

EESTI MAAÜLIKOOL  
PÕLLUMAJANDUS- JA KESKKONNAINSTITUUT  
LIMNOLOOGIAKESKUS

**HARKU JÄRV**

Meetmekava

Koostajad:  
Merit Kreitsberg, Randel Kreitsberg, Lea Tuvikene

TARTU 2016



## SISUKORD:

1. Sissejuhatus .....	4
2. INTERREG IVC projekti LakeAdmin kirjeldus ja eesmärgid .....	6
3. Harku järv - üldiseloostus .....	8
3.1 Valgla .....	10
3.2. Looduskaitsealused liigid .....	13
4. Harku järve seisund .....	13
4.1 Seire ülevaade .....	14
4.1.1. Hüdrokeemia .....	14
4.1.2. Fütoplankton .....	15
4.1.3. Zooplankton .....	16
4.1.4. Suurtaimed .....	17
4.1.5. Suurselgrootud .....	19
4.1.6. Kalastik .....	20
4.2 Harku järve setted .....	21
4.3 Sademete seire ülevaade .....	25
4.4 Ökosüsteemiteenused ja huvigrupid .....	30
4.5 Külustuskoormus ja rekreatsiooniline taluvus .....	33
4.5.1 Harku supelrand ja selle külustuskoormus .....	33
4.5.2 Suplusvee kvaliteet .....	34
4.5.3 Rekreatsiooniline taluvus .....	36
5. Kliimamuutuste mõju järvede tervendamise kontekstis .....	37
6. Järvele mõjuvad survetegurid ja koormused .....	39
6.1. Ülevaade vesikonda mõjutavast koormusest, mida inimtegevus avaldab pinna- ja põhjaveele .....	39
6.2 Harku järve survetegurid ja ohud .....	43
7. Meetmed .....	47
7.1 Väliskoormuse seire .....	48
7.2 Väliskoormuse võimalikult maksimaalne vähendamine .....	52
7.3 Uuring: pindmise veekihi häiringute, eeskätt veemotospordi, mõju setetele .....	54
7.4 Uuringud: pindmise settekihi omadused ja eemaldamise kasumlikkus .....	54
7.5 Kemomanipulatsioon kui pindimava meetodiga lendmuda eemaldamise alternatiiv .....	55
7.6 Pilliroo lõikamine .....	59
7.7 Biomanipulatsioon – lepiskalade väljapüük ning röövkalade asustamine .....	59
7.8 Veesisese taimestiku istutamine .....	61
7.9 Meetmete võimalik mõju looduskaitsealustele liikidele .....	62
7.10 Keskkonnateadlikkuse parandamine – suunatud kohalikele elanikele ja külalistele .....	63
7.11 Meetmete rakendamise ajakava ja eeldatav maksumus .....	64

8. Meetmekava kokkupuutepind LakeAdmin rahvusvaheliste „heade praktikatega“ (Good Practices)	66
9. Kokkuvõte	69
Kasutatud kirjandus:	71

## 1. Sissejuhatus

Puhas vesi, mitmekesised maastikud, liigiline mitmekesisus nii kalade, veetaimede kui selgrootute tasandil ning inimene osana sellest looduskeskkonnast – kes meist ei sooviks sellist idüllilähedast olukorda Eesti järvemaastikele. Kahjuks on ühel või teisel põhjusel mitmed järved oma järvetüübi siseselt kehvas seisundis – olgu selle tunnuseks siis hooajati kõrgele kerkiv pH, nihkes röövkalade ja lepiskalade suhe või sinivetikate õitsengud. Ning kuna pahatihti on eelnev toimunud inimõju tulemusena, oleks vale jääda käed rüpes ootama, millal loodus ise meie tekitatud kahjustused likvideerida jõuab. Iga järve saatuseks on ühel hetkel saada nii vanaks, et järve eksistentsi lõpetab kinnikasvamine. Kaasaegne järveteadus on arenenud tasemeni, mis võimaldab järvede toitelisust vähendada ja kinnikasvamise protsesse pidurdada või neid isegi noorendada või taastada.

### *Mis on järve tervendamine?*

*Järve tervendamine on protsess, kus füüsikalise-keemiliste ja/või bioloogiliste meetodite abil vähendatakse järve toitelisust ning parandatakse järve ökoloogilist seisundit. Kasvab ka järve virgestuslik ning majanduslik väärtus. Tervendamisel püütakse saavutada järve võimalikult looduslähedane tasakaaluline seisund, kus oleks tagatud ökoloogiline terviklikkus.*

*Tervendamine on reeglina põhjendatud juhul, kui veeökosüsteemi looduslik paranemine on võimatu või liiga aeglane selleks, et tagada väärtusliku elustiku säilimist.*

Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiiv seadis eesmärgiks saavutada kõigi Euroopa pinnavete hea ökoloogiline ja keemiline seisund aastaks 2015. Eesmärgi saavutamiseks koostati vesikondade veemajanduskavad, mida ajakohastatakse iga kuue aasta järel. Veekogude puhul, kus 2015. aastaks püstitatud eesmärki ei olnud võimalik täita, kehtib nn pikendatud eesmärk, st meetmed nende seisundi parandamiseks planeeritakse järgmisse veemajanduskavade perioodi.

Eesti on jagatud kolmeks vesikonnaks: Ida-Eesti vesikond, Lääne-Eesti vesikond ja Koiva vesikond. Hetkel kehtivad veemajanduskavad on koostatud perioodiks 2015-2021.

Veemajanduskavade rakendamiseks koostatakse pinna- ja põhjavee ning kaitset vajavate alade keskkonnaeesmärkide saavutamiseks meetmeprogramm, kus esitatakse vee kasutamise ja kaitse meetmed, mida tuleb arvestada kohaliku omavalitsusüksuse üld- ja detailplaneeringute ning ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava koostamisel, uuesti läbi vaatamisel ja muutmisel. Meetmeprogrammi raames koostatakse tervendamise

meetmekavad veemajanduskavades nimetud kesises või halvas ökoloogilises seisus olevate järvede seisundi parandamiseks. Euroopa Liidu territoriaalse koostöö programmi INTERREG IVC projekti LakeAdmin ([lakeadmin.savonia.fi](http://lakeadmin.savonia.fi) ja <http://pk.emu.ee/struktuur/limnoloogiakeskus/teadustoo/projektid/lakeadmin/> ) toel valminud Harku järve, Verevi järve, Veisjärve ja Viitna Pikkjärve meetmekavad kuuluvad uue perioodi (2015-2021) veemajanduskavade juurde. Igaühel neist järvedest on oma probleemid ja erisused. Kavade koostamisel ei piirdu koostajad vaid iseendi teadmiste ja tehtud töödega, hädavajalik on arvestada võimalikult kõigi asjassepuutuvate huvigruppidega, nii omavalitsustega, keskkonnakaitseorganisatsioonidega kui ka kohalike huvigruppidega.

Harku järve meetmekava koostamisele on kaasa aidanud kas aruteludes osalemise kaudu, info jagajana või versioonide kommenteerimise kaudu: Keskkonnaministeerium (Peep Siim, projektide büroo nõunik; Irja Truumaa, veesakonna peaspetsialist), Keskkonnaamet (Rein Kalle, Harju-Järva-Rapla regiooni keskkonnakasutuse juhtivspetsialisti ülesannetes; Merilin Kraun, veespetsialist), Harku vallavalitsus (Ergo Eesmaa, veespetsialist; Lembe Reiman, keskkonnaspetsialist), Tallinna Keskkonnaamet (Silver Riige, veekaitse juhtivspetsialist; Märt Holtsmann, keskkonnahoiu osakonna juhataja; Tõnu Laasi, looduskaitse juhtivspetsialist). Ka info ja kogemuste vahetamine teiste LakeAdmin projekti partneritega andis värskaid ideid ja tuge, millest võib meie järvede haldamisel palju kasu olla.

## 2. INTERREG IVC projekti LakeAdmin kirjeldus ja eesmärgid

Euroopa Liidu territoriaalse koostöö programmi INTERREG IVC projekt LakeAdmin (2012-2014) oli INTERREG IIIC projekti Lakepromo (2004-2007) sisuline jätk. Kui Lakepromo andis ülevaate järvede tervendamise kogemustest projektis osalevatel maadel ja propageeris järvede tervendamist üldiselt, siis LakeAdmin eesmärgiks oli tõsta järvede tervendamise kvaliteeti, sh administratiivset võimekust kõikjal Euroopas. Üheksa projektis osalevat Euroopa riiki ühendasid senitehtud tervendustööde kogemused ning koostasid ja andsid avalikuks kasutamiseks järvede tervendamise praktilised juhised.

Eesti keskkonnapoliitika seisukohast oli projekti olulisim ülesanne koostada tervendamise meetmekavad Eesti vesikondade veemajanduskavades nimetatud kesises või halvas seisundis olevatest järvedest neljale: Harku järvele, Verevi järvele, Veisjärvele ja Viitna Pikkjärvele. Meetmekavad valmisid Eesti Maaülikooli ja Keskkonnaministeeriumi Veesakonna koostöös, projekti rahastajateks olid Euroopa Regionaalarengu Fond (146 191,50 €) ja Keskkonnainvesteeringute Keskus (23 218,70 €). LakeAdmin projekti kogueelarve oli 1 862 333 €.

LakeAdmin rahvusvahelisse konsortsiumi kuulsid lisaks Eesti Maaülikoolile veel 9 partnerorganisatsiooni: Soome Keskkonnainstituut (juhtpartner) ja Põhja-Savo Tehnikaülikool Soomest, Lõuna-Böömimaa Ülikool České Budějovice'st Tšehhi Vabariigis, Allerød Kommuun Taanist, Pelioni Arenguettevöte Kreekast, Balatoni Järve Arengu Koordineerimise Agentuur Ungarist, Lääne Piirkonna Omavalitsus Iirimalt, Rieti maakond Itaaliast ja Temi Zammit'i Fond Maltalt.

LakeAdmin projekti üldeesmärgid:

- Parandada järvede tervendamise kvaliteeti piirkondades, kus väärtustatakse veekogude rolli majandusliku arengu ühe osana
- Tõsta piirkondliku poliitika efektiivsust vee, eriti järvede ja paisjärvede tervendamisel ja majandamisel

Kümme projektis osalevat partnerorganisatsiooni:

- jagasid omavahel ja levitasid laiemalt teadmisi ja oskusi vee hea majandamise alal

- töötasid välja tegevuskavasid nende teadmiste ja oskuste rakendamiseks piirkondlike programmide raames
- koostasid ja andsid avalikku kasutusse Euroopa järvede tervendamise andmebaasi ja juhendmaterjalid
- laiendasid projekti missiooni partnerriikidest väljapoole, et anda võimalikult laiapõhjaline panus Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivis püstitatud veekogude majandamise ja tervendamisega seotud eesmärkide täitmiseks.

**Lisainfot leiab:**

LakeAdmin koduleht: <https://lakeadmin.savonia.fi/>

Eestis: <http://pk.emu.ee/struktuur/limnoloogiakeskus/teadustoo/projektid/lakeadmin/>

### 3. Harku järv - üldiseloostus

Harku järv on Põhja-Eesti rannikumadalikul Tallinna läänepiiril, Lääne-Tallinnas, Haabersti linnaosas asuv 162,9 ha suurune hüpertroofne e. liigtoiteline järv, keskmise sügavusega 1,6 meetrit (maksimaalne sügavus 2,5 m, sügavaim koht asub kirdekalda lähedal). Järv asub Tiskre ja Kakumäe lahe jätkuks olevas vagumuses, vaevalt 3 km kaugusel merest. Harku on ovaalse kujuga (järve pikkus 2000m, järve laius 1160 m, kaldajoone pikkus 6647m ) saarteta järv. Harku järv on avalikult kasutatav järv ja kuulub reostustundlike veekogude nimekirja (RTL 1999, 167, 2446). Järv on eraldunud Läänemerest umbes 2000 aastat tagasi, tal on madalad kaldad ja mudane põhi. Järve põhja katab 2-3 meetri paksune mudakiht. Tallinna-lähedase asukoha tõttu on järv väga suure puhkemajandusliku tähtsusega: suplejad, purjetajad, veemotosport (kiirendus, veelaud), kalapüük. Järve suubub 3 oja: kagust Järveotsa ja Soone oja ning Muraste rabast algav Harku oja. Lisaks suubuvad järve mitmed kraavid. Järvest voolab välja 1 oja – Tiskre oja (Kakumäe lahte). Edelakaldal leidub ka allikaid. Järve kallastel ja põhjas on muda, kohati liiva.<sup>(1, 2, 3)</sup> Järve vesi seguneb ja soojeneb suvel põhjani ja on hapnikurikas. Mõõdukal hulgal on hapnikku isegi talvel, kuigi mõnel aastal on järv ummuksisse jäänud. Suvel on vesi kollakas- või pruunikasroheline, vees hõljuvate vetikate ja pudeme (detriit) tõttu erakordselt vähe läbipaistev.<sup>(4)</sup>

Harku näol on tegemist keskmise karedusega kihistumata veega tüüpi järvega (VRD 2). Järve kvaliteedi hindamisel lähtutaksegi konkreetse järve tüübiomastest tunnustest ning sellest kui palju järv oma tüübile omastest tunnustest hälbib (vt Tabel 1). Veepoliitika Raamdirektiivi (2002) nõuete täitmiseks on Eesti järved jagatud tüüpidesse järgmiselt:

- Tüüp I - kalgiveelised järved (üldaluselisus  $>240 \text{ HCO}_3 \text{ mg/l}$ , elektrijuhtivus  $>400 \mu\text{S/cm}$ );
- Tüüp II - madalad, keskmise karedusega järved (kihistumata,  $80\text{-}240 \text{ HCO}_3 \text{ mg/l}$ ,  $165\text{-}400 \mu\text{S/cm}$ );
- Tüüp III - sügavad, keskmise karedusega järved (kihistunud,  $80 - 240 \text{ HCO}_3 \text{ mg/l}$ ,  $165\text{-}400 \mu\text{S/cm}$ );
- Tüüp IV - pehme- ja tumedaveelised järved ( $<80 \text{ HCO}_3 \text{ mg/l}$ ,  $<165 \mu\text{S/cm}$ , kollast ainet  $\geq 7 \text{ mg/l}$ );



- Tüüp V - pehme- ja heledaveelised järved (<80 HCO<sub>3</sub> mg/l, <165 µS/cm, kollast ainet < 7 mg/l);
- Tüüp VI - Võrtsjärv (madal, keskmine karedusega, kihistumata, heledaveeline, kollast ainet < 7 mg/l);
- Tüüp VII - Peipsi - Pihkva järv (madal, keskmine karedusega, kihistumata, heledaveeline, kollast ainet < 7 mg/l);
- Tüüp VIII - rannajärved (kaugus merest < 5 km, keskmine sügavus ≤ 1 m, heledaveelised, kollast ainet <8 mg/l, kloriide >25 mg/l).<sup>(5)</sup>

**Tabel 1.**

*Maismaa seisuveekogude pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside piirid füüsikalise-keemiliste seisundinäitajate väärtuste järgi <sup>(5)</sup>*

Seisundinäitaja	Ühik	Väga hea klass	Hea klass	Kesine klass	Halb klass	Väga halb klass
<b>Tüüp I – kalgiveeline järv (andmete aritm. keskmine)</b>						
PH		7-8,5	7-8,5	<7 või >8,5	<7 või >8,5	<7 või >8,5
Üldfosfor	µg/l	<10	10-20	>20-30	>30-50	>50
Üldlämmastik	µg/l	<1500	1500-2500	>2500-3500	>3500-4500	>4500
Secchi ketta nähtavus	M	>6	4-6	3-<4	2-<3	<2
<b>Tüüp II – keskmise karedusega madal järv (andmete aritm. keskmine)</b>						
PH		7-8	>8-8,3	>8,3-8,8	>8,8-9 või 6-<7	<6 või >9
Üldfosfor	µg/l	<30	30-60	>60-80	>80-100	>100
Üldlämmastik	µg/l	<500	500-1000	>1000-1500	>1500-2000	>2000
Secchi ketta nähtavus	M	>3	2-3	1-<2	<1	<1
<b>Tüüp III – keskmise karedusega sügav järv (andmete aritm. keskmine)</b>						
PH		7-8	>8-8,3	>8,3-8,8	>8,8-9 või 6-<7	<6 või >9
Üldfosfor	µg/l	<30	30-60	>60-80	>80-100	>100
Üldlämmastik	µg/l	<500	500-1000	>1000-1500	>1500-2000	>2000
Secchi ketta nähtavus	M	>3	2-3	1-<2	<1	<1

Seisundinäitaja	Ühik	Väga hea klass	Hea klass	Kesine klass	Halb klass	Väga halb klass
Metalimnioni paksus või alussügavus suvisel stagnatsiooniperioodil (juulis-augustis)	M	>5 või metalimnion algab sügavamal kui 8 m	>3,5-5 või metalimnion algab vahetult enne veekogu põhja	>2,5-3,5	2-2,5	<2

**Tüüp IV – pehme veega tumedaveeline järv (andmete aritm. keskmine)**

PH		3-7,7	3-7,7	>7,7	>7,7	>7,7
Üldfosfor	µg/l	<30	30-60	>60-80	>80-100	>100
Üldlämmastik	µg/l	<600	600-900	>900-1200	>1200-1500	>1500

**Tüüp V – pehme veega heledaveeline järv (andmete aritm. keskmine)**

PH		5,5-7	<7-7,5	>7,5-8	>8-8,5	>8,5
Üldfosfor	µg/l	<10	10-20	>20-40	>40-60	>60
Üldlämmastik	µg/l	<200	200-500	>500-800	>800-1100	>1100
Secchi ketta nähtavus	M	>5	3-5	2-<3	1-<2	<1

