19]. Forelli puhul on hinnatud [17], et talle sobilik eluala Vääna jões ulatub praegu suudmest Saku paisuni, kuid hüdroloogiliste tingimuste taastumisel võiks see ulatuda ka Paekna paisuni. Vääna jões tõuseb jõesilm kudemisrändel kuni Vahiküla joastikuni (21,5 km suudmest), mis on liigi jaoks ületamatuks rändetõkkeks aldaaluste uurete ja juurestiku esinemist. **Võttes arvesse aga kogumi praeguseid piire ning (hüdromorfoloogilisi) eripärasid, ei ole kogumi staatus KaVo asjakohane ja kalastiku seisundi hindamisel tuleks aluseks võtta alatüüp I-2ba (merega ühenduses olev potamaalne vooluveekogu, kus püsiv veevool madalvee perioodidel võib katkeda, kuid jõesängis säilib vesi), mille kohaselt on indikaatorliigiks luukarits ja tüübispetsiifilisteks liikideks haug, ahven ja viidikas (?) [39].** Praeguses Vääna_1 kogumis on tehtud teadaolevalt kaks katsepüüki (1993.a. ja 2012.a.), mille käigus on registreeritud haugi, särje, trallingu, lepamaimu ja luukaritsu esinemist [17]. Teadaolevalt on harrastuskalastajad saanud kogumi piires (Saku tiigist) haugi, ahvenat, särge, latikat, linaskit, kokre ja forelli [20].



5 Järeldused ja ettepanekud

- **Vääna_1 mittehea seisundi peamiseks põhjuseks perioodilisest veevähesusest tulenev lahustunud hapniku sisalduse vähenemine**, mis omakorda mõjutab elustiku indekseid (fosfori vabanemine põhjasetetest soodustab eutrofeerumist, väike hapnikusisaldus piirab vee-elustiku liigirohkust). Perioodilise veevähesuse peamiseks põhjusteks on Angerja oja vee ümberjuhtimine (ajalooline) ja see, et kogum on valdavalt põhjavee toiteline ning vee hulk jões sõltub pindmise põhjavee tasemest. Veevähesust soodustavaks teguriks saab lugeda ka sirgendamist ja õgvendamist (maaparanduse mõju), mis soodustavad kiiremat vee äravoolu, kuid võttes arvesse tõika, et valdav osa jõest voolab läbi turbase pinnakattega alade, ei ole võimalik seal ka rakendada püsivaid leevendusmeetmeid (nt, kaheastmelise voolusängi kujundamine). Looklevuse suurendamine ei ole vajalik, sest niigi väike voolukiirus väheneks sellest veelgi.
- Perioodilist veevähesust Vääna_1 kogumis on seostatud Angerja oja ümberjuhtimisega 56 aastat tagasi. Käesoleval ajal on mõlemal kogumil kujunenud välja oma vee-ökosüsteemid ning puudub kindlus, et kogumite taasliitmine oluliselt olukorda paremaks muudaks (vastukaaluks eksisteerib ka suur oht, et kannatab Tallinna ja selle lähiümbruse joogivee varustuskindlus ning halveneb Pirita jõe seisund). **Angerja oja on jäädavalt Vääna_1 kogumi valgalast välja arvatud ja seda enam Vääna jõe veerežiimi muutmise võimalusena ei kaaluta.** Pigem peaks siin kontekstis vaatama Angerja oja ümberjuhtimist käsitlema VeeS §38 lg 1 kohase erandina.
- **Vääna_1 kogumil tuleb kaaluda tüübi muutmist** – ettepanek on kogum ümber kategoriseerida kui tugevasti muudetud veekogu (TMV), mille tüübiks on V1A (tumedaveelised ja humiainainerikkad (KHT_{Mn} 90%-ne väärtus üle 25 mgO/l) jõed valgala suurusega 10–100 km², kus püsiva kalakoosluse kujunemine on võimalik). Käesoleval ajal pärinevad viimased andmed, mis võimaldavad klassifitseerimise otsuseid teha 2013.a. operatiivseirest. Esitatud seisukoha kinnitamiseks on soovitatav korrata operatiivseiret, kusjuures lisaks tunnuste analüüsile (kas heleda- või tumedaveeline) tuleb kindlaks teha jõe kalastiku liigirikkus ja määrata ka kalastiku seisund, sest võttes arvesse aga kogumi praeguseid piire ning (hüdromorfoloogilisi) eripärasid, ei ole kogumi staatus KaVo asjakohane ja kalastiku seisundi hindamisel tuleks aluseks võtta alatüüp I-2ba (merega ühenduses olev potamaalne vooluveekogu, kus püsiv veevool madalvee perioodidel võib katkeda, kuid jõesängis säilib vesi), mille kohaselt on indikaatorliigiks luukarits ja tüübispetsiifilisteks liikideks haug, ahven ja viidikas.
- Vääna_1 kogumi lämmastiku ja fosfori koormused olid 2021.a. 63 tonni lämmastikku ja 1,9 tonni fosforit. Vääna_1 valgalal paikneb kokku üheksa väljalaset, mille kaudu juhti 2021.a. suublasse 0,17 tonni fosforit ja 3,58 tonni lämmastikku. Sarnaselt, 2022.a. olid suublasse juhitud lämmastiku ja fosfori kogused vastavalt 3,28 tN/a ja 0,177 tP/a. **Kuigi koormuste analüüsist lähtub, et suurima toitainete koormuse annab kogumi valgalal põllumajanduslik tegevus, tuleneb kogumi kesine FÜKE seisund pigem selle hüdroloogilistest iseärasustest (lahustunud hapniku sisaldus vees sõltub vooluhulgast) ning täiendavaid meetmeid veekogumi koormuste vähendamiseks ei ole vaja rakendada.** Lokaalse survena saab välja tuua Paekna paisjärvega külgneval kinnistul (2021–2022a.) läbi viidud metsaraie, mille