**Tüüp VIII - rannajärved (andmete aritm. keskmine)**

Üldfosfor		<15	15-30	<30-45	<45	>45
Orgaanilise aine rikka sette paksus avavee osas	Cm	<15	<15	15	15	15
Domineeriv sete		Mine-Raalne	Mine-raalne	Muda, mineraalne	Muda	Muda

### 3.1 Valgla

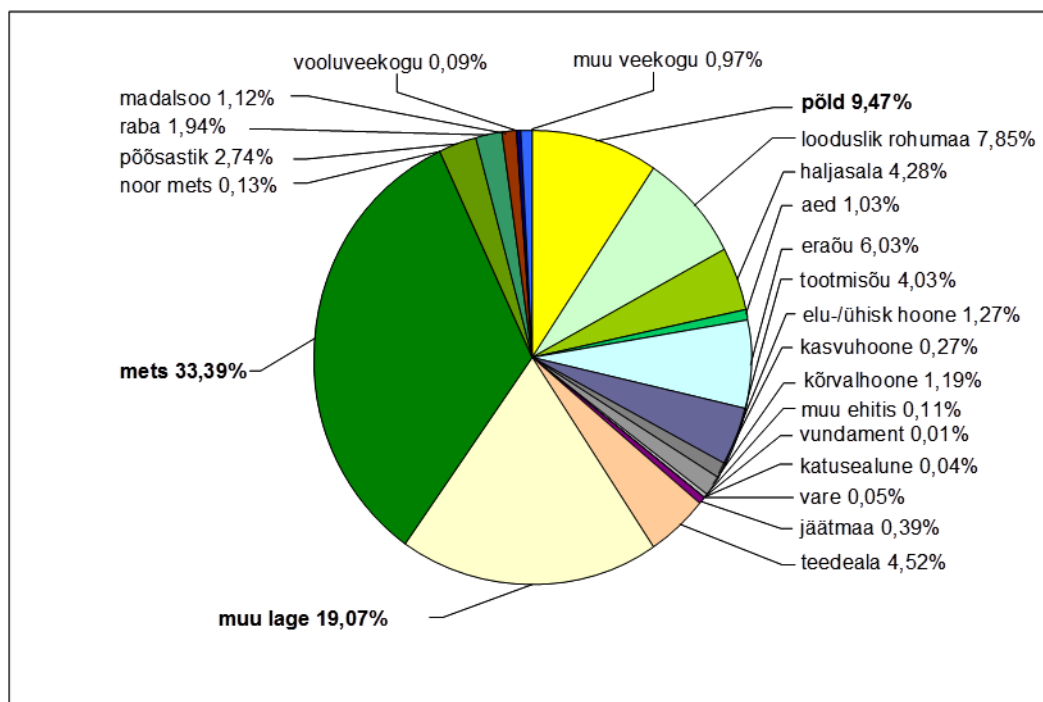
Harku järve valgla pindala, mis hõlmab ka Muraste raba, on 51,6 km<sup>2</sup> (Joonis 1), veevahetus toimub 5 korda aastas. Liivaka pinnakattega valgjal on väga tihe asustus, mis jääb suures osas Tallinna linna territooriumile (Haabersti linnaosa, 40 000 elanikku). Teisele poole järve jääb Harku vald, ligi 14 000 elanikuga, kellest ca 8 000 elavad järve valgla piires (valla kodulehe andmed 1.01.2016 seisuga).



**Joonis 1.** Harku järve valgla (aluskaardina on kasutatud Maa-ameti andmeid)

Väljaspool asulaid domineerib valgla kõlvikute osakaalus mets, mis katab 912 ha ehk 33,4% valgla pindalast. Järgnevad: muu lage ala (521 ha, 19,1%) ja põld (258,8 ha, 9,5%) (Joonis 2).  
(6)

Järv on sadevee, allikate ja sissevoolavate ojade toiteline. Edelast voolab sisse Muraste rabast algav Harku oja, kagust Järveotsa ja Soone oja, lisaks suubuvad järve mitmed kraavid. Endise Harku järve aiandussovhoosi tarbeks kuivendati 1970-ndatel aastatel järve idakallast ümbritsevad põllumaad, sealt suubus järve ka arvukalt kraave, mis on tänaseks praktiliselt likvideeritud. Välja voolab loodesopist Tiskre oja, millel paiknev regulaator reguleerib järve veetaset (normaalne kõrgus 1,8 m üle merepinna).<sup>(4)</sup>



**Joonis 2.** Harku järve valgla maakatte protsentuaalne jaotus<sup>(6)</sup>

Suur osa järve valglast jääb Tallinna linna territooriumile, seetõttu on kogu järve valgla mõjutatud linnalistest ehitistest, teedest jt tehiserajatistest (Joonis 2). Kolmandiku valglast katab mets, mis jääb valgla äärealadele lõunas ja läänes. Valglal on ka põllumaid, kuid loomade arv on väike. Valglal on väga tihe asustus, siia jääb Väike-Õismäe asum ca 27 500 inimesega, samuti hulgaliselt teisi elamukomplekse ja tootmishooneid. Kuigi Tallinna reovesi juhatakse reovee puhastisse Paljassaarel, on inimtegevuse intensiivsus valglal väga suur.<sup>(6)</sup> Seoses ulatusliku ehitustegevusega, uute elamurajoonide rajamisega ja suuremate alade katmisega kas sillutise ja/või asfaltkattega, suureneb sadevee hetkeline äravool, samuti suureneb sadevee reostusaste. Sadevesi juhatakse Harku järve, sellega koos kantakse järve heljumit (tahkeid osakesi), fosforit ja lämmastikku, mis avaldab Harku järvele negatiivset mõju. Sadevesi koos kuivendusveega satub Harku järve ka Harku vallast.<sup>(7)</sup>

Järve sissevoolavatest ojadest ja kraavidest on Harku oja kõige veerikkam. Seetõttu on Harku oja kaudu järve kantavad ainehulgad muude sissevooludega võrreldes palju suuremad ja oja mõju järve vee kvaliteedi kujunemisele teistest sissevooludest olulisem. Valglapõhiste uuringute tulemusena on Keskkonnaametile teada, et 80 protsenti toiteainetest jõuab järve just Harku oja kaudu.<sup>(3)</sup>

### 3.2. Looduskaitsealused liigid

Harku järv ja selle lähiümbrus on inventeeritud II kaitsekategooriasse arvatud loomaliikide suurvidevlase (*Nyctalus noctula*), tiigilendlase (*Myotis dasycneme*), põhja-nahkhiire (*Eptesicus nilssonii*) ja veelendlase (*Myotis daubentonii*) elupaigana, samuti on järve lõunakaldal inventeeritud III kaitsekategooriasse arvatud hänilase (*Motacilla flava*) elupaik. Hänilane pesitseb maapinnal tihedas rohus, mai algusest ja pojad saavad lennuvõimeliseks juuni keskpaigas. Valdavalt sööb hänilane väheliikuvaid selgrootuid, kes elavad maapinnal ja rohurindes: eelkõige kärkseid, ämblikke ja mardikaid.

Rändse eluviisiga suurvidevlane viibib Eestis maist septembrini, elupaigaks on suuremad pargid ja aiad, kus kasvab vanu ja kõrgeid lehtpuid või mände; poegimiskolooniad puutüvedel. Tiigilendlase elupaikadeks on hõredad puistud ning puude ja lagendikega vahelduvad alad. Nagu nimigi näitab, on see loom seotud ka veega ning toitu kogubki tiigilendlane vaid väiksemate järvede, tiikide ja aeglase vooluga jõgede kohal lennates. Põhja-nahkhiir elutseb Eestis aastaringselt, peamiselt metsaservades, metsateede kohal, parkides, lagendikel ning üsna sageli tuleb ta ka inimasulate lähedusse, isegi linnadesse. Veelendlane on meie tavalisemaid ja arvukamaid nahkhiireliike, kelle elu- ja toitumispaikadeks on peamiselt veekogude ümbrus ja pargiilmelised puistud; poegimiskolooniad puuõntes.

### 4. Harku järve seisund

Harku järv on läbi teinud kolm erinevat arenguetappi: 1) 20. sajandi esimesel poolel oli tegu looduslähedases seisundis madala karedaveelise selgeveelise järvega, milles olid laialdaselt levinud kõrgemad veetaimed ja kus domineerisid fütobentose ränivetikakooslused; 2) 1950–1960-ndatel aastatel muutus veekogu sogase veega rohketoiteliseks fütoplanktonijärveks; 3) 1970-ndatest sai Harku järvest hüperetroofne tugevalt reostunud järv. Bray-Curtise indeksi järgi on võrreldes foonitingimustega järve fütoplanktoni kooslus tugevasti muutunud ja järve ökoloogiline seisund vastab halva veekogu klassile. Settefosfori analüüsid näitavad fosfori vabanemist setetest vette ja sisekoormuse tugevat mõju järve ökosüsteemile. Harku järve võib käsitleda kui tugevasti muudetud veekogu.<sup>(4)</sup>

## 4.1 Seire ülevaade

### 4.1.1. Hüdrokeemia

Esimesed limnoloogilised andmed Harku järve kohta pärinevad 1953. aastast, kui Eesti hüdrobioloogide kompleksekspeditsioon uuris veekogu seisundit ning selgus, et veekogu kuulub juba rohketoiteliste järvede hulka (Mäemets, 1968). Varasemad teated järvevee kvaliteedi kohta puuduvad. Suurema või väiksema põhjalikkusega on järve limnoloogiliselt uuritud alates 1970-ndate teisest poolest eri uurimisasutuste poolt. Harku järv on heledaveeline väga väikese läbipaistvusega (1990-ndate algul oli suvine vee läbipaistvus vaid 0,25–0,3 m, 2002. a ainult 5 cm) planktonijärv.<sup>(4)</sup> 2012. aasta väikejärvede seire andmed näitasid, et vee värvus muutus vaatlusperioodil tumekollasest kollakasrohelisteni. Vee läbipaistvus oli väike ja varieerus 0,25-0,6 m. Kollast ainet oli keskmiselt, 11-14 mg/l, kuid orgaanilise aine sisaldus oli väga kõrge, COD<sub>Cr</sub> 40-74 mg O/l. Ilmselt valdas orgaanilises aines autohtoonne, järvesisene orgaaniline aine.<sup>(2)</sup>

Harku järvevee pH on üldiselt talvel neutraalne või nõrgalt aluseline, suvel aga tugevasti aluseline, ulatudes äärmuslikel juhtudel 10-ni, mis näitab taimse planktoni massilist õitsemist ja väga halba veekvaliteeti<sup>(4)</sup>. 2012. aasta seire näitas, et vee pH oli väga kõrge. Vesi oli peaaegu kogu vaatlusperioodi kestel (maist augustini) aluseline, pH 9,21-9,55. Vaid septembris oli pH veidi alla 9<sup>(2)</sup>.

Toiteainete sisalduse järgi kuulub Harku järv ülirohketoiteliste ehk hüperetroofsete järvede hulka. Nii Limnoloogiakeskuse kui ka OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt teostatud veeproovide analüüsitulemused näitavad 1990-ndatel ja 2000-ndatel pidevalt suviseid üldfosfori väärtusi 0,1–0,3 mg l<sup>-1</sup><sup>(4)</sup>. 2012. aasta seire tuvastas lisaks järgmised andmed: üld-P sisaldus oli kõrge, 0,1-0,15 mg P/l. PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> leiti 0,017-0,019 mg P/l. Ka üld-N sisaldus oli kõrge, 0,99-1,8 mg N/l. Valdavad orgaanilised N-ühendid, kuna mineraalseid oli vähe. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> oli 2,2-2,95 mg-ekv/l. Vee elektrijuhtivus oli 256-353 µS/cm. Lisaks leiti, et vesi oli hapnikurikas ja enamuse ajast hapnikuga üleküllastunud (O<sub>2</sub> % 104-136).<sup>(2)</sup>

Kokkuvõttes annab 2012. aasta väikejärvede seire järvele järgneva hinnangu: Harku järv (VRD tüüp II) on madal, põhjani läbipaistev, keskmiselt kareda, heleda veega. Veeseisund oli

üld-N (1,4 mg/l) järgi kesine, üld-P (0,13 mg/l) järgi halb ja SD (0,4 m) ning pH (9,2) järgi väga halb.<sup>(2)</sup>

Lisaks mõne-aastase intervalliga toimuvale riiklikule seirele Harku järvel tellib Tallinna Keskkonnaamet alates 1990ndate aastate algusest iga-aastaselt Harku järve ja valgla veekvaliteedi seiret. Aruanded on kättesaadavad aadressil <http://www.tallinn.ee/est/Veemajandus-Tallinna-linnas> ja 2012-2014. a lõpparuande järgi antakse Harku järve ökoloogilisele seisundile kesine hinnang – peamiseks põhjuseks vee kõrge fosfori- ja lämmastikusisaldus ning suvekuude kõrge pH.<sup>(22)</sup>

#### 4.1.2. Fütoplankton

1950–60-ndatel oli fütoplanktoni hulk järves keskmine, 1970-ndatest alates suur kuni väga suur (biomass 30–100 g/m<sup>3</sup>). Et ülekaalus oli üsna tilluke (20–40 µm läbimõõdus) rohevetikas *Scenedesmus quadricauda*, näitab suur biomass selle vetika erakordselt suurt arvukust. Nii suur väikeste rohevetikate hulk esineb Eestis väga vähestes järvedes. Nende kõrval on Harku järve vees rohkesti ka sinivetikaid, kes nõuavad kõrget fosforisisaldust. Neist domineerib hüpertroofsuse indikaatorliik *Planktothrix agardhii*. Tavaliselt on järvede planktonis ülekaalus kas rohe- või sinivetikad; mõlema vetikarühma domineerimine Harku järves, näitab toitesoolade üleküllust. Sellise koosseisuga planktonit polegi Eesti järvedes rohkem teada.<sup>(4)</sup> Sinivetikate arvukuse suurenemist on dokumenteeritud alates 1990-ndatest<sup>(2)</sup>. 2012. aasta seire leidis järgmist: Liikide arv loendusproovides oli keskmine kuni kõrge (min-max 38-46, keskm. 44), biomass (mg\*L<sup>-1</sup>) keskmine kuni ülikõrge (min-max 5.19-64.66, keskm. 33.8, mediaan 32.8), Chla sisaldus (µg\*L<sup>-1</sup>) oli ülikõrge (min-max 96-156, keskm. 123, mediaan 121). Fütoplanktoni koondindeks (FKI) oli ülikõrge (min-max 13.1-19, keskm. 15.7). Vaatlusperioodil (mai-september) esines kõrgeim biomassi väärtus augustis, madalaim mais. Liikidest domineerisid mais niitjas sinivetikas *Planktothrix agardhii* ja algohevetikate hulka kuuluv *Scenedesmus* sp.; juulis sinivetikad *Anabaena planctonica*, *Aphanizomenon gracile* ja *Microcystis flos-aquae*; augustis sinivetikas *Microcystis novacekii* ja algohevetikas *Scenedesmus* sp.; septembris lisaks augusti dominantidele ka ränivetikas *Aulacoseira ambigua*. Liikide osas domineerisid jätkuvalt ülekaalukalt sini- ja algohevetikad. Fütoplanktoni näitajate poolest selgelt hüpertroofsusel tasemel.<sup>(2)</sup> Algohevetikate domineerimine viitab üsna tugevale orgaanilisele reostusele. Ilmselt on järve välisreostus praeguseks hetkeks taandunud ning kogu primaaproduktsioon vältab sisekoormuse (setteisse

akumuleerunud toiteainete) arvelt. 2009. aasta näitajaid ei erinenud oluliselt 20 aasta tagusest – domineerisid jätkuvalt sini- ja algrohevetikad ning biomassid oli kõrgel kuni ülikõrgel tasemel. 2009. aastaga võrreldes on 2012. aasta biomassid aga suuremad. Ka muude näitajate (va. FKI) puhul võis märgata olulist halvenemist võrreldes 2009. aastaga. Sellise ebastabiilse ökosüsteemi puhul on aga raske seda seostada troofsuse kasvuga, pigem on see tingitud aastatevahelisest erinevusest. EL veepoliitika raamdirektiivi (2002) nõuetest lähtuvalt oli järve seisundi hinnang fütoplanktoni keskmistatud (erinevate aasta-aegade ja kihtide keskmine) näitajate osas järgmine: Chl $a$ - väga halb; FKI- väga halb; fütoplanktoni kooslus (FPK)- väga halb, ühetaolisuse indeks (J)- hea. Järve üldhinnang fütoplanktoni näitajate alusel oli väga halb.<sup>(2)</sup>

#### 4.1.3. Zooplankton

Rakendusliku uurimustöö “Järvetüüpide interkalibreerimiseks vajalike foonitingimuste väljaselgitamine paleolimnoloogiliste uuringute abil” raames uuriti setetest lisaks vetikatele ka zooplanktoni jäänuseid. Settekihis, mille vanus vastab eelmise sajandi esimesele poolele (1890–1950) domineerisid zooplankteritest puhtaveelisele järvele omased *Bosmina* isendid. Nendes setetes leiduvad ränivetikate ja zooplanktoni kooslused viitavad sellele, et Harku järv oli veel oma looduslikus seisundis, tegu oli madala, tõenäoliselt suurtaimedega asustatud veekoguga. Setetest ilmnas ka, et zooplanktoni liikide *Chydorus sphaericus* ja *Alona rectangulara* maksimaalne levik langeb kokku 1980-ndate aastatega, mis viitab järve veekvaliteedi halvenemisele seoses veekogu antropogeense eutrofeerumise kiire progresseerumisega.<sup>(4)</sup>

Limnoloogiakeskuse väikejärvede uurimise töörühm on Harku järve zooplanktonit uurinud 1950. ja 1960. aastatel ning 1977. ja 1990. aastal. Koorikloomaliikide arv on olnud vahemikus 4 – 6, mille järgi võib öelda, et seisund on tõenäoliselt aastakümneid püsinud suhteliselt samal tasemel. Keriloomaliigi *Keratella tecta* esinemise ja arvukuse kohta varasemad andmed puuduvad. Selle liigi sedavõrd suur arvukus võib ennustada veekogu seisundi järsku halvenemist<sup>(2)</sup>. Harku järv oli zooplankterite poolest ainukese seirejärvena 34st Eestis uuritust väga halvas seisundis.



2012. aasta seirel leiti Harku järve veeproovidest 9 zooplanktoni taksonit, sh. viis liiki koorikloomi. Juulis oli zooplanktoni arvukus kõrge, biomass keskmine (vastavalt  $598 \cdot 10^3$  is./m<sup>3</sup> ja 1,80 g/m<sup>3</sup>), septembris oli arvukus kõrge ja biomass väike (vastavalt  $665 \cdot 10^3$  is./m<sup>3</sup> ja 0,75 g/m<sup>3</sup>). Arvukuselt domineerisid nii juulis kui septembris keriloomad (vastavalt 46% ja 71% kogu zooplanktoni arvukusest). Keriloomade hulgas monodimineeris mõlemal proovivõtukorral veekogu pigem halvale seisundile viitav liik *Keratella tecta* (juulis 81% ja septembris 84% rühma arvukusest). Aerjalgsete fauna (juulis 39% ja septembris 26% zooplanktoni arvukusest) oli esindatud kahe Eesti väikejärvedes sagedasti esineva liigiga - *Mesocyclops leuckarti* ja *M. oithonoides*. Neist viimatinimetatud liiki esines juulis vähearvukalt ja septembri proovis seda ei leidunud. Aerjalgsete arvukuses oli juulis suurem osa liigi *Mesocyclops leuckarti* täiskasvanud isenditel ning vähikvastsetel (vastavalt 47% ja 38% rühma arvukusest). Vesikirbuliste faunas leiti kolm liiki: *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata* ja *Leptodora kindti*, neist viimatinimetatu esines vaid juulikuu veeproovis. Kõik järvest leitud vesikirbuliste liigid on laia ökovalentsiga. Vesikirbuliste hulgas esines arvukamalt *Chydorus sphaericus* isendeid (juulis 94% ja septembris 87% rühma arvukusest). Biomassilt domineerisid nii juulis kui septembris aerjalgsed (juulis 86% ja 88% zooplanktoni biomassist). Aerjalgsete hulgas domineeris biomassilt liik *Mesocyclops leuckarti* (juulis 83% ja septembris 65% rühma biomassist). Vesikirbulistest (juulis 14% ja septembris 11% zooplanktoni biomassist) oli juulis suurima kogubiomassiga liik *Chydorus sphaericus* (88% rühma biomassist). Zooplanktoni liikide ja koosluste olukord järves oli halb. Keriloomade hulgas domineeris veekogu halvale seisundile viitav liik *Keratella tecta*. Koorikloomade ja keriloomade liigiline koosseis oli siiski suhteliselt mitmekesine.<sup>(2)</sup>

#### 4.1.4. Suurtaimed

Harku järve taimestikku on varasemalt uuritud aastatel 1953, 1977, 1990, 2004 ja 2009 ja 2012.

Varasemate perioodide suurtaimestiku kohta saab vihjeid Harku järve setetest. Setteuringute tulemused ja muu info näitavad, et ajavahemikul 1850-1950 ulatus Harku järves vee läbipaistvus põhjani, seetõttu oli ujulehtedega ja veesisene taimestik laialdasemalt levinud, mis omakorda takistas selles madalas ja tuultele avatud järves põhjasetete resuspensiooni, samuti oli toiteainete hulk vees väike. Suurtaimestiku tõttu polnud lainetuse mõju veekogule

tuntav, mis omakorda pärssis fütoplanktoni arengut, Harku järv oli veel sellel perioodil oma looduslikus seisundis, tegu oli madala, tõenäoliselt suurtaimedega asustatud veekoguga.<sup>(4)</sup> See olukord on aga aastate jooksul tugevalt muutunud. Suurveetaimestikku oli 1990.a suvel vähe, alla 1/5 pindalast, veesiseste taimede kasvu sügavuspiir oli vaid 1,1 m, kohati isegi ainult 0,6–0,7 m 2012. aastal registreeriti järves 34 liiki makrofüüte – 28 kaldavee-, 1 ujulehtedega, 2 uju- ja 3 veesisest taime. Looduslikelt eeldustelt on hetkel tegemist fütoplanktonijärvega. Järve taimestik domineerivad kaldaveetaimed, veesisene taimestik on vähene ja suhteliselt liigivaene (vaid 3 liiki). Kaldaveetaimestikus domineerib harilik pilliroog, ohtruselt järgnevad harilik metsvits, konnaosi, järvkaisel (*Schoenoplectus lacustris*) ja laialehine hundinui (*Typha latifolia*). Väikeseviljast jõgitakjat (*Sparganium erectum* subsp. *microcarpum*) ja luigelille (*Butomus umbellatus*) leidub ohtralt järve loode- ja lääneosas. Hariliku luigelille olemasolu viitab kõrgele toiteainete sisaldusele vees, kuna ta on küllaltki fosforilembene kaldaveetaim. Ujulehtedega taimestiku vöönd on väga hõre ja lünklik ning levib peamiselt roovööndis. Selle vööndi taimedest leidub vaid vesi-kirburohtu ning selle liigi ohtrus on alates 1953. aastast järjest langenud. Ujulehtedega taimestik levib peamiselt järve otstes (põhja- ja lõunaosas) ning lääneosas. Ujutaimedest leidub väikest lemmelt ja vesiläätse (*Spirodela polyrrhiza*), need liigid ilmusid veetaimestiku koosseisu alles 2000. aastatel. Veesisestest taimedest levivad kaelus-, läik- ja kamm-penikeel (*Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. pectinatus*). Veesisene taimestik levib samuti peamiselt järve otstes, ehkki üksikuid kaelus- ja kamm-penikeele kogumikke leidub ka järve lääne- ja idaosast. Veesiseste taimede maksimaalseks levikusügavuseks registreeriti 2 m, mis on kõigi uurimisaastate suurim mõõdetud levikusügavus. Varasematel uurimisaastatel (1953,1977) leiti lisaks eelmainitud taimeliikidele ka kanada vesikatku, kuid 2012. aastal seda liiki enam ei leitud. Niitjaid vetikaid leiti 2012. aastal esmakordselt. Mändvetikate kasvuks on järv liiga fosforirikas, järves on ligi 10 korda rohkem fosforit kui mändvetikate kasvuks tarvis. Samuti on piiravaks teguriks vee hägusus.<sup>(2)</sup>

Harku järve seisund oli II järvetüübile iseloomulike taimestiku näitajate alusel nii 2004, 2009 kui ka 2012. aastal kesine (tabel 2). Taimestiku kesise seisundi põhjuseks võib pidada hägust ja fosforirikast vett, mistõttu ei ole võimalik levida taimeliikidel (mändvetikad), mis on iseloomulikud seda tüüpi järvedele.<sup>(2)</sup>

**Tabel 2.** Harku järve seisundi hinnang suurtaimede alusel <sup>(2)</sup>

Näitaja/näitaja EQR väärtus/aasta	2004	2009	2012
	Pot=Lem=Poly:	Pot=Poly:IV	Pot=Poly:IV
Tähtsamad taksonid ohtruse järjekorras/(EQR)	IV (0,3)	(0,3)	(0,3)
Kaelus-penikeele või läik-penikeele ohtrus/(EQR)	3:II (0,7)	2:II (0,7)	2:II (0,7)
Mändvetiktaimede või sammalde liikide ohtrus/(EQR)	0:IV (0,3)	0:IV (0,3)	0:IV (0,3)
Kardheina või ujutaimede ohtrus/(EQR)	2:II (0,7)	1:II (0,7)	1:II (0,7)
Suurte niitrohevetikate rohkus/(EQR)	0:I (1)	0:I (1)	1:II (0,7)
Koondhinnang	III:kesine	III:kesine	III:kesine
EQR koondhinnang	0,6	0,6	0,54

#### 4.1.5. Suurselgrootud

2012. aasta seire suurselgrootute proov võeti edelakaldalt, proovikohas oli põhjas liiv ja detriit. Selles domineeris vesikakand (*Asellus aquaticus*, 33%) . Kaks indeksit olid väga heal, kaks heal, tundlike taksonite arv EPT kesisel tasemel. Kokkuvõttes oli hinnang järvele viie indeksi põhjal hea. Järve seisund 2009. aastal ligikaudu samas piirkonnas oli suurselgrootute järgi halb.<sup>(2)</sup> 2009. aasta seire proov võeti lõunakaldalt, proovikohas olid põhjas samuti liiv ja detriit. Proovi arvukusest moodustasid suurema osa vähetundlikud loomad: 64 % surusääsklaste vastsed (*Chironomidae*) ja 29% väheharjasussid (*Oligochaeta*). Taksonirikkus (12) ja EPT taksonirikkus (4) olid halval, taksonierisus (1,32), taksoni keskmine tundlikkus ASPT (4,4) kesisel tasemel. Happelisustase järves (4) oli tüübiomasest seisundist veidi madalam, mida tõenäoliselt ei põhjustanud mitte kõrge happelisustase, vaid liigivaesus.

Kokkuvõttes oli hinnang järvele viie indeksi põhjal 2009. aastal halb. Peale Tallinna linna inimmõju võib arvata, et Harku järve seisundiindekseid alandasid ka tema suhteliselt suur pindala, liivane ja aeglaselt süvenev põhi, kus suurselgrootutel pole head kaitset kalade eest (välja arvatud surusääsklased jm. sette sees elavad loomad).<sup>(8)</sup>

#### 4.1.6. Kalastik

Harku järvel viidi kalastiku seisundi uurimiseks katsepüügid läbi 2012. aasta 28.-29. augustil. Võrgud paigutati järve idakalda lähedale, et mitte skuutrisõitjaid segada. Kokku tabati katsepüügiga kaheksa kalaliiki (3 sugukonda): karpkalalastest hõbekokre, latikat, mudamaimu, särge ja viidikat, ahvenlastest ahvenat ja kiiska, hauglastest haugi. Karpkalalastest oli arvukaim mudamaim, järgnesid särge ja viidikas. Karpkalalaste biomass oli ahvenlastest viis korda kõrgem.  $TW_A: TW_K = 0,2$  (suurim püütud ahven kaalus 476 g ahvenat, samas kui suurim latikas 209 g ja suurim särge 69 g) ( $TW_A: TW_K$  on ahvenlaste ja karpkalalaste kogukaalu suhe Nordic- sektsioonvõrkudes). Karpkalalasi oli ühes 'Nordic'-tüüpi võrgus keskmiselt 91,4 isendit liigi kohta. 'Nordic'-tüüpi seirevõrkude ( $n = 4$ ) keskmine saak ( $WPUE = 3403$  g (saagi kogukaal sektsioonvõrgus),  $NPUE = 391$  isendit (isendite arv võrgus)) iseloomustab hüpertroofset järve,  $RAI (0,16)$  alusel oli röövtoiduliste ahvenlaste osakaal keskmisest madalam ( $RAI$  - röövtoidulise ahvena mass kogu saagi massi suhtes);  $KI$  (lepiskalade ja röövkalade suhe) ( $0,75$ ) iseloomustab eelkõige röövkalade vähesust järves. Simpsoni  $D$  indeksi alusel oli Harku järves kalastiku liigirikkus keskmine, st. (Simpsoni  $D_n$  2,3; Simpsoni  $D_w$  2,3), seda ka liikide arvu ja järve pindala indeksi alusel, mille väärtuseks oli 2,21. Litofiilsed liigid puudusid, litofütofiilseid liike oli kolm. Katsepüügi piirkonnas domineerisid 4 – 7 cm pikkused (TL) mudamaimud - mediaanisendi kaal 3 g, keskmine kaal 8,7 g. Veekvaliteedi/elukoha hinnangud: LaFiEstA väga hea, ahvenlaste osakaalu arvestav LAFIEE kesine, karpkalalaste arvukuse alusel halb.<sup>(2)</sup>

Püükide tulemusena võib öelda, et tegemist on klassikaliselt järvega, kus röövkalade osakaal on väike, samas kui põhjas sonkivate lepiskalade oma on suur. Huvitav on meritindi leid: on teada kalameeste ringkonnast, et kevadel tuleb mööda Tiskre oja Harju järve kudema nii merepäritolu ahven kui särge, ju siis ka meritint (olgu et viimane eelistab kudemiseks voolavat vett). (vt tabel 3).<sup>(2)</sup>

**Tabel 3.** Harku järve kalaliigid

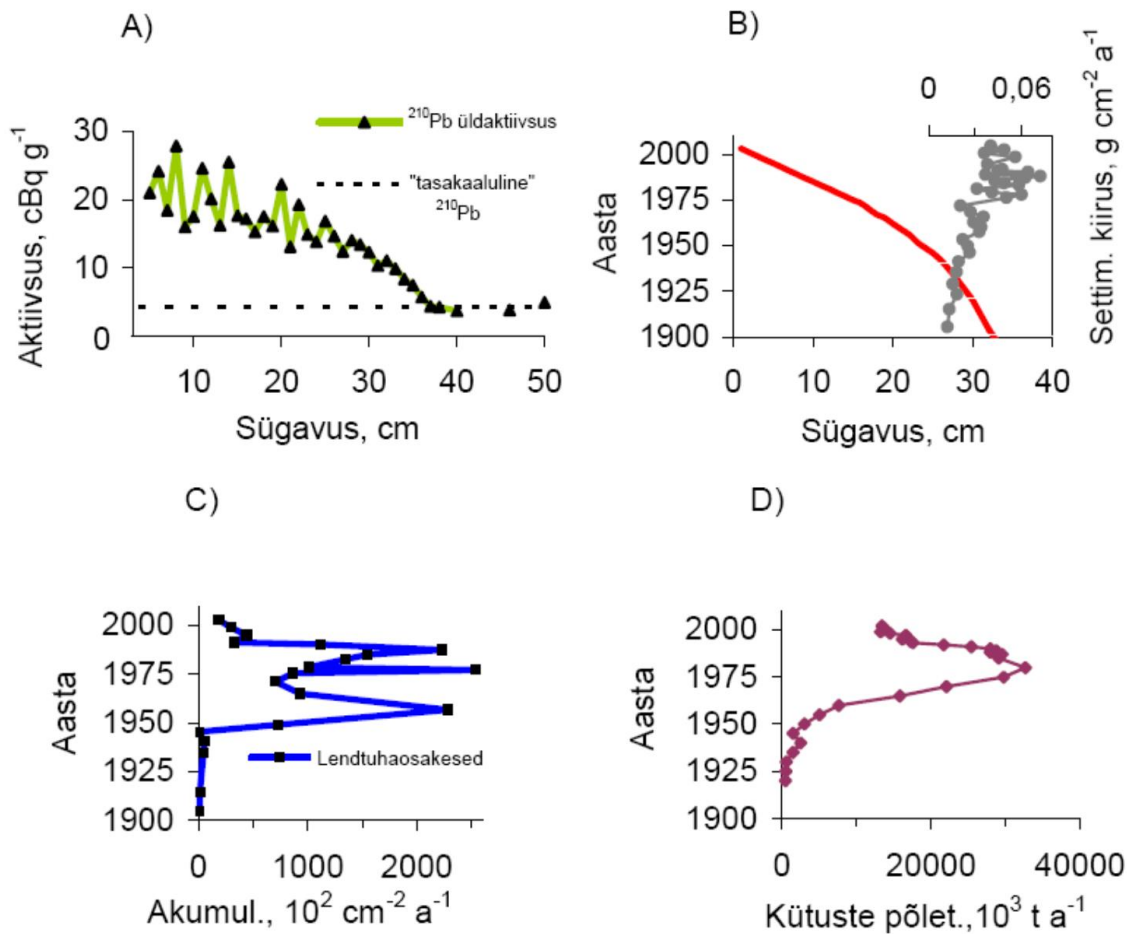
<b>Harku järve kalaliigid:</b>	
<i>Perca fluviatilis</i>	Ahven
<i>Esox lucius</i>	Haug
<i>Carassius auratus</i>	Hõbekoger
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Kiisk
<i>Abramis brahma</i>	Latikas
<i>Tinca tinca</i>	Linask
<i>Leucaspis delineatus</i>	Mudamaim
<i>Rutilus rutilus</i>	Särg
<i>Osmerus eperlanus</i>	Meritint
<i>Alburnus alburnus</i>	Viidikas

## 4.2 Harku järve setted

1990.a aastal algatasid Eesti Keskkonnaministeerium ja Taani Århusi Maakonna Sisevete Keskus projekti, mille raames koguti ulatuslik andmestik ka Harku järve põhjasetete kohta (Andersen jt, 1992; Heinsalu, 1993). Siis läbi viidud järvesetete geoloogilise kaardistamise tulemused näitasid, et ligikaudu 145 ha ehk 88% Harku järve põhjast katab järvemuda (Heinsalu, 1993). Leiti, et 1990-ndate aastate algul moodustas järve pindmise põhjasetete kihi õhukene umbes 5–25 cm paksune rohekashalli tumeda värvusega ebameeldiva lõhnaga konsolideerumata lendmuda kiht. Lendmuda suurimad paksused olid järve põhjaosas ja on seotud Harku oja sissevooluga. Lendmuda maht järves oli ligikaudu 145 000 m<sup>3</sup>. Leiti veel, et reostunud lendmuda kihi lamamiks on pruun ja rohekaspruun kuni 45% orgaanilise aine sisaldusega järvemuda lasund keskmise paksusega 0,75 m. Lendmuda ja järvemuda lasundi kogupaksus ulatus järve läänepoolses, Harku oja suudmest põhja poole jäävas osas 2,4 meetrini, lasundi keskmine paksus oli 0,85 m ja maht 1,45 × 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup>. Mudalasundi paksus vähenes lõuna suunas. Järve lõunaosas, Harku oja suudmes ja kitsal litoraalsel alal oli järve põhjasetteks liiv. Valdavalt oli järvemuda lamamiks hallikas aleuriit.<sup>(4)</sup>