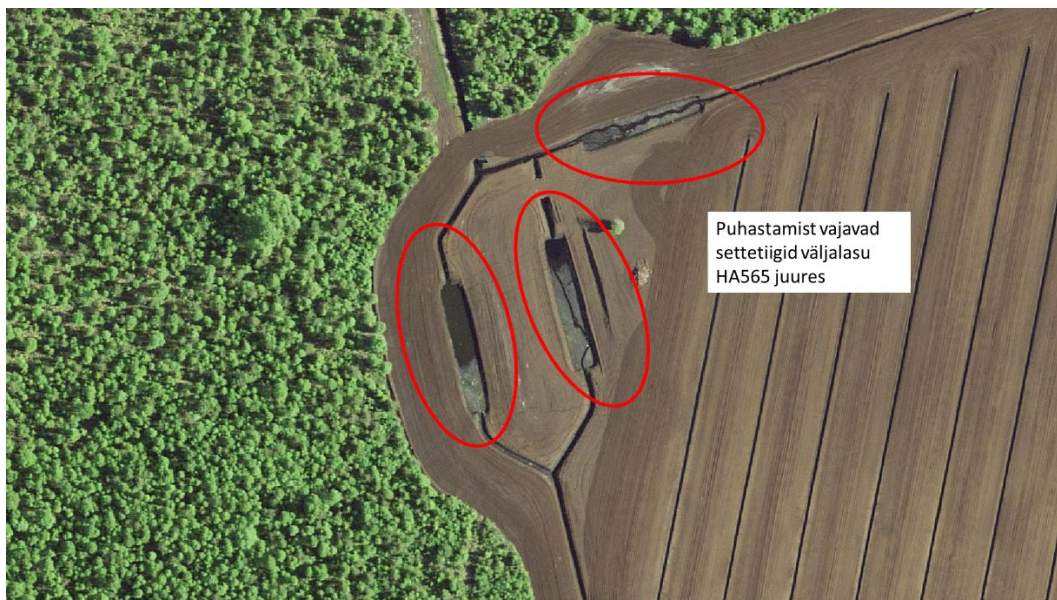


tagajärjel on paisjärve väljavoolus BHT₅ ja KHT sisaldused suuremad võrreldes ülejäänud kogumiga.