Veelgi rohkema info saamiseks kasutati projekti käigus Harku järve setteproovide vanuse määramiseks radioaktiivse plii (210Pb) meetodit, mis võimaldab dateerida kuni 150 aasta vanuseid sündmusi. Tulemused näitasid, et eelmise sajandi alguses oli settimiskiirus järves aeglane, alla 0,02 g cm<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup> (~1 mm a<sup>-1</sup>). Settimiskiirus tõusis aeglaselt 1950-ndatel (0,03 g

$\text{cm}^{-2} \text{a}^{-1}$ ), hüppeline kasv toimus aga 1970-ndate aastatel, kui akumulatsioonikiirus ulatus juba üle  $0,06 \text{ g cm}^{-2} \text{ a}^{-1}$  ( $5 \text{ mm a}^{-1}$ ) (vt joonis 3).<sup>(4)</sup>



**Joonis 3.** Harku järve setteprofili dateerimistulemused: a) summaarse ja “tasakaalulise”  $^{210}\text{Pb}$  aktiivsus, b)  $^{210}\text{Pb}$  CRS mudeli sügavuse-vanuse suhtekõver ja settimiskiirus, c) lendtuhaosakeste akumulatsioon settes esitatud  $^{210}\text{Pb}$ -meetodi ajaskaalas, d) fossiilkütuste põletamise areng Eestis aastatel 1920–2005.<sup>(4)</sup>

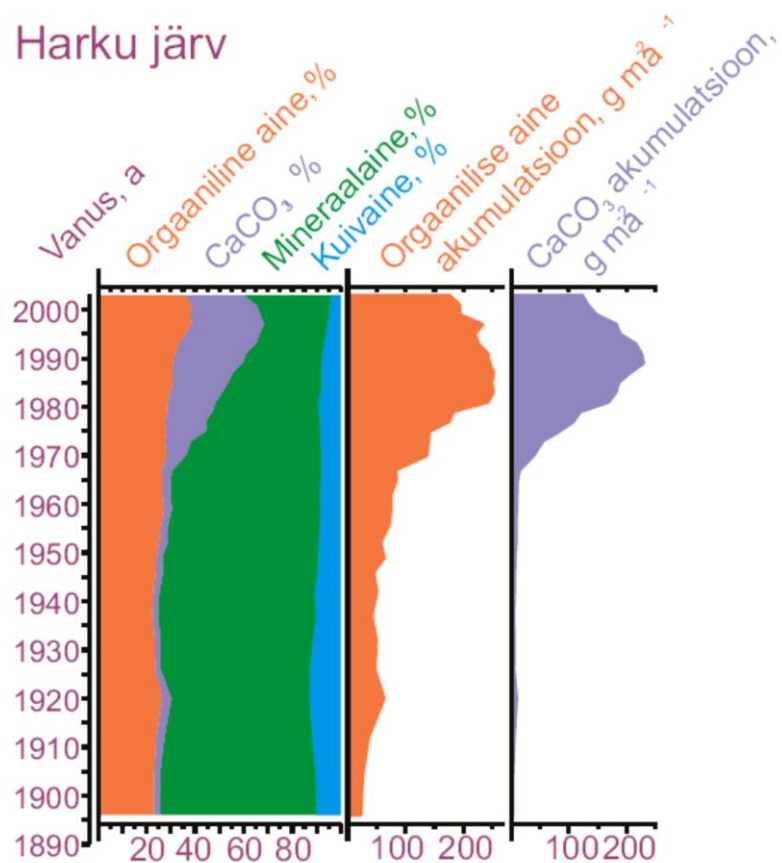
Harku järve setted kujutavad endast kolloidse struktuuriga järvemuda, mis sisaldab orgaanilist ainet, biokeemilise tekkega karbonaatset ainet ning järve valglalt sissekantud peenpurdset mineraalset materjali. Orgaaniline aine produtseeritakse veekogus planktoni, veetaimede ja põhjaorganismide jäänustest või osaliselt kantakse sisse ka valglalt. Karbonaatne aines sadestub kaltsiidikristallidena mitmesuguste biokeemiliste protsesside tagajärjel.

Uuritud setetele on iseloomulikuks tunnuseks väga kõrge veesisaldus ja väga väike kuivaine sisaldus, mille tagajärjel on just pindmised setted väga püdelad. Pindmises lendmuda kihis on kuivaine sisaldus alla 5% (joonis 4) ja suureneb 1940-ndatel kuhjunud settes 10%. Tänu orgaanilise aine kolloidsele struktuurile on järvemuda võimeline endaga siduma suurel hulgal

vett, seega mida suurem on orgaanilise aine hulk järvesetetes, seda suurem on selle veesisaldus. Madalas tuultele avatud veekogus, nagu seda on Harku järv, põhjustab lainetus põhjasetete intensiivset resuspensiooni ja ümbersettimist ning pindmise järvemudakihi konsolideerumatast ja madala kuivaine sisalduse.<sup>(4)</sup>

Orgaanilise aine hulk järvesetetes sõltub paljudest teguritest nagu: järve primaarproduktsoon, veekogu troofsus, valglalt allohtoonse orgaanilist päritolu materjali ja mineraalne sissekanne veekogusse, autigeensete mineraalide moodustumine järves, orgaanilise aine lagunemine vees ja setetes jmt. Orgaanilise aine hulk Harku järve lendmuda pindmises 5-cm paksuses kihis (settinud viimase 10 aasta jooksul) ulatub 38%, allpool aga väheneb regulaarselt 23% (joonis 4), seega kõrgem orgaanilise aine sisaldus setteläbilõike ülemises osas on seletatav järve primaarproduktiooni kasvuga viimastel aastakümnetel. Primaarproduktiooni kasvu järves kajastab ilmekalt ka orgaanilise aine aastane akumulatsioon pindalaühikule, see näitaja oli enne 1970-ndaid alla  $100 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ , 1980-ndate alguseks oli aga tõusnud  $250 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ . Karbonaatse aine ( $\text{CaCO}_3$ ) sisaldus varieerub Harku järve põhjasetetes suurtes piirides (joonis 4). Pindmises 20-cm paksuses lendmudakihi kaltsiumkarbonaadi sisaldus suureneb 4–32%, lamavas enne 1970-ndaid moodustunud settekihis on aga  $\text{CaCO}_3$  tunduvalt vähem, 2–3%. Ühelt poolt on see seotud Harku paekarjääri rajamisega ja vete suunamisega Harku järve, teisalt on seotud veekogu troofsuse kasvuga, vetikate õitsemisega kaasnenud järvevee pH tõus on põhjustanud biokeemilise  $\text{CaCO}_3$  väljasadestumist.<sup>(4)</sup>

## Harku järv



**Joonis 4.** Harku järve setteläbilõike kuivaine, orgaanilise aine, CaCO<sub>3</sub> ja mineraalaine sisaldus % ja akumulatsioon g m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>. <sup>(4)</sup>

Järvesetted talletavad informatsiooni veekogu produktsiooni ja veekvaliteedi muutuste kohta, ning setete paleolimnoloogiline uurimine võimaldab rekonstrueerida järve ökosüsteemi seisundit ja muutusi minevikus. Setteanalüüsid näitavad, et 1950-ndate aastate algusest toimus muutus ränivetikate koosluses, bentiliste ja epifüütsete liikide arvukus vähenes märgatavalt ja domineerima hakkasid rohketoitelises vees elutsevad planktilised ketasränivetikad nagu *Stephanodiscus hantzschii* ja *Aulacoseira ambigua*. Samuti akumulatsioon veekogu põhjasetetes üha rohkem ränivetikaid. Kõik see viitab veekogu kiirele eutrofeerumisele ja vee läbipaistvuse vähenemisele. Rohevetikas *Scenedesmus*'e produktsiooni järsk kasv 1950-ndate aastate algusel viitab äkilisele järve reostuskoormuse kasvule. Suurenes ka ränivetikatest tuletatud järvevee üldfosfori sisaldus. Kohe peale Teist maailmasõda leidis järves aset järsk ökoloogiline muutus, mis tõi kaasa eutroofsetele järvedele iseloomulike rohe- ja ränivetikate vohamise ning koos sellega vee läbipaistvuse vähenemise ning veekogu muutumise fütoplanktoni järveks. Samas puudus järve lähikümbruses veel aktiivne majandustegevus. Üheks tõenäoliseks reostuskoormuse allikaks oli peale sõda Harku järve



lähistele rajatud vangilaager, mille tööjõu abil ehitati Astangu sõjaväebaas ja -linnak. Setete andmed näitavad, et Harku järv oli muutunud 1970-ndateks aastateks hüperetroofseks järveks. Järvesetetes, mis moodustusid alates 1970-ndatest aastatest, suureneb karbonaatide sisaldus. Ühelt poolt on see seotud Harku paekarjääri vete suunamisega Harku järve, teisalt vetikate õitsemisega kaasnenud järvevee pH tõus põhjustas biokeemilise CaCO<sub>3</sub> sadestumist setetesse. Harku järve suunasid oma reoveed Tabasalu alev, Harku-Järve küla ja Harku alevik ning naistevangla. Järve valglale ehitati Ranna sovhoosi kanafarmid. Samal ajal võeti Tallinna juurviljaga varustamiseks kasutusele Harku järve ümbruse põllud, viimaste intensiivne väetamine põhjustas hajureostuse märkimisväärset suurenemist. 1980-ndate aastateks olid põhjasetted järve juhitud reostuse tõttu fosforiga juba üleküllastunud ja algas fosfori vabanemine setetest vette. Järvesetete ränivetikate koosluses kajastub ka Harku järve tervendamise eesmärgil läbiviidud biomanipulatsiooni projekti mõju, mille käigus 1993–94. a püüti veekogust eemaldada suurem osa lepiskaladest. Vähenes eutroofsete planktiliste ränivetikate akumulatsioon ja arvukus ning ränivetikatest tuletatud järvevee üldfosfor langes alla 70 µg l<sup>-1</sup>. Biomanipulatsiooni efekt jäi aga väga lühiajaliseks. Viimastel aastatel on Harku järve seisund setteanalüüsi andmetel veelgi halvenenud.<sup>(4)</sup>

### 4.3 Sademete seire ülevaade

Riikliku sademete seire programmi raames mõõdetakse järgmisi parameetreid: sademete hulk, pH, elektrijuhtivus, leelisus, SO<sub>4</sub>-S, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, Cl, Ca, Mg, Na, K, Cd, Cu, Pb ja Zn. Saastetasemete analüüs näitab, et sademed on happelisemad Lõuna-Eestis ja aluselised Põhja-Eestis. Lokaalsed allikad domineerivad Kirde-Eestis ja Tallinna ümbruses. Niisuguseid seirejaamasid, kus riikliku seireprogrammi raames ühtset metoodikat kasutades uuritakse sademete keemilist koostist, on Eestis 19 (Joonis 5). Rahvusvaheliste koostööprogrammide raames saab eristada veel mitmeid seirejaamu: EMEP - õhusaaste kaugkande mõõtmise ja hindamine Euroopas, kompleksseire (ICP IM), metsade seire (ICP Forests) ja kohaliku tähtsusega seirejaamasid. Kuid olenemata seireprogrammi nimetusest on sademete seire eesmärgiks koguda informatsiooni erinevatele Eesti piirkondadele langeva saastekoormuse kohta. Saadud tulemuste alusel on võimalik hinnata taimede saagikust, mullaviljakuse muutusi ja ka otseselt inimtegevusest puutumata ökosüsteemides aset leidvaid muutusi. Sademete seire tulemused annavad olulise panuse inimõjude hindamiseks nii loodusele kui

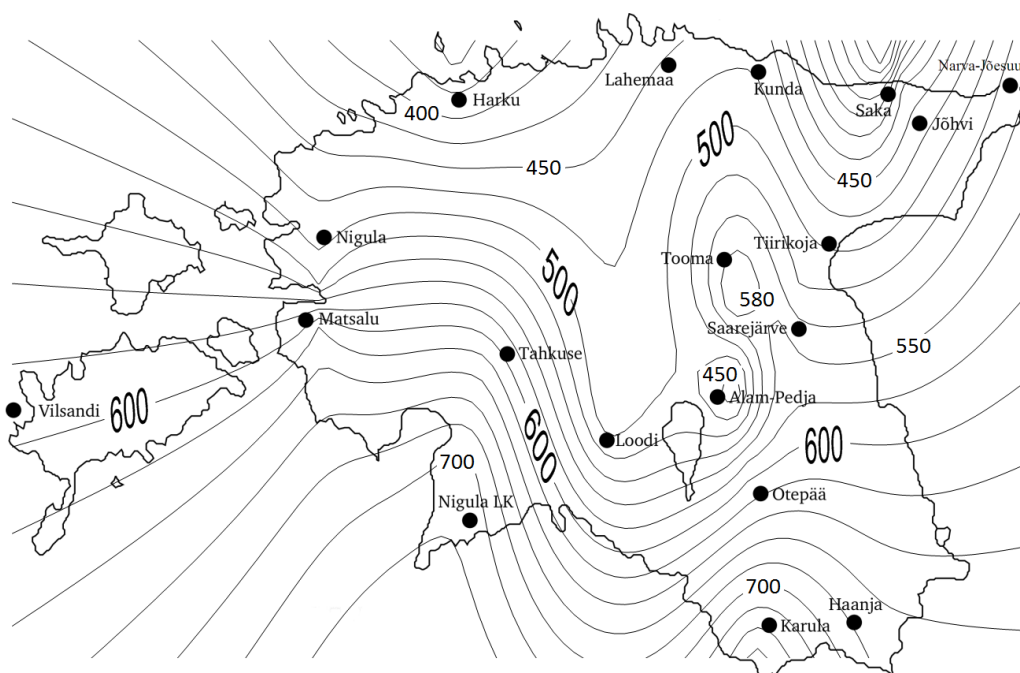
meie tehiskeskkonnas kasutatavatele materjalidele, võimaldades seega prognoosida nii loodus- kui tehiskeskkonnas aset leidvaid muutusi.<sup>(9)</sup>

Harku järv asub ühes Eesti tihedamalt asustatud piirkonnas, kus inimõju on väga oluline faktor. Seega on oluline teada sademetest lähtuvat reostuskoormust ja prognoosida selle mõju järve ökoloogilisele seisundile. Harku järvele lähim seirejaam asub kõigest umbes 1,5 kilomeetri kaugusel Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi Aeroloogiajaamas (59°23'52''; 24°36'09'').

Sadevees sisalduvate ionide koguhulka iseloomustab kõige üldisemalt lahuse elektrijuhtivus. Mida väiksem on kuu jooksul sadanud sademete (vihm, lumi jne) hulk, seda suurem on selles lahustunud lisainete kontsentratsioon (sademete hulk 2013 aastal vt joonis 6). 2013. aastal mõõdeti sademete seirejaamade andmete põhjal suurim keskmine elektrijuhtivus märtsis (47,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Keskmist tulemust suurendas mitmetes jaamades väga vähesel hulgal esinenud sademed. 2013. aasta andmete põhjal mõõdeti aasta kaalutud keskmiseks elektrijuhtivuseks (elektrijuhtivus, mis on sademete kogusega kuude kaupa läbi arvatud) 25,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mis on suurem eelmise, 2012. aasta tulemusest 20,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Elektrijuhtivuse põhjal saab öelda, et enim saastunud sademed 2013. aastal esinesid Kirde-Eestis. Kundas mõõdeti aasta kaalutud keskmiseks elektrijuhtivuseks (42,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Sakas (35,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Loodis (51,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Kõige vähem mõõdeti lisandioonide sisaldusi Lahemaa (8,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Tiirikoja (10,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ja Matsalu (13,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) jaamade sadevee proovidest.<sup>(9)</sup>



**Joonis 5.** Sademete keemia ning kompleksseire jaamad Eestis 2013. aastal <sup>(9)</sup>



**Joonis 6.** Sademete hulgad Eestis 2013. aastal <sup>(9)</sup>

Hapestavateks komponentideks loetakse sademetes sulfaatset väävlit, nitraatset lämmastikku ja kloriide. 2013. aastal jäid kõigi kuude väävli kontsentratsioonid alla 1 mgS/l Vilsandil, Lahemaal, Saarejärvel, Alam-Pedjal, Karulas, Nigulas, Otepääl, Tahkusel ja Matsalus. Aasta keskmiseks SO<sub>4</sub>-S kontsentratsiooniks kõikide sademete jaamade andmete põhjal saadi 0,76

mgS/l. Sisaldused olid suuremad märtsis ja aprillis (vastavalt 1,43 mg/l ja 1,87 mg/l). Novembris oli kõikide jaamade keskmine sulfaatse väävli kontsentratsioon 0,41 mg/l. Saka jaamas sadenes aasta jooksul sademete veega 7,41 kgS/ha, Toomal 3,27 kgS/ha, Loodis 3,27 kgS/ha, Kundas 5,34 kg/ha ja Narva-Jõesuus 4,17 kg/ha. Madalaimad väävli depositsiooni hulgad mõõdeti 2013. aastal Lahemaa (1,13 kgS/ha), Haanja (1,28 kg/ha), Tiirikoja (1,56 kg/ha) ja Harku (1,87 kg/ha) jaamade ümbrusest. (vt tabel 4)