- **Seisundi edaspidisel määramisel tuleb aluseks võtta ökoloogiline potentsiaal.** HÖP-i määramisel tuleb kasutada võrdluslähenumist, mille kohaselt kvaliteedikriteeriumid peavad vastama vooluveekogu tüübile V1A.
 - Soovitav on FÜKE hindamisel lahustunud hapniku sisaldust mitte arvesse võtta, sest selle vähenemist põhjustavad tegurid on valdavalt looduslikud (turbamuldadest leostuvad humiained, laminaarne aeglane veevool, kus mehaaniline õhu vetteviimine puudub, madalveeaegne soe veetemperatuur).
 - Arvesse tuleks võtta veel, et SUSE arvukust ja liigilist koosseisu piirab Vääna_1 kogumis suuresti väike lahustunud hapniku sisaldus, mis tuleneb kogumi inimtekkelistest (ajalooline vee eemalejuhtimine, vee kiirendatud äravool maaparanduslikul eesmärgil) kui ka looduslikest eripäradest (rabade mõju, kogum on tumedaveeline ja madalveetingimustes väikese lahustunud hapniku sisaldusega). Johtuvalt sellest tuleks SUSE hindamisel vaadelda Vääna_1 kogumi elupaiku kui „tavapäratuid“. Samuti on seire läbiviimisel soovitatav leida sobilik seirepunkt kas Viljandi mnt ja Rootsimäe vahelisele lõigule või (eelistatult) Rootsimäest allavoolu paiknevale 500 m pikkusele kivisema põhjaga lõigule (vahemikus X: 6572687.4, Y: 540397.4 kuni X: 6572755.9, Y: 539905.6), kus on vool madalvee tingimustes küll aeglane, kuid põhjasubstraat mitmekesisem.
- Kuna **koprapiisude mõju Vääna_1 kogumis on lokaalne ja suurem negatiivne mõju kogumi seisundile puudub, ei tehta siin ka ettepanekuid kobraste arvukuse piiramiseks.** Eemaldada tuleb kobraste põhjustatud truubiummistus (X: 6570538, Y: 547818). Eraldi tähelepanu vajavad kobraste kahjustanud puud jõekallastel (kõige rohkem oli koprakahjustusi Aasu silla ja Viljandi mnt vahelisel lõigul), mis omakorda võib põhjustada kahju maaomanikele.
- Soovitav on **Paekna paisjärvest regulaarselt suurtaimestikku eemaldada**, sest järv kipub kinni kasvama. Tööde teostamisel ei ole mõistlik taimestik lauseemaldada, vaid maksimaalselt 2/3 ulatuses veepeegli pindalast (arvesse tuleb võtta, et paisjärves elavatel karplastel jääks alles varjekohad ning taimestiku lauseemaldamine võib kaasa tuua ka põhja kogunenud setetest fosfori vabanemise, mis omakorda soodustab fütoplanktoni vohamist). Sarnane hooldamiskohustus on ka keskkonnakaitsetloa KL-509782 tingimustes kirjas. Taimestiku eemaldamise vajadust saab hinnata lahustunud hapniku sisalduse järgi suvisel madalvee perioodi – vajadus suurtaimestiku eemaldamiseks võib tekkida, kui öine vee lahustunud hapniku sisaldus langeb alla 40% ja päevane ületab 150%. Soovitav on suurtaimestiku eemaldamiseks kasutada eelkõige selliseid võtteid, mis ei „keeruta muda üles“ ehk ei soodusta fosfori vabanemist vette.
- **Saku tiikidest tuleb ka edaspidi regulaarselt setteid eemaldada** (eelkõige lõigul X: 6573599, Y: 538147 kuni X: 6573751, Y: 537981.83), sest suurvee tingimustes veega kaasa kanduvad setted jäävad sinna pidama ning liiga suur settekihi paksus soodustab fosfori anaeroobset vabanemist ning tiikide eutrofeerumist. Setete eemaldamise vajadust tuleb hinnata vee lahustunud hapniku ja fosfaatide sisalduse järgi – setted tuleb eemaldada, kui suvise madalvee perioodil langeb lahustunud hapniku sisaldus soovituslikes seirepunktides (X: 6573643, Y:

538062 ja X: 6573595, Y: 538080) alla 50% küllastusastmest ning fosfaatise sisaldus tõuseb üle 0,08 mgP/l.

- **Sausti turbatootmisala väljalaskude HA565 ja HA566 ees paiknevad settetiigid tuleb sinna kogunenud setetest (joonis 22) puhastada.** Sellekohane nõue on ka olemasolevas keskkonnakaitseloas L.VV/325300.



Joonis 22. Puhastamist vajavad settetiigid HA565 juures (allikas Maa-ameti ortofoto 11.06.2022)

- Soovitav on **üle vaadata kogu praegune veekogumite klassifitseerimise ja sellest johtuv seisundi hindamise süstemaatika** – välja tuleb töötada eraldi ÖSE kvaliteedikriteeriumid, mis võtavad arvesse ühteaegu kogumi hüdro-morfoloogilisi kui ka füüsikalisi-keemilisi tingimusi (nt, looduslikult tumedaveelised ja madala hapniku sisaldusega veekogumid) ning neist johtuvaid elupaigatüüpe. Käesoleval ajal on sisuliselt kasutusel kaks eraldiseisvat lähenemist (SUSE ja kalastiku elupaiga kriteeriumite hindamisel), mida oleks võimalik omavahel ühildada. Näiteks tumedaveelistes vooluveekogumites võib looduslikel põhjustel teatud perioodidel tekkida hüpoksia – kalastiku hindamisel võetakse seda eripära arvesse, kuid SUSE hindamisel hetkel kasutuses oleva meetoodika kohaselt aga mitte. Kuigi selline elupaigatüüpide ühtlustamine on suur töö, aitaks parem klassifikatsioon tulevikus paremini vältida olukordi, kus looduslike eripärade tõttu ei ole võimalik kogumit heasse seisundisse määrata.