Kloriidiooni aasta kaalutud keskmine kontsentratsioon oli 2013. aastal suurim Narva-Jõesuus (3,02 mgCl/l), järgnesid Loodi (1,93 mg/l), Kunda (1,87 mg/l) ja Vilsandi (1,40 mg/l). Kõige vähem mõõdeti möödunud aasta jooksul kloriidi Lahemaa, Haanja, Lääne-Nigula ja Matsalu jaamade sademetest (vastavalt 0,35 mg/l, 0,59 mg/l, 0,83 mg/l ja 0,94 mg/l). (vt tabel 4)

2013. aastal mõõdeti aasta kaalutud keskmiseks nitraatlämmastiku kontsentratsiooniks 1,02 mgN/l Narva-Jõesuu jaamas. Rohkesti sisaldasid nitraatlämmastikku ka Alam-Pedja (0,82 mg/l), Kunda (0,72 mg/l) ja Loodi sademed (0,60 mg/l). NO<sub>3</sub>-N madalaimad aasta kaalutud keskmised kontsentratsioonid saadi Tiirikoja jaamast (0,24 mg/l) ja Lahemaalt (0,26 mg/l). Kõikide jaamade tulemuste põhjal arvutati 2013. aasta kaalutud keskmiseks nitraatlämmastiku sisalduseks 0,46 mgN/l. (vt tabel 4)

Ammooniumlämmastikku deponeerus kõige suuremal hulgal Loodil (19,24 kgN/ha), samuti ka Karulas (4,85 kg/ha) ja Lääne-Nigulas (3,72 kg/ha). Väikseimad sadenenud kogused saadi Kunda (0,30 kg/ha), Harku (0,95 kg/ha) ja Lahemaa (0,96 kg/ha) andmete põhjal. Eeldusel, et kogu sadenenud ja omastamata NH<sub>x</sub> oksüdeeritakse, võib ka ammooniumiooni käsitleda kui potentsiaalset keskkonna hapestajat. Keskkonda hapestava mõju kõrval on lämmastiku kui limiteeriva toiteelemendi liigse depositsiooni tagajärjeks ka eutrofeerumine. Suurimad mineraalse lämmastiku (NH<sub>4</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N) depositsioonihulgad mõõdeti Loodi jaamas (22,14 kgN/ha). Järgnesid Karula (8,33 kg/ha) ja Alam-Pedja (6,16 kg/ha). Keskmiselt sadenes 2013. aasta jooksul sademete seirejaamade mõõtmistulemuste põhjal mineraalset lämmastikku 5,39 kg/ha (2012. aastal 5,37 kg/ha). Kõige väiksemates kogustes deponeerus mineraalset lämmastikku sademetega Lahemaa, Harku ja Tiirikoja jaamade ümbruses (vastavalt 2,12 kg/ha, 2,28 kg/ha ja 2,28 kg/ha). (vt tabel 4)

**Tabel 4. Saasteainete kontsentratsioonid Harku sademete seirejaamas 2013.a.<sup>(9)</sup>**

<b>HARKU</b>	<b>Hulk mm</b>	<b>pH</b>	<b>NH<sub>4</sub>-N mg/l</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N mg/l</b>	<b>Cl mg/l</b>	<b>SO<sub>4</sub>-S mg/l</b>
<b>2013</b>	<b>374,7</b>	<b>5,52</b>	<b>0,25</b>	<b>0,36</b>	<b>1,06</b>	<b>0,50</b>

Looduslike sademete happesuse hindamisel võetakse kriteeriumiks, et normaalse happesusega sademetel on pH=5,6-6,1. 2013. aasta kaalutud keskmiseks sademete happesuseks mõõdeti pH 5,63. Sademed olid happelisemad talvekuudel (jaanuaris pH 5,15, novembris pH 5,27, detsembris pH 5,34) ja normaalse happesusega suvekuudel (aprillis pH 5,97, juunis pH 5,92, juulis pH 5,86).<sup>(9)</sup>

Sademete seirel määratakse kõikide jaamade sademete proovidest Cd, Cu, Pb ja Zn sisaldust. Harkus, Kundas, Jõhvis, Narva-Jõesuus, Lahemaal, Alam-Pedjal, Haanjas, Karulas, Loodil, Nigulas, Otepääl ja Tahkusel määratakse lisaks ka Hg kontsentratsioone. (vt tabel 5)

**Tabel 5. Kaadmiumi, vase, plii ja tsingi ja elavhõbeda 2013.aasta kaalutud keskmised kontsentratsioonid (µg/l).<sup>(9)</sup>**

<b>Jaam</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Hg</b>
<b>Harku</b>	<b>0,02</b>	<b>1,53</b>	<b>0,13</b>	<b>10,07</b>	<b>&lt;0,015</b>

Sademete seire andmetest võib järeldada, et saastekoormused Eestis on vähenenud. Kuna emissioonide oluline piiramine Euroopas algas 80-ndatel ja suuremad majanduslikud muutused Eestis leidsid aset 90-ndate alguses, siis on trendid selgemini eristatavad pikema andmerekaga seirejaamades, s.t. valdavalt Põhja- ja Kirde-Eestis. Samas kahandab paremate puhastusseadmete kasutuselevõtt tahkete osakeste emissioone, mistõttu on märgata nt. Kunda, Jõhvi, Lahemaa, Matsalu aga ka Tiirikoja, Harku ja Karula sademete muutumist happelisemateks. Enamike saasteainete kontsentratsioonid on suuremal hulgal vähenenud seire alguse aastast (1994) kuni 1990-ndate lõpuni, olles peale 2000. aastat mitmeid kordi madalamal tasemel. Kõige paremini ilmnevad muutused pikema aegrega jaamades, näiteks Kundas aga ka Jõhvis, Toomal ja Harkus.<sup>(9)</sup>

Tallinna sademevee strateegia aastani 2030 <sup>(23)</sup> järgi juhitakse järveäärse elamurajooni katuste sademevesi Harku järve. Ka Astangu piirkonna sademeveed on plaanitud juhtida kraavide, Järveotsa oja ja biolodu kaudu Harku järve. Probleemideks on seejuures nimetatud Harku järve väiksus ja kehv veevahetus, samuti oht järve rekreatiivsele väärtusele; lisaks valglalt Harku ojja suunatavale sademeveele mõjutavad järve veekvaliteeti Harku karjääri ja aiandi sademevesi; järve on akumulbeerunud Õismäe pumbajaamast selle töötamise esimestel aastatel sinna sademe- ja reoveega pumbatud reostus. Strateegia näeb ette:

- 1) Sademevee juhtimiseks koostada Harku järve terviklik sademevee kontseptsioon
- 2) Vähendada Harku järve suunatava Järveotsa ja Harku oja sademevee reostuskoormust lokaalsete meetmete ja järve äärde plaanitud lodu kasutuselevõttuga
- 3) Järve seisundi parandamiseks korraldada järve saneerimine. <sup>(23)</sup>

Strateegia näeb ette koostöö arendamist Harku vallaga Harku järve suunduva Harku oja veekvaliteedi kontrolliks ja vajadusel selle parandamiseks, et tagada Harku järve senisest parem seisund järgmise veemajanduskavade aruandeperioodi (2016-2021) lõpuks.

#### **4.4 Ökosüsteemiteenused ja huvigrupid**

Inimene on looduse hüvedest osa saanud kogu inimajaloo vältel. Puhas õhk ja vesi, taimi tolmeldavad putukad, söödavad viljad, kalad, ulukid, puit, maavarad ja nõnda edasi: kõik need on inimese eluks vajalikud hüved, mida märgatakse alles siis, kui neid enam pole või nende kvaliteet on halvenenud. Ökosüsteemiteenused ongi hiljuti loodud termin, mis võtab kokku looduse hüved, mida inimene tarbib. Aastatel 2001–2005, mil üle 1300 teadlase osales milleeniumi ökosüsteemide hindamise aruande (Millennium Ecosystem Assessment) koostamisel, kirjeldati ökosüsteemide seisundit ning nende poolt osutatavaid teenuseid. Aruande koostamise käigus loodi teaduslik alus ökosüsteemiteenuste klassifitseerimiseks ja seeläbi nende tõhusamaks kaitseks. Milleeniumi ökosüsteemide hindamise aruande kohaselt on ökosüsteemiteenused väga mitmesugused keskkonnakaitselised, sotsiaalsed ja majanduslikud hüved, mida ökosüsteemid inimkonnale pakuvad. <sup>(10)</sup>

Kuigi ökosüsteemiteenuste mõistet defineerivad teadlased mitmeti, on ökosüsteemiteenuste kontseptsioonile iseloomulik inimkeskne maailmavaade ning ökosüsteemiteenustest räägitakse ainult seoses inimeste vajadustega, väärtushinnangutega ja heaoluga.

Ökosüsteemiteenusteks on näiteks toit, joogivesi, tolmeldamine, geneetiline ressurss,

haigustekitajate ohjamine ning looduse esteetiline väärtus, aga ka mõnevõrra vähem teadvustatud hüved nagu mullateke, kahjuritõrje osutamine paljude erinevate loomarühmade poolt, veekogude isepuhastusvõime, kliima reguleerimine taimede ja ookeanide poolt ja toiteainete ringlus, regulatsioonimehhanismid, mille abil loodus ise reguleerib loomade, putukate ja muude organismide populatsioone jpm. Need kõik teenused on kas asendamatud tehislake alternatiivide poolt või osutuvad tehislake alternatiivid äärmiselt kulukaks. Ökosüsteemiteenuste suurt majanduslikku väärtust hoomatakse tihti alles siis, kui loodus lõpetab tasuta teenuse osutamise ning inimene peab selle töö üle võtma.<sup>(10)</sup>

Kuna inimese heaolu ei sõltu ainult materiaaletest asjadest, vaid ka tervisest ja puhtast elukeskkonnast, headest sotsiaalsetest suhetest, turvatundest, samuti vabadusest iseseisvalt valikuid teha ja tegutseda, jagunevad ökosüsteemiteenused väga mitmeteks hüvedeks, mis toetavad inimkonna heaolu. Milleeniumi ökosüsteemide hindamise aruanne<sup>(11)</sup> jagab ökosüsteemiteenused nelja rühma:

1. Abiootilised teenused (*supporting services*) – teenused nagu aineringe, mullateke, fotosüntees, elupaigad;
2. Reguleerivad ja säilitavad teenused (*regulating services*) – teenused, mis mõjutavad kliimat, vee-, õhu- ja mullakvaliteeti, veevarusid, ülejutusi, samuti tolmeldamine;
3. Varustavad teenused (*provisioning services*) – teenused, mida inimene saab ökosüsteemilt näiteks toidu, vee, puidu jm materjalidena;
4. Kultuurilised teenused (*cultural services*) – teenused, millega loodus pakub esteetilist ja vaimset naudingut, on lõõgastumise kohaks ja uute teaduslike teadmiste allikaks.

### **Harku järve ökosüsteemiteenuseid tarbivad huvigrupid**

Harku järvega on läbi biosfääri ning lokaalsete ökosüsteemide seotud väga suur hulk mitmesuguseid ökosüsteemiteenuseid, kuid tasub eraldi grupina vaadata neid, mis on otseselt seotud Harku järve survetegurite ning järve seisundit parandavate meetmetega. Selle järvega seotud ökosüsteemiteenuseid tarbivad mitmesugused huvigrupid:

- Kalamehed saavad aastaringselt püüda järvest kalu;
- Kohalikud elanikud ja mujalt saabunud puhkajad saavad kasutada võimalust vee ääres puhata, sportida ja vaba aega veeta;
- Vahetult järve läheduses elavad inimesed hindavad esteetilist looduslikku vaadet;

- Veespordi harrastajad (veemoto, veelaud) saavad kasutada järve vaba aja veetmiseks ja treeningute tegemiseks. Lisaks on korraldatud järvel ka rahvusvahelisi võistlusi;
- Järv on lähipiirkonna kontekstis tuletõrje veevõtukohaks;
- Elupaikade säilimine: Harku järv on kudealaks ja pesitsuspaigaks paljudele kala- ja linnuliikidele, mõjutades sellega ka oluliselt kaugemate piirkondade liigilist mitmekesisust ja kaugemaid populatsioone/ökosüsteeme;
- Harku järvega-rannaga-huvitegevusega on seotud mitmed töökohad, mis sõltuvad ökosüsteemi funktsioneerimisest.
- Järve setted on potentsiaalne varu (toiteaineterikas mullaparandaja)
- Võimalused loodusõppeks ja teadustegevuseks
- Inspiratsiooniallikas

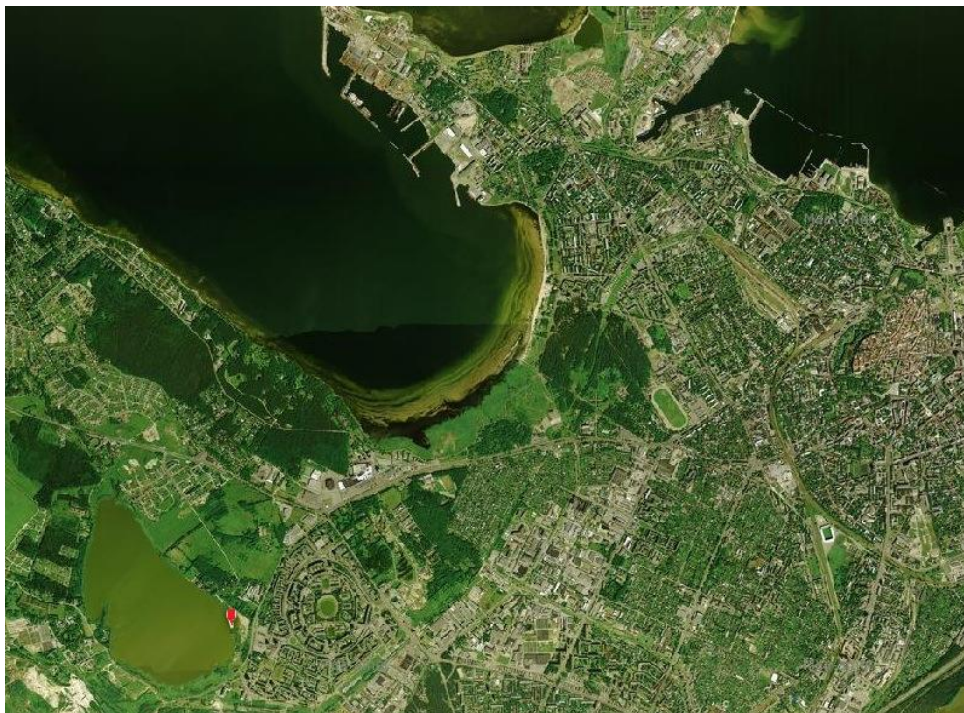
Kõigi nende teenuste kvaliteet kannatab, kui ei leevendata järve seisundit kahjustavate survetegurite negatiivset mõju. Lähtuvalt ökosüsteemiteenuste kontseptsioonist on see inimese kui tarbija poolne huvi, et vastavad teenused säiliks, kuna reeglina on tegemist asendamatute või raskesti asendatavate hüvedega, mille väärtus sõltub veekogu morfomeetriast, öko- ja keemilisest seisundist.