Viited

- [1] EKUK OÜ, "Pärnu jõestiku uuring," 2019.
- [2] Keskkonnaagentuur, "Vääna jõgi VEE1094500." Accessed: Oct. 16, 2023. [Online]. Available: https://eelis.ee/default.aspx?state=3;68547593;est;eelisand;;&comp=objresult=veekogu&obj_id=263862085
- [3] Keskkonnaministeerium, *Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistu*. 2022. Accessed: Oct. 16, 2023. [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/109072016021?leiaKehtiv>
- [4] Keskkonnaministeerium, "Lääne-Eesti vesikonna veemajanduskava 2022-2027," 2022. Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: <https://envir.ee/media/7664/download>
- [5] Maves OÜ, "Vesikonna tunnuste analüüsi Lisa 2 Pinnaveekogumite täielik nimekiri," 2019.
- [6] EKUK OÜ, "Jõgede hüdrokeemiline ülevaateseire 2019," 2020.
- [7] EKUK OÜ, "Jõgede operatiivseire 2013. a," 2014.
- [8] EKUK OÜ, "Rakendatud meetme tõhususe hindamine 2019," 2020.
- [9] EMÜ, "Jõgede hüdrobioloogiline seire ja uuringud 2019.a.," 2020.
- [10] HELCOM, "Guidelines for the annual and periodical compilation and reporting of waterborne pollution inputs to the Baltic Sea (PLC-Water)," 2022. Accessed: Nov. 15, 2023. [Online]. Available: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2022/04/HELCOM-PLC-Water-Guidelines-2022.pdf>
- [11] E. Loigu, A. Iital, K. Pachel, and Ü. Leisk, "Fosfori- ja lämmastikukoormuse uuring punkt- ja hajureostuse allikatest. Fosforväetistes kaadmiumi reostusohu hindamine," 2010.
- [12] Kalapeedia, "Angerja oja (Angerja jõgi)." Accessed: Oct. 16, 2023. [Online]. Available: <https://www.kalapeedia.ee/angerja-oja.html?q=uss&qf=3>
- [13] Thymallus OÜ, "Vääna jõe seisund, probleemid ja võimalikud rehabilitatsioonimeetmed (Harku valla piires). Täiendused ekspertarvamusele," 2011.
- [14] R. Kitsing and A. Järvet, "Tallinna veehaarde süsteemi veevarude hindamine veepuhastusprotsessi optimeerimiseks," Tallinn, 2020.
- [15] Keskkonnaagentuur, "Vooluveekogude hüdro-morfoloogilise seisundi analüüs," 2019. Accessed: Oct. 17, 2023. [Online]. Available: <https://keskkonnaagentuur.ee/media/303/download>
- [16] Eest Maaparandusprojekt, "Vääna jõe ülemjooksu kapitaalremondi tööprojekt," 1985. Accessed: Oct. 17, 2023. [Online]. Available: https://kotkas.envir.ee/applications/application_file_download?application_data_file_id=76441&application_id=1004816&represented_id=
- [17] Maves AS, "Paekna paisul kavandatavate tegevuste keskkonnamõju eelhindang," Tallinn, 2013. Accessed: Oct. 17, 2023. [Online]. Available: https://kotkas.envir.ee/applications/application_file_download?application_data_file_id=76440&application_id=1004816&represented_id=
- [18] Vikipeedia, "Saku mõis." Accessed: Oct. 17, 2023. [Online]. Available: https://et.wikipedia.org/wiki/Saku_m%C3%B5is
- [19] M. Kesler, "Saku mõisapargi tiigi väljavoolu rekonstrueerimine (kalapääs) projekteerimisehitustööd. Ekspertarvamus," 2013.
- [20] "Väänajõgi Sakus Vol.3." Accessed: Oct. 17, 2023. [Online]. Available: https://www.kalale.ee/foorum/kalastuskohad/58A1/1696668885877_0/?page=700
- [21] N. Th. Skoulidikis, "Defining chemical status of a temporary Mediterranean River," *Journal of Environmental Monitoring*, vol. 10, no. 7, p. 842, 2008, doi: 10.1039/b800768c.
- [22] NSW, *About blackwater. Water oxygen levels and native fish populations*. 2019.



- [23] E. Pihlap, "Kuivenduse mõju vees lahustunud orgaanilise süsiniku ja huumusainete sisaldusele rabades ja siirdesoodes," Tartu, 2016.
- [24] J. Suzuki, M. Imamura, and M. Fujita, "Oxidative stress response of caddisfly *Stenopsyche marmorata* larvae to abrupt hypoxia–normoxia shift," *Aquatic Toxicology*, vol. 211, pp. 66–72, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.aquatox.2019.04.001.
- [25] A. N. Vadher, J. Millett, R. Stubbington, and P. J. Wood, "The duration of channel drying affects survival of *Gammarus pulex* (Amphipoda: Gammaridae) within subsurface sediments: an experimental flume study," *Hydrobiologia*, vol. 820, no. 1, pp. 165–173, Sep. 2018, doi: 10.1007/s10750-018-3652-6.
- [26] A. V. Nebeker, S. E. Dominguez, G. A. Chapman, S. T. Onjukka, and D. G. Stevens, "Effects of low dissolved oxygen on survival, growth and reproduction of *Daphnia*, *Hyaella* and *Gammarus*," *Environ Toxicol Chem*, vol. 11, no. 3, pp. 373–379, Mar. 1992, doi: 10.1002/etc.5620110311.
- [27] H. G. van der Geest, "Behavioural responses of caddisfly larvae (*Hydropsyche angustipennis*) to hypoxia," *Contributions to Zoology*, vol. 76, no. 4, pp. 255–260, 2007, doi: 10.1163/18759866-07604004.
- [28] R. Stubbington, "The hyporheic zone as an invertebrate refuge: a review of variability in space, time, taxa and behaviour," *Mar Freshw Res*, vol. 63, no. 4, p. 293, 2012, doi: 10.1071/MF11196.
- [29] EMÜ, "Jõgede hüdrobioloogiline seire ja uuringud 2021. aasta aruanne," 2022.
- [30] Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, "Jõgede ja väikejärvede hüdrobioloogiline seire ja uuringud aastal 2022," 2023. [Online]. Available: www.klab.ee
- [31] B. P. Grudzinski *et al.*, "A global review of beaver dam impacts: Stream conservation implications across biomes," *Glob Ecol Conserv*, vol. 37, p. e02163, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.gecco.2022.e02163.
- [32] F. Ecke *et al.*, "Meta-analysis of environmental effects of beaver in relation to artificial dams," *Environmental Research Letters*, vol. 12, no. 11, p. 113002, Nov. 2017, doi: 10.1088/1748-9326/aa8979.
- [33] Maves OÜ, "Vesikonna pinnavett mõjutava inimtegevuse koormuse ülevaade," 2019. Accessed: Apr. 26, 2023. [Online]. Available: <https://envir.ee/media/747/download>
- [34] EKUK OÜ, "Kiviõli kaevanduse kraavi ning Kose jõe koormuste uuring," 2021. Accessed: Nov. 15, 2023. [Online]. Available: <https://lifecleanest.ee/sites/cleanest/files/2022-03/Kiviõli%20kaevanduse%20kraavi%20ning%20Kose%20jõe%20koormuste%20uuring%2028C.7.2%29.pdf>
- [35] Maa ja Vesi AS, "Vääna jõe uuendamise ja ökoloogilise seisundi parendamise eelprojekt," Tallinn, 2011.
- [36] CIS working group ECOSTAT, "Guidance Document No. 37 Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of Heavily Modified Water Bodies," 2019. Accessed: May 08, 2023. [Online]. Available: <https://circabc.europa.eu/sd/a/d1d6c347-b528-4819-aa10-6819e6b80876/Guidance%20No%2037%20-%20Steps%20for%20defining%20and%20assessing%20ecological%20potential%20for%20improving%20comparability%20of%20Heavily%20Modified%20Water%20Bodies.pdf>
- [37] CIS Working Group 2.2 - HMWB, "Guidance document n.o 4 Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies," 2003. Accessed: May 08, 2023. [Online]. Available: [https://circabc.europa.eu/sd/a/f9b057f4-4a91-46a3-b69a-e23b4cada8ef/Guidance%20No%204%20-%20heavily%20modified%20water%20bodies%20-%20HMWB%20\(WG%202.2\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/f9b057f4-4a91-46a3-b69a-e23b4cada8ef/Guidance%20No%204%20-%20heavily%20modified%20water%20bodies%20-%20HMWB%20(WG%202.2).pdf)
- [38] H. Timm, "Suurselgrootute hindamissüsteemi kohandamine looduslikult taksonivaestele vooluveekogumitele," 2021. Accessed: May 02, 2023. [Online]. Available: <https://kese.envir.ee/kese/downloadReportFile.action?fileUid=25348400&monitoringWorkUid=20147955>



- [39] R. Järvekülg, "Kalastiku seisundi hindamise indekseid omavaheline võrdlemine ja täpsustamine," 2007.