## 4.5 Külastuskoormus ja rekreatsiooniline taluvus

### 4.5.1 Harku supelrand ja selle külastuskoormus

Harku järv on populaarne puhkepiirkond. Seda kasutavad suplejad, purjetajad, veemotosportlased (kiirpaadid veelaud) ja kalapüügi huvilised. Harku järve supluskoha rannajoone pikkus on ca 420 meetrit, kuid laius suhteliselt kitsas, umbes 50-60 meetrit (vt foto 1). Supluskoha maksimaalne sügavus on 2,5 meetrit, keskmine sügavus 1,6 meetrit. Rand on liivane. Supelranda moodustav liivakeha koosneb peeneteralisest liivast. Ranna-ala läheb üle haljasalaks. Rannas on rannavalve ja osutatakse esmaabi. Suplejate informeerimiseks on vetelpäästehoone seinal infotahvlid vajaliku infoga (vee temperatuur ja kvaliteet, õhu temperatuur, esmaabi jm).<sup>(3)</sup>



*Foto 1. Supluskoht Harku järve ääres, tähistatud punase täpiga<sup>(3)</sup>*

Supelranna külastuskoormuse kohta täpsem andmestik puudub, kuid päiksepaisteliste ja soojade ilmade korral võib korraga rannas olla kuni 800 inimest. Tipphooajal on keskmiselt hinnatav suurim päevane külastavate inimeste arv 500-800. Supelrand on periooditi ülekoormatud. Rannas on olemas riietuskabiinid, seljatoega pingid ja pallimänguväljakud. Rannas on töökorras dušš ja paigaldatud on 4 moodultualetti. Autoga ei ole lubatud randa sõita, tasuta valveta parkimisplatsid asuvad ligikaudu 100 meetri kaugusel veepiirist. Suplemiseks ja ujumiseks kasutatav veekoguosa on tähistatud poidega. Veesõidukite

kasutamine supluskohas ei ole lubatud (v.a. teenistusülesandeid täitvad, nt vetelpääste). Rannas ei ole lubatud viibida koos lemmikloomadega. Rannas on korraldatud jäätmekäitlus. Prügi tarvis on 14 x 120 liitrist prügikasti ja 2 prügikonteinerit (1 x 3 tonni ja 1 x 5 tonni). Prügikaste- ja konteinereid tühjendatakse regulaarselt.<sup>(3)</sup>

#### 4.5.2 Suplusvee kvaliteet

Harku järve suplusvee kvaliteet on enamasti hea. Suplusvee kvaliteeti kontrollitakse regulaarselt kogu suplushooaja vältel. Aastatel 2006–2010 on proove võetud 47 korral. Aastatel 2006 ja 2007 võeti proove iga kahe nädala tagant, alates 2008. aastast vähemalt üks kord kuus. Kuni 2007. aastani uuriti suplusvees mikrobioloogilistest näitajatest coli-laadsete ja fekaalsete coli-laadsete bakterite sisaldust, alates 2008. aastast uuritakse suplusvees soole enterokokkide ja Escherichia coli sisaldust. 2006. aastal võetud proovid vastasid kõik määratud näitajate osas nii Vabariigi Valitsuse määrusele nr 74 „Tervisekaitsenõuded supelrannale“ nõuetele, kui ka suplusvee direktiivi 76/160/EMÜ rangematele soovituslikele nõuetele ning suplusvee kvaliteet klassifitseerus seega väga heaks. Fekaalsed coli-laadsed ületasid 2007. a ühel korral natuke normi, mil väärtuseks mõõdeti 2040 PMÜ/100ml (norm 2000 PMÜ/100ml). Füüsikalistest-keemilistest näitajatest on 2006. ja 2007. aastal sageli hälbinud normist pH ja lahustunud hapniku sisaldus, samuti on olnud vee läbipaistvus lubatust väiksem. Samas on olnud veepind puhas, ei ole esinenud mineraalõlisid, fenoole ega pindaktiivseid aineid. 2008. a ja 2009. a jooksul võetud proovid vastasid kõik määratud näitajate osas määruse nõuetele. 2010. a võeti 7 proovi, millest ühes augustikuu esmaspäeval võetud proovis ei vastanud määruse nõuetele nii soole enterokokkide kui E.coli sisaldus. Samas normide ületused ei olnud suured. Veekvaliteedi halvenemise võisid põhjustada mitmed tegurid. Näiteks oli nädalavahetusel üsna soe vahelduva pilvisusega, tuuline ja kohati äikesevihmadega ilm, samuti toimusid järvel veemoto võistlused (Eesti Meistrivõistluste 3.etapp veemotos). Nii ilus ilm kui võistlused meelitasid randa hulga inimesi. Nädala pärast võetud asendusproov näitas veekvaliteedi paranemist, kuigi soole enterokokkide sisaldus oli veidike üle normi. Aastatel 2007-2010 oli suplusvesi vastavalt suplusvee direktiivi 76/160/EMÜ kui ka uue suplusvee direktiivi 2006/7/EC klassifitseerimisele hea kvaliteediga, vastates direktiivi kohustuslikele nõuetele.<sup>(3)</sup>

Harku järve supelrannas on sinivetikate vohamise korral tervisehäirete tekkimise oht nende toksiinidest. Potentsiaalselt toksilisi vetikaid esineb iga-aastaselt suplushooaja jooksul vähemalt korra, peamiselt juulis või augustis. 2010. aasta suvel esines tsüanobakterite potentsiaalselt toksilistest liikidest *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *Anabaena* spp. Sinivetikate puhangut soodustab madal lämmastiku ja fosfori suhe vees, mis annab neile konkurentsivõime teiste vetikatega eelise. Ka lämmastikuühendite vähesus vees sinivetikate kasvu ei piira, kuna paljud neist on võimelised siduma õhulämmastikku. Vee läbipaistvus on üks väiksemaid Eesti veekogudes – ainult 20 cm. Toiteainerikast järvemuda leidub 2-3 m ulatuses ning veekogusse satub inimasustuse mõjul rohkelt toiteainerikast vett, mistõttu järve seisund järjest halveneb. Sellest tulenevalt võivad õitsengud muutuda veelgi sagedasemaks. Sinivetikate arengut soodustab veelgi madal lämmastiku ja fosfori massisuhe.

Harku rannas jälgitakse suplushooaja jooksul regulaarselt veepinna puhtust. Tsüanobakterite poolt põhjustatud õitsegu tuvastamisel teavitatakse sellest Haabersti linnaosavalitsust, asukohajärgset keskkonnajärelevalveasutust ning Terviseametit. Seejärel võetakse kontrollproovid vetikaliikide ja koguse määramiseks, mis edastatakse uurimiseks laborisse. Haabersti linnaosavalitsusel on nõue panna veeproovide tulemuste selgumiseni välja teave, et suplemine pole soovitatav. Analüüsi tulemustest teavitatakse Haabersti linnaosavalitsust ja Terviseametit. Avalikkust teavitatakse ka Terviseameti kodulehe ja meedia kaudu. Otsus suplusvee edasise kasutamise kohta tehakse peale uurimistulemuste selgumist.<sup>(3)</sup>

Halvasti mõjuvad järvevee kvaliteedile tavaliselt ka järvel korraldatavad üritused, kus sõidetakse vee mootorsõidukitega, põhjuseks setete segamine. (vt foto 2)



**Foto 2.** Kiirpaatide MM-etapp Harku järvel ©Andres Putting (<http://pilt.delfi.ee/album/133899/?page=1>)<sup>(3)</sup>

#### 4.5.3 Rekreatsiooniline taluvus

Harku järve kohta pole eraldi läbi viidud rekreatsioonilise taluvuse uuringut.

Küll aga tegi TA ZBI Võrtsjärve limnoloogiajaam 1993. aastal rekreatsioonilise taluvuse uuringu selgitamiseks puhkajate ja allveesportlaste võimalikku mõju Viitna Pikkjärve ökoloogilisele seisundile ja vee elustikule. Mitmesuguste mõõtmiste ja laborikatsete tulemusena leiti, et inimese keha pinnalt eritub vees olles (kare vesi, 22°C) keskmiselt 140 mg lämmastikku ning 1,4 mg fosforit<sup>(12)</sup>. Samasid laborikatsete tulemusi saame me üle kanda ka Harku järve konteksti. Kuna keskmiselt on Harku supelranna külastatavus soojadel suvepäevadel 500 inimest päevas, siis saame suplejate rekreatsiooniliseks koormuseks 70 grammi lämmastikku päevas ja 0,7 grammi fosforit päevas. Kuna hooajaline külastatavus on teadmata, siis hinnanguid aastase suplejate poolt tekitatava reostuskoormuse kohta on raske anda. Lisaks on Harku järvel veel oluline rekreatsioonilise tekkega reostuskoormuse allikas – veemotosport. Järvel vaba aega veetvad või treeninguid pidavad veemotosportlased annavad samuti oma osa reostuskoormusele. Veesõidukid tekitavad laineid, mille tulemusel hakkab järve pealmine mudakiht liikuma ja sellest vabanevad vette toiteained. Ilma spetsiaalse uuringuta on raske anda hinnangut selle tegevuse poolt tekitatud reostuskoormuse suurusele. Paadisõidu ja veemoto poolt tekitatud turbulentsi mõju toiteainete vabastajatena vajab edaspidist täpsemat uurimist.

## 5. Kliimamuutuste mõju järvede tervendamise kontekstis

Viimastel aastatel on ühe rohkem kerkinud päevakorraale võimalus, et globaalne kliimasoojenemine võib võimendada ranniku ning mageveekogude eutrofeerumisega seotud probleeme. Kliimasoojenemine intensiivistab eutrofeerumist mageveekogudes ja võimalik et viimane omakorda soodustab esimest, kuigi sellele on vähem selgeid tõendeid. Sellest seosest tulenevalt peame me tulevikus vee kvaliteedi hetketaseme säilimiseks ja parandamiseks intensiivistama kontrolli toiteainete sissevoolu üle. Kliimasoojenemisega kaasnevad muutused - tugevamad tormid, sademete hulga muutused ja pinnase soojenemine – suurendavad difuusset toiteainete sissevoolu. Suurenenud toiteainete sissevool ja kõrgemad temperatuurid suurendavad eutrofeerumise mõju.

Eutrofeerumist iseloomustavad protsessid nagu tsüanobakterite domineerimine, ujuvate taimede ülekaal ja võimalik, et kogu veealuse taimestiku kadumine, toimuvad kõrge temperatuuride juures madalamal toiteainete sisalduse tasemel. Suvised kaladele eluohtlikud hapnikupuuduse perioodid pikenevad veelgi kui nii temperatuur kui toiteainete sissevool suurenevad. Kõrgema temperatuuri juures suureneb valgla pinnase mineralisatsioon, mis omakorda suurendab toiteainete sissevoolu veekogusse. Samuti põhjustab kõrgem temperatuur järve setete pinnal hapnikupuudust, mille tulemusel vabaneb rohkem toiteained.<sup>(17)</sup>

Lisaks seostatakse kliimasoojenemise ja kõrgemate temperatuuridega globaalset sademete vähenemist (Eesti aladel vastupidiselt sademete hulga suurenemist), põuda ning lühikesi kuid tugevaid torme, mis suurendavad pinnase erosiooni ja sellega ka toiteainete sissevoolu. Sellest tulenevalt toimub järvede veetaseme langedes toiteainete kontsentratsiooni suurenemine; paljastuvatest setetest vabaneb lisaks toiteained ja tekivad soodsamad tingimused sinivetikate vohamiseks.

Kliimasoojenemist kui keskkonnafaktorit ei arvestatud veemajanduskavade eelnenud perioodil, seda ei ole arvesse võetud ka Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivis. Uuel veemajanduskavade perioodil on see juba liikmesriikidele kohustuslik käsitleda. Olukorras, kus vee kvaliteedi parandamine on seotud kindlaksmääratud Euroopa Liidu standarditega (kvaliteedikriteeriumid, mille alusel määratakse järvede seisundit), võib temperatuur koostöös toiteainete sissevooluga muuta selle eesmärgi raskesti saavutatavaks või hoopiski

vääraks. Me kas ei suuda kliimasoojenemise tõttu eesmärke (heas seisukorras veekogusid) saavutada, või kui suudamegi veekogude kvaliteedi nõutud näitajateni viia, siis ei pruugi kiimasoojenemise mõjul olla see tegelikult hea tase.

Lisainformatsiooni käesoleva teema kohta leiab Keskkonnaministeeriumi tellitud kirjanduse ülevaate aruandest: Nõges, P., *et al.*, 2012, „Kliimamuutuse mõju veeökosüsteemidele ning põhjaveele Eestis ja sellest tulenevad veeseireprogrammi võimalikud arengusuunad“; saadaval veebipõhiselt:

[http://www.envir.ee/sites/default/files/kliimamuutustemojuveele\\_eestis.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/kliimamuutustemojuveele_eestis.pdf)

## 6. Järvele mõjuvad survetegurid ja koormused

### 6.1. Ülevaade vesikonda mõjutavast koormusest, mida inimtegevus avaldab pinna- ja põhjaveele

Koormuste kindlakstegemisel ning nende mõju hindamisel lähtutakse Euroopa Komisjoni juhendis esitatud soovituslikust loetelust koormuste kohta. Loetelu koormustest, mille avaldumist iga veekogumi puhul uuritakse, on esitatud järgneval Keskkonnaministeeriumi veebiaadressil: [http://www.envir.ee/sites/default/files/koormuste\\_loetelu.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/koormuste_loetelu.pdf). Loetelu koostamise aluseks on Euroopa Komisjoni algatusel koostatud veepoliitika raamdirektiivi rakendamise juhendis esitatud näidisnimekiri potentsiaalsetest koormusallikatest.

Inimene mõjutab järvesid nii pinnavee kui põhjavee kaudu ja seda nii punktkoormuse kui hajukoormuse vahendusel. Lisanduvad vee ja veekogude kasutusest ja muutmisest tulenevad koormusallikad. Inimtegevuse tulemusena järvedele avalduvate tähtsaimate koormuste loetelu, mis on olulised tervendamiskava saavate järvede kontekstis, on välja toodud allpool:

#### 1. Punktkoormus pinnaveele tuleneb:

- 1) reoveepuhastist;
- 2) sademevee ülevoolust;
- 3) keskkonna kompleksloa alusel tegutsevast käitisest;
- 4) muust käitisest, välja arvatud keskkonnakompleksloa alusel tegutsevast käitisest;
- 5) muust punktkoormusest, näiteks väikeasulast või väikeselt reoveekogumisalalt, mis võib põhjustada olulist mõju pinnavee seisundile.

#### 2. Punktkoormus põhjaveele tuleneb:

- 1) lekkest reostunud pinnasega alalt;
- 2) lekkest jäätmekäitlusega seotud kohast, näiteks prügilast või põllumajandusjäätmete ladestuskohast;
- 3) lekkest naftatoodete tootmisega seotud infrastruktuurist;
- 4) kaevandusest ärajuhitavast veest;
- 5) reovee juhtimisest pinnasesse imbkaevu kaudu;
- 6) muust punktkoormusest.

### 3. Hajukoormus pinnaveele tuleneb:

- 1) sademevee ülevoolust, juhul kui koormust ei ole võimalik täpsemate andmete puudumise tõttu punktkoormusena arvestada, või teedelt ja tänavatelt äravoolavast sademeveest;
- 2) põllumajandustegevuse tõttu tekkivast koormusest, sealhulgas leostumisest, erosioonist, liigveest, kuivendussüsteemide kaudu juhitud veest;
- 3) transpordivahenditest ning transpordivahenditega seotud infrastruktuuridest pärinevast koormusest, sealhulgas laevadelt, rongidelt, autodelt, lennukitelt ning nendega seotud, kuid linnapiirkonnast väljaspool asuvatest infrastruktuuridest lähtuvast koormusest;
- 4) mittekasutatavast endisest mahajäetud tööstusalast;
- 5) heidetest olmereovee kogumise või töötlemisega seotud rajatistest piirkonnades, kus puudub reoveekogumissüsteem, näiteks tekivad lekked septikutest jms;
- 6) muust hajukoormusest.

### 4. Hajukoormus põhjaveele tuleneb:

- 1) põllumajandusliku tegevuse tõttu tekkivast koormusest, näiteks väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamisest, loomakasvatusest jms;
- 2) reoveekogumissüsteemidega ühendamata elanikkonnalt;
- 3) maakasutusest linnapiirkonnades.

### 5. Veevõtust tingitud koormus pinnaveele tuleneb veevõtust:

- 1) niisutuse tarbeks põllumajanduses;
- 2) ühisveevärgi veevarustuse tarbeks;
- 3) tootmise tarbeks;
- 4) elektritootmise tarbeks, sealhulgas jahutusveeks;
- 5) kalakasvatuste tarbeks;
- 6) hüdroenergia tootmise tarbeks, kuid mitte jahutusveeks;
- 7) maapealsete kaevanduste tarbeks;
- 8) navigatsiooni tarbeks, näiteks laevatavate veekogude jaoks;
- 9) vee edasikandmiseks eri otstarbel;
- 10) muuks tarbeks.

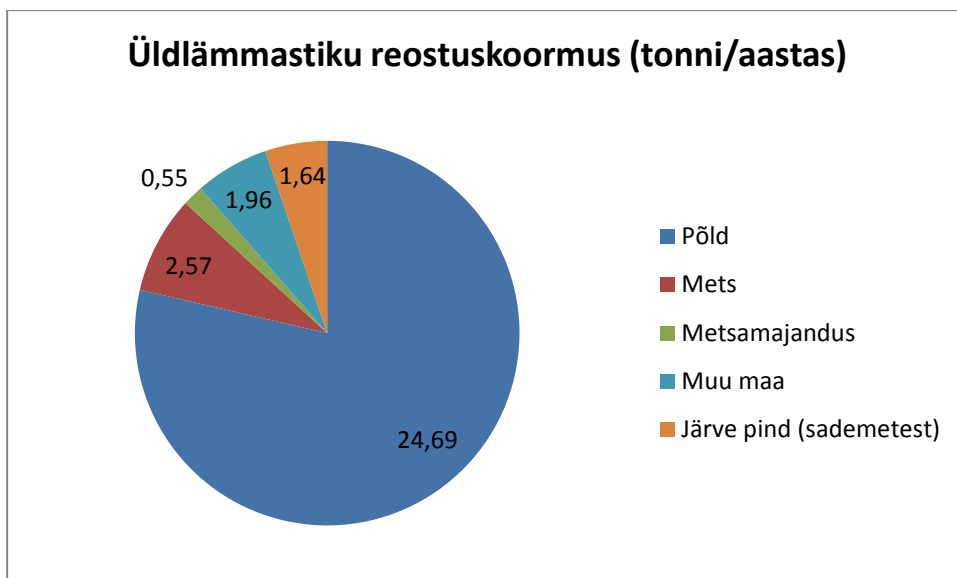


6. Veevõttust tingitud koormus põhjaveele tuleneb veevõttust:

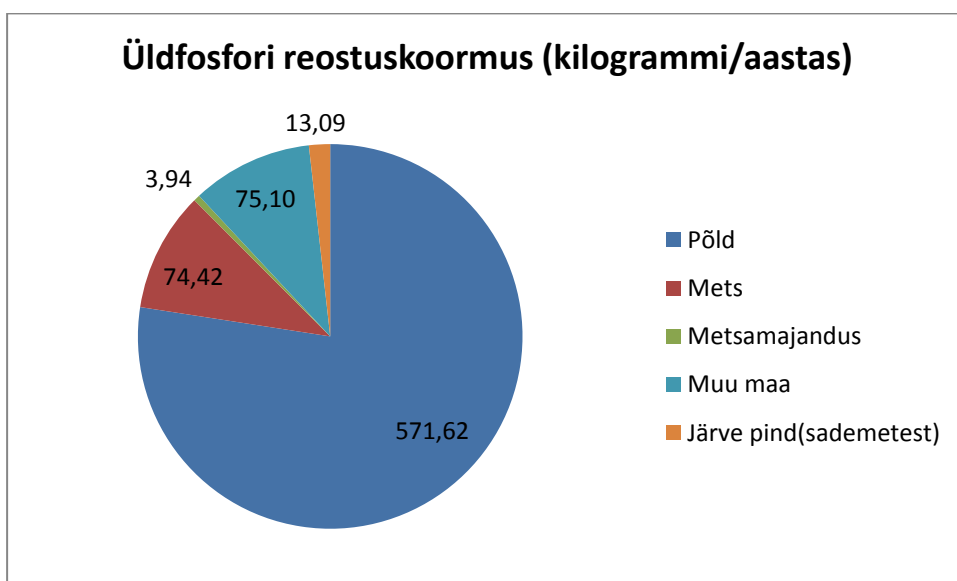
- 1) põllumajanduse tarbeks;
- 2) ühisveevärgi veevarustuse tarbeks;
- 3) tööstuse tarbeks käitistele, sealhulgas keskkonnakompleksloa alusel tegutsevatele käitistele ja muudele käitistele;
- 4) maapealsete kaevanduste tarbeks;
- 5) muuks tarbeks.<sup>(13)</sup>

Paljuski oma asukohast tulenevalt (järv asub väga tiheda asustusega alal, kus on nii elurajoonide kui tööstuse ja põllumajanduse mõjusid) on Harku järv mõjutatud nii punkt- kui ka hajureostusest nii pinna- kui põhjaveele. Vähem on Harku järve puhul mõjutajaks veevõttust tingitud koormused.

Keskkonnaagentuuril on käsil kogu Eesti kohta lämmastiku ja fosfori valglalt ärakande arvutamise mudeli Estmodel7 arendamine. Katsetuste käigus arvestati välja ka Harku järve aastane hinnanguline üld-lämmastiku ja üld-fosfori sissekanne. Aluseks võeti CORINE andmebaasi andmed ning arvutused tehti valglapõhiselt. Mudeli järgi saadi innanguliseks üldlämmastiku koormuseks Harku järvele on 31,40 tonni/aastas (joonis 7) ja üldfosfori puhul 738,18 kilogrammi/aastas (joonis 8). Kuna sisendandmetes võis olla ebatäpsusi, on nende usaldusväärsus madal, näiteks paistab jooniselt, nagu peaks suurim osa koormustest pärinema põldudelt, samas aga Verevi valglal põldusid ei leidu. Täpsemad tulemused peaksid olema võimalikud 2017. aastal.



**Joonis 7.** Harku järve üldlämmastiku reostuskoormus reostusallikate kaupa (Estmodel7, katseversiooni avaldamata andmed, 2015).



**Joonis 8.** Harku järve üldfosfori reostuskoormus reostusallikate kaupa (Estmodel7, katseversiooni avaldamata andmed, 2015).

## 6.2 Harku järve survetegurid ja ohud

### 1. Liigne väliskoormus

Harku järv on viimase saja aasta jooksul läbi teinud kolm erinevat arenguetappi:

- 1) 20. sajandi esimesel poolel oli tegu looduslähedases seisundis madala, kareda- ja selgeveelise järvega, milles olid laialdaselt levinud kõrgemad veetaimed ja kus domineerisid fütobentose ränivetikakooslused;
- 2) 1950-1960ndatel aastatel muutus see veekogu väikese läbipaistvusega rohketoiteliseks fütoplanktoni järveks;
- 3) alates 1970-ndatest muutus Harku järv hüpereutroofseks tugevalt reostunud järveks. 20. sajandi teisel poolel alguse saanud troofsuse tõus ja reostuse suurenemine on seotud inimasustuse ja selles tuleneva reostuskoormuse suurenemisega.<sup>(4)</sup>

Harku järv on jätkuva tugeva koormuse all, mis muudab järve tugevalt reostunuks. Võimalik *punktreostusallikas* on Harku oja, mis on järve peamine sissevoolu allikas. Valglapõhiste uuringute tulemusena on Keskkonnaametile teada, et 80 protsenti toiteainetest jõuab järve just Harku oja kaudu<sup>(3)</sup>.

Harku oja kannab endaga Harku karjäärast tulevat reostunud vett, kandes endaga suuri lämmastiku- ja fosforiühendite sisaldusi. Varasemalt juhitati Harku ojja Harku ja Murru vangla ja Bioloogiainstituudi ning nende lähedal asuvate eramute heitveed minimaalselt puhastatuna, kuid 2005. aastal lülitati Harku aleviku kanalisatsioon Tallinna linna ja Harku aleviku, sh ka vangla ja Bioloogiainstituudi reovesi juhitakse Tallinna Paljassaare puhastisse. Seega varasemalt teada olnud suured reostajad on nüüdseks kanalisatsioonivõrku ühendatud. Harku oja kaudu satub järve ka sadevett, mis olenevalt sadevee hulgast võib olla rohkelt orgaanikarikas.<sup>(3, 15)</sup> Seoses ulatusliku ehitustegevusega ja uute elamurajoonide ehitusega ja suuremate alade katmisega, kas sillutise ja/või asfaltkattega, suureneb sadevee hetkeline äravool, samuti suureneb sadevee reostusaste. Sadevesi juhitakse Harku järve, sellega koos kantakse järve heljumit (tahkeid osakesi), fosforit ja lämmastikku, mis avaldab Harku järvele negatiivset mõju.<sup>(3)</sup>

Info Harku valla kanalisatsioonitrasside ja -kaevude olukorra ning võimalike lekkekohtade osas on puudulik ning tõenäoliselt on tegemist pigem ulatusliku hajureostusega seoses amortiseerunud torustike ja puhastitega. Hetkel toimub kanalisatsioonivõrgustiku uuendamine

Harku valla ÜVK arendamise kava 2013-2024 alusel, mille tulemusena peaks lähiaastatel reostuskoormusest oluliselt vähenema. <sup>(14)</sup> Võimalike lekkekohtade ja reostajate tuvastamiseks tuleks kasuks täiendavate mõõtmiste läbiviimine Harku oja erinevates punktides

*Harku järve hajureostus* võib tulla Tallinna linnast, peamiselt Haabersti linnaosa inimtegevusest. Järve ääres on palju elamuid ja suur asustustihedus. Ohuks on amortiseerunud kanalisatsioonisüsteemid või nende puudumine, mistõttu reovesi võib sattuda järve või järve suubuvatesse ojadesse. Samuti Harku valla asumid, mille hajureostus võib Harku oja vahendusel jõuda järveni.

Tabasalu aleviku, Harku aleviku, Harkujärve, Rannamõisa ja Tiskre küla reoveed suunatakse AS Tallina Vesi Paljassaare reoveepuhastisse. Ilmandu külal on reoveepuhasti (Tuulepesa piirkonnas), mille seisukord on rahuldav ning mille heitvesi suubub Harku oja.

Kanaliseerimata piirkondades toimub väljavedu purgimissüsteemidesse, mis tagavad nõuetekohase reovee vastuvõtmise ja puhastamise vastavalt Harku vallas kehtestatud korrale. AS Tallina Vesi tegevuspiirkonda kuuluvad Tiskre küla, osaliselt Tabasalu aleviku kirdeosa, Harkujärve küla ja Harku alevik. Tiskre küla elanikud on ühendatud Tallinna kanalisatsioonisüsteemiga, torustikud on uued ega vaja rekonstrueerimist. Peaaegu kogu Harkujärve küla on kaetud ühiskanalisatsiooniga, kuid enamus torustikke on vanad.

2012. aasta seisuga <sup>(14)</sup> on Harku alevikus ühiskanalisatsiooniga ühinenud 75%, Tabasalu alevikus 90%, Harkujärve külas 80%, Tiskre külas 91%, ja Rannamõisa külas 56% elanikest. Tabasalu aleviku ja Rannamõisa küla ettevõtete vesi on olmelise iseloomuga ja moodustab 18% reovee kogusest selles piirkonnas. Tiskre ja Harkujärve külates moodustab ettevõtete reovesi 2% reovee kogusest. Harku alevikus moodustab ettevõtete ja asutuste reovesi 46% reovee kogusest. Laabi külas ühiskanalisatsioon puudub. Aastaks 2016 on olukord muutunud, täpsed andmed esitatakse uuendatavas ÜVK arengukavas (info: Ergo Eesmaa, Harku valla veespetsialist; 21.01.2016).

Harku valla ÜVK 2012-2024 kavas välja toodud ühisveevarustuse ja kanalisatsiooniga seotud tehnilised aspektid on järgmised:

- osa vee- ja kanalisatsioonivõrgu peatorudest on amortiseerunud või ületamas oma kasutusiga
- puuduvad osaliselt andmed vee- ja kanalisatsiooni võrgu asukoha, materjalide ja torustike läbimõõtude kohta

- vajalik on vee- ja kanalisatsioonivõrgu laiendamine
- reoveepumplad on osaliselt amortiseerunud
- suured infiltratsioonivee kogused

keskkonnaga seotud aspektid:

- veekaod vanadest veetorustikest
- elamud, kus puudub ühiskanalisatsioon, koguvad reovett kogumismahutitesse. Mahutite seisund on teadmata, mistõttu kujutava need endast potentsiaalset ohtu
- osad olemasolevad kanalisatsioonivõrgud on amortiseerunud, liigvee sissevool torustikesse häirib puhastite töörežiimi
- osadel elanikel puudub võimalus reovee ühiskanalisatsiooni juhtimiseks.<sup>(14)</sup>

Rekonstrueerimist vajab ka olemasolev Harku aleviku kanalisatsioonisüsteem. Olemasoleva ühiskanalisatsioonisüsteemi üks probleemidest on kanalisatsioonitorustike halb seisukord osades asulates, millest on tingitud pinnasevee infiltratsioon kanalisatsioonivõrku ja võimalik reovee filtratsioon pinnasesse ning sellega kaasnev oht põhjaveele. Need on aspektid, mis lubavad arvata, et mõjutatud on ka Harku järv.<sup>(14)</sup>

## 2. Liigne sisekoormus

Aastate jooksul on vee kvaliteet muutunud hõljuvainete, pH, üldlämmastiku ja sulfaatide, vee keemilise hapnikutarbe ( $KHT_{Mn}$ ),  $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ,  $PO_4$ ,  $Cl$ ,  $SO_4$ ,  $Ca$  ja kareduse osas. Mineraalsete biogeensete ühendite ( $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ,  $PO_4$ ) osas toimus 1990ndate lõpus ja 2000ndate aastate alguses märgatav langus. Selle põhjuseks võib olla eelkõige mineraalväetiste tarvitamise vähenemine järve valgla põllumajanduse taandarengu tulemusena. Samas on järve põhjamudasse ladestunud toiteainete varud sedavõrd suured, et mineraalsete biogeenide kontsentratsioonide vähenemisega ei ole kaasnenud üldfosfori ega üldlämmastiku vähenemist. Järv rikastab oma vett ise biogeenidega.<sup>(3)</sup> Varasematel perioodidel järve põhja setetena ladestunud toiteained liiguvad nüüd aineringsse tagasi.

1990ndate alguses tehtud uuringu kohaselt moodustab Harku järve pindmise põhjasetete kihi õhukene umbes 5–25 cm paksune rohekashalli tumeda värvusega ebameeldiva lõhnaga

konsolideerumata lendmuda. Teostatud järvesetete geoloogilise kaardistamise tulemused näitavad, et ligikaudu 145 ha ehk 88% Harku järve põhjast katab järvemuda. Uuritud setetele iseloomulikuks tunnuseks on väga kõrge veesisaldus ja väga väike kuivaine sisaldus, mille tagajärjel on just pindmised setted väga püdelad. Pindmises lendmuda kihis on kuivaine sisaldus alla 5%. Tänu orgaanilise aine kolloidsele struktuurile on järvemuda võimeline endaga siduma suurel hulgal vett, seega, mida suurem on orgaanilise aine hulk järvesetetes, seda suurem on selle veesisaldus. Madalas tuultele avatud veekogus, nagu seda on Harku järv, põhjustab lainetus põhjasetete intensiivset resuspensiooni ja ümbersettimist ning pindmise järvemudakihi konsolideerumatus ja madala kuivaine sisalduse.<sup>(4)</sup> Setete liikumine tuule mõjul põhjustab aga sellest toiteainete vabanemise, põhjustades sellega olulist sisekoormust.

### **3. Puhkemajanduslik surve**

Asukohast tulenevalt on Harku järv tugeva puhkemajandusliku surve all. Lisaks suplejatele ja niisama looduskeskkonda nautivatele kohalikele inimestele on järv populaarne veespordi ja vee-motospordi harrastajate seas. Järvel on peetud ka rahvusvahelisi kiirpaatide võidusõite. Mootor-ujuvvahendiga järvel liikumine paneb aga järve pindmise mudakihi liikuma, intensiivistades sellega toiteainete vabastamist ja suurendades sisekoormuse negatiivset mõju järve ökoloogilisele seisundile. Mõju täpne suurus on hetkel teadmata.

## 7. Meetmed

Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivis püstitatud eesmärkide täitmiseks, survetegurite mõju leevendamiseks, ökosüsteemiteenuste säilimiseks ja järve seisundi halvenemisega kaasnevate ohtude vältimiseks on Harku järvel ja valglal vaja rakendada teatud meetmeid. Lisaks on vaja hoida spetsiifiliste ja prioriteetsete saasteainete koormusi allpool Keskkonnaministri määrusega nr 49 §1 ja 2 kehtestatud piirmäärasid<sup>(18)</sup> ning soovitatav on vältida tegevusi, mille puhul lähtuvalt Veeseaduse §8 kohaselt on nõutav vee erikasutusloa taotlemine:

1. võetakse vett pinnaveekogust, sealhulgas ka jää võtmise korral enam kui 30 m<sup>3</sup>/ööpäevas;
2. võetakse põhjavett rohkem kui 5 m<sup>3</sup> ööpäevas;
3. võetakse mineraalvett;
4. juhitakse heitvett või saasteaineid suublasse, sealhulgas põhjavette;
5. toimub veekogu paisutamine või hüdroenergia kasutamine;
6. toimub veekogu, mille veepeegli pindala on üks hektar või suurem, rajamine, likvideerimine, süvendamine või sellise veekogu põhja pinnase paigaldamine;
7. uputatakse või heidetakse tahkeid aineid veekogusse;
8. toimub põhjavee täiendamine, allalaskmine, ümberjuhtimine või tagasijuhtimine;
9. vee kasutamisel muudetakse vee füüsikalisi või keemilisi või veekogu bioloogilisi omadusi;
10. toimub laeva regulaarne ohtlike ainetega seotud teenindamine või remont ja laeva regulaarne ohtlike ainetega või tuulega lenduvate puistekaupadega lastimine või lossimine;
11. veekogu korrashoiuks kasutatakse kemikaale;
12. kasvatatakse kalu aastase juurdekasvuga rohkem kui üks tonn või kalakasvandusest juhitakse vett suublasse;
13. juhitakse vett suublasse maavara kaevandamise eesmärgil.<sup>(16)</sup>

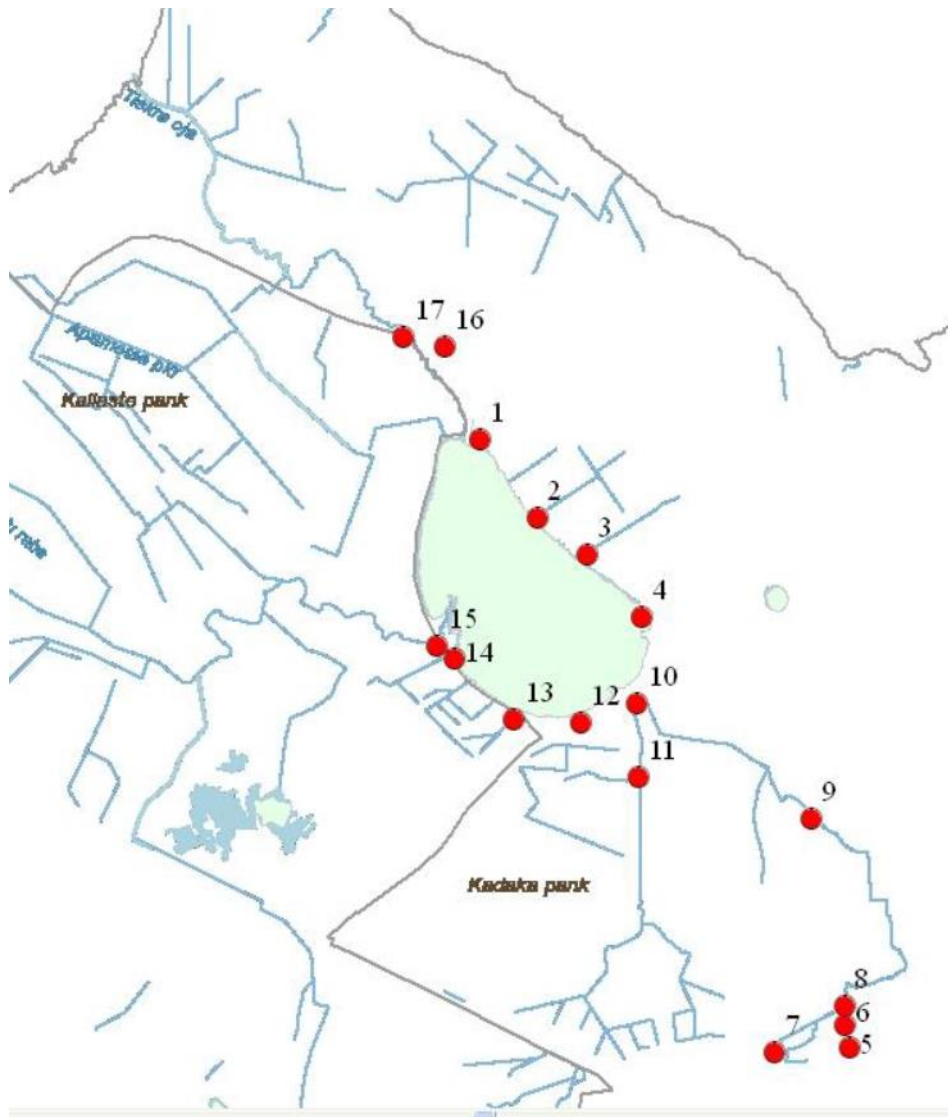
Harku järve puhul on eriti oluline vältida kõiki neid tegevusi, mis võiksid potentsiaalselt suurendada reostuskoormust järvele. Tuleb vältida nii punkt- kui hajukoormuse allikate lisandumist nii pinna- kui põhjaveele, et järve olukord ei halveneks. Vähendada tuleks olemasolevate häiringute mõju – nt veemotospordi negatiivset mõju toiteainerikaste põhjasetete liigutamisele.

2015-2021 perioodi veemajanduskava meetmeprogramm nimetab Harku järve puhul vallapäästvate jõududena tööstusi ja inimarengut ning seab meetmeprogrammi eesmärkideks veekogumiga seotud üldise keskkonnajärelevalve ja hajukoormuse vähendamise sademevee ülevoolust (sh vastav uuring). Täiendav järelevalve õigusaktide nõuete ja vee-erikasutusloa tingimuste täitmise üle (heitvee väljalask) on Keskkonnainspektsiooni ülesanne, sademeveest tuleneva koormuse uuring ja vajalike meetmete täpsustamine kohalike omavalitsuste ülesanne ja oluliste taristuobjektide sademevee nõuetekohase kogumise ja puhastamise lahendamine (setetiigid, liiva- ja õlipüüdurid vm) kohalike omavalitsuste, Maanteeameti ja valduste omanike ülesanne. Aastaks 2021 püstitatud eesmärk on Harku järve kesine seisund. <sup>(27)</sup>

## **7.1 Väliskoormuse seire**

Tallinna Keskkonnaameti ligi 20-aastase ajalooga Harku järve ja valgla veekvaliteedi seire võimaldab hinnata valgla ja Harku järve vee omadustes aja jooksul toimunud muutusi, järve suubuvate ojade ja kraavide poolt kohale kantavaid reoainete hulki ja Harku vallast Harku ojja juhitava sademevee kvaliteeti ja sellega Harku järve juhivat reoainete hulka. Seirepunktide skeem vt joonis 9.



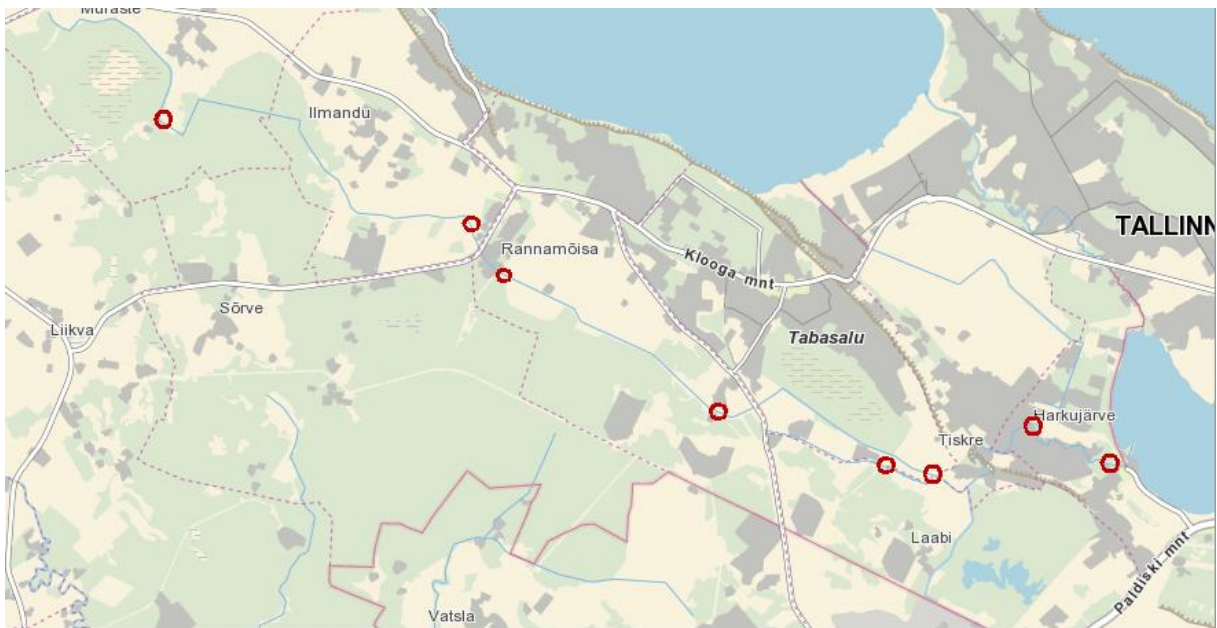


**Joonis 9.** Harku järve valgla Tallinna Keskkonnaameti poolt 2012-2014 teostatud seire proovipunktide asendiplaan. <sup>(22)</sup>

### Harku oja väliskoormuste seire

Varasemad uuringud on kinnitanud põhilise sissetuleva reostuskoormuse allikana Harku oja (fotod nr 3 ja 4). Harku oja (valgla 30,5 km<sup>2</sup>) ulatub oma valgla kaudu kaugele Harku valla territooriumile ning kogub oma veed mitmetest väiksematest sissevooludest. Harku oja valgla jäävad eramajade piirkonnad, aiandid, karjäärid ja kanalad – kui välja tuua vaid osad potentsiaalsetest toiteainete allikatest. Tallinna Keskkonnaameti hinnangul tuleb 85% järve reostuskoormusest Harku vallast. <sup>(25)</sup> Seega on oluline laiendada Harku järve väliskoormuse

seiret piki Harku oja, selgitamaks suuremate reostajate paiknemine valglal – mis omakorda võimaldab edasiste meetmete üksikasjalikumat planeerimist, kas siis asutuste/elamute reoveepuhastite rajamise või märgalade rajamise jmt läbi. Eesti Maaülikooli, Harku vallavalitsuse, Haabersti linnaosavalitsuse ning Keskkonnaministeeriumi esindajate arutelu ja kohalike ametkondade soovitude tulemusena välja valitud seirepunktid on märgitud joonisel (nr 10), vähemalt vee N, P, BHT<sub>5</sub>, KHT<sub>Mn</sub> ja pH tuleks seirepunktides määrata igakuiselt aasta jooksul.



**Joonis 10.** Soovituslike seirepunktide kaart



**Foto 3 ja 4.** Harku oja vahetult enne järve suubumist (Fotod: Randel Kreitsberg).

Ka Tallinna sademevee strateegia aastani 2030 ning Tallinna keskkonnastrateegia aastani 2030 näevad ette koostöö arendamist Harku vallaga Harku järve suunduva Harku oja veekvaliteedi kontrolliks ja vajadusel selle parandamiseks, et paradada Harku järve seisundit järgmise veemajanduskavade aruandeperioodi (2016-2021) lõpuks. <sup>(23, 24)</sup>

## **Haabersti linnaosa sademevee koormuste seire**

Sademevee kaudu siseneb veekogudesse lisaks sademetega kantavatele toiteainetele jt ühenditele (vaata peatükk 4.3, Sademete seire ülevaade) ka tänavasilluliselt kantavaid aineid, sealhulgas keskkonnale toksilisi õlisid ja kütuseid (sisaldavad muuhulgas ka toksilisi polütsüklilisi aromaateid süsivesinikke). Sellepärast on oluline aasta jooksul läbi viia sademevee uuring, selgitamaks Haabersti linnaosa sademete potentsiaalsete koormuste esinemist/mitteesinemist.

## **7.2 Väliskoormuse võimalikult maksimaalne vähendamine**

Järve seisukorra parandamiseks on esmajärjekorras ja nii palju kui vähegi võimalik tarvis vähendada välist reostuskoormust, eeskätt Harku oja kaudu järve jõudvate toiteainete hulka. Oluline roll on kohalikul omavalitsusel, kes peab tagama ühiskanalisatsiooni arendamise olukorrani, kus kogu tiheasustusega piirkond oleks kaetud ja amortiseerunud torustikud vahetatud uute vastu. Harku valla pikaajalised plaanid näevad seda ka ette: Harku ÜVK arengukava (2016. a seisuga uuendamisel) näeb ette, et ajavahemikul 2013-2024 on vaja investeerida ühisveevärgi ja ühiskanalisatsiooni arendamisse 118,6 miljonit eurot. Sellest veevarustuse investeeringuprojektide osakaal on 39% ja kanalisatsiooniprojektide osakaal 61%. <sup>(14)</sup>

Välise reostuskoormuse vähendamise planeerimise aluseks on eelpoolnimetatud koormuste seire tulemused. Vastavalt uuringutulemustele tuleb punktreostusallikate puhul planeerida reoveepuhastite uuendamine või rajamine, suurematelt aladelt pärineva hajusreostuse sissevoolude (kraavid ja kanalid) puhul aga Harku ojasse suubumiskohtadele eelnevate märgalade rajamine.

Mõjus viis Harku järve veekvaliteeti parandada on juhtida kraavide kaudu järve puhtamat sademevett ning puhastada olemasolevatest sademeveesüsteemidest järve juhitud sademevesi juba valgjal. <sup>(25)</sup> Üks võimalus juhtida järve puhtamat sademevett on Järveotsa oja (valgjala 4,9 km<sup>2</sup>) vee juhtimine Harku järve. Harku valla üldplaneeringusse on lisatud nõue puhastada Harku valla sademeveed enne nende juhtimist Harku järve.

Tallinna Haabersti Linnaosa Üldplaneering<sup>(25)</sup> näeb ette, et Harku järve veevahetuse parandamiseks tuleb pinnavesi suunata maksimaalselt lahtiste veejuhtmete kaudu läbi lodu Harku järve. Platside ja parklate reostunud sademevesi puhastatakse enne veejuhtmesse juhtimist lokaalsetes puhastusseadmetes. On ette nähtud ehitada torustikud ning sademevee settetiik Harku järve juhitavale sademeveele. Põhikraavidest tulev liigvesi läbib enne Harku järve jõudmist loduala, mille pindala on 2,2 ha, mis moodustab valgla pindalast 0,45%. Nõmme Spordikeskuse ujulast läbi voolav vesi juhitakse praegu kanalisatsiooni, kuid on võimalik suunata see kraavi ja sealt Järveotsa oja kaudu Harku järve; kraavile on ette nähtud settebassein.

Tegevused tänavasilluliselt sademeveega järve kantavate ainete, sealhulgas keskkonnale toksiliste õlide ja kütusejääkide järve kandumise vähendamiseks olid planeeritud juba Haabersti linnaosavalitsuse arengukavas 2011-2014 ning vastavalt keskkonnamõju strateegilise hindamise aruandele on järvevee kvaliteedi parandamise võimalused järgmised:

- asfaltpindadelt kogunevat sadevett tuleb puhastada
- üheks võimaluseks on sade- ja kuivendusvee juhtimine Apametsa peakraavi
- samal ajal vajab järv suuremas koguses vett; järve suubuvate ojade vee kvaliteet peab paranema; Harku oja kui suurima vooluhulgaga oja vees peab oluliselt vähendama fosfori sisaldust.
- tuua puhast vett kusagilt mujalt, näiteks on pakutud lahendust, et tuua (taastada vana veejuhe) Mustamäe all olevatest allikatest.

Võimalikud leevendused Harku järve puhul on järgmised:

- rajada lodud, seda ka Astangu ja Mäeküla asumite alal
- ehituslikud abinõud, et sadevesi puhastuks kohapeal
- järve suubuvate ojade kaldad jätta looduslikku olekusse, mitte maha raiuda kaldal olevaid põõsaid ja puid, sest ka ojad on rohevõrgustiku elemendid
- anda tehniline lahendus, et suhteliselt puhta veega Soone oja juhitaks järve. Soone oja ehk Iisaku oja suubub Harku järve selle kagupoolsest otsast. Oja saab alguse Mustamäe astangu jalamilt ja teda toidavad rohked allikad, kuid tema jälgi on tänapäeval looduses raske märgata, sest ta on juhitud maa alla ning see avaneb Paldiski maantee juures ca 200 meetrit enne Harku järve.<sup>(3)</sup>

### **7.3 Uuring: pindmise veekihi häiringute, eeskätt veemotospordi, mõju setetele**

Settelasundit ning tuule ja lainetuse tekitatud mõju pindmisele settekihile (lendmuda) on täpsemalt kirjeldatud vastavas peatükis (4.2 Harku järve setted). Vähe on aga teada regulaarselt toimuvate veemoto ürituste, treeningute ja võistluste mõju kohta samas kontekstis. Vaja on analüüsida, milliste veekihtideni ulatub kiirpaatide sõidu poolt tekitatud turbulents ning kuidas see mõjub pindmisele lendmuda kihile. Juhul kui veemotospordi ja laiemalt mootorpaadiliikluse mõju osutub suuremaks loodusliku tuule ja lainetusega kaasnevast, on vaja sedalaadi häiringuid järvel vähendada või need lõpetada.

### **7.4 Uuringud: pindmise settekihi omadused ja eemaldamise kasumlikkus**

Kui väliskoormuse vähendamise meetmed on maksimaalselt rakendatud, siis pindmise settekihi eemaldamine on eeldatavalt kõige tõhusam sisekoormuse vähendamise meetod Harku järve seisundi kiireks ja efektiivseks parandamiseks.

Vastavalt varasematele uuringutele <sup>(21)</sup> on Harku järve põhjasetete pindmine kiht veesegune (kuivaine sisaldus 5-10%) lendmuda. Tegemist on väga kõrge orgaanilise aine sisaldusega (38%) settega, mis on Harku järve settekihtidest kõige orgaanikarikkam. Kuna lendmuda on pidevalt kontaktis ja ainevahetuses veesambaga ning sellest lähtub arvestatav toiteainete hulk, siis oleks järve tervendamise meetmena tulemuslik kõnealuse settekihi eemaldamine – koguhulgas 145 000 m<sup>3</sup>. Kuna tegemist on äärmiselt suure kogusega, nii eemaldamise kui ladustamise ja ümbertöötlemise kontekstis, siis tuleks vastava analüüsi abil hinnata selle töö otstarbekust (*cost-benefit*) Harku järvel koostöös ühe või mitme võimaliku töö läbiviijaga (vaja on kasutada spetsiifilist ujuvaluselt juhitavat pindimavat toruimurit, mida Eestis ei leidu) hindamaks tööle kuluvate ressursside (aeg, tööjõud, raha) mõistlikkust ning suurtest mastaapidest lähtuvalt töö läbiviimise võimekust üldiselt.

Samuti tuleb teha uuringud settes sisalduvate raskmetallide ja toksiliste ainete sisalduse kohta, sest need määravad sette edasise kasutamise võimalused. Senise teabe põhjal erinevate mere- ja sisevete (nt Peipsi järv) sette toksiliste ainete sisaldustest on alust arvata, et ka Harku järve setted sisaldavad olulisel määral Keskkonnaministri määrusega nr 32 nimistu 1 keemilisi aineid. Võttes lisaks arvesse ka sette kõrget veesisaldust, on mõistlik kaaluda väljapumbatava

sette ümbertöötlemist Paljassaare reoveepuhastusjaamas või kaaluda Tallinna Vesi AS settekompostimisjaama võimalusi setete väärindamiseks.

1990-1991. aastal uuriti Eesti Keskkonnaministeeriumi ja Taani Århusi Maakonna Sisevete Keskuse ühisprojekti raames Harku järve põhjalikumalt ning koostati Harku järve tervendamise plaan. Selles kavas soovitati Harku järve setete ülemise 20-30 sentimeetrise kihi eemaldamist. Pakuti välja, et ülemise 20 sentimeetrise vedela fosforirikka mudakihi eemaldamine vähemalt 90 hektari (55% järve pindalast) ulatuses järve põhjast võiks tulevikus vähendada fosfori sisekoormust; 30 cm kihi eemaldamisel oleks see 270 000 m<sup>3</sup>. Selle raporti andmetel sisaldab selline kogus vedelat muda hinnanguliselt 27 000 kg fosforit. Umbes 50% ülemises 0-20 cm settekihis paiknevast fosforist võib vee ja setete vahelise ainevahetuse käigus liikuda tagasi vette. Seega sette eemaldamisega peaks olema võimalik vältida hinnanguliselt 13,5 tonni fosfori tagasiliikumist settest vette umbes 1-2 kümnendi jooksul. Selle aruande hinnangul kestaks 270 000 m<sup>3</sup> muda väljapumpamine 4 aastat. Muda eemaldamise mõju avaldumine võtaks mõned aastad aega ja sõltuks oluliselt ka lisameetmete rakendamisest (biomanipulatsioon, taimede istutamine).<sup>(21)</sup>

Setteuuringute lähteülesanne peab sisaldama ka analüüsi biomanipulatsiooni käigus teostatava kalapüügi (5 aastat korduv noodapüük) mõjust järve setetele ja selle stabiilsusele, juhul kui tervendamise meetmena rakendatakse setete keemilist töötlemist.

## **7.5 Kemomanipulatsioon kui pindimava meetodiga lendmuda eemaldamise alternatiiv**

Kemomanipulatsiooni näol on tegemist vee ja/või setete keemilise töötlemisega, mille käigus setitatakse välja toiteained, fikseerides need põhjasetetes siduvate ainetega. Meetodi eesmärgiks on toiteainete väljasetitamine veesambast kujul, kus need pole enam fütoplanktonile ja suurtaimedele kättesaadavad. Toiteainete keemiline setitamine seisneb mõne koagulandi (raua- või alumiiniumisoolad, kustutatud lubi vms) pihustamises järve (vt joonis 11).<sup>(20)</sup>

Kuna Harku järve puhul on tegemist kihistumata, madala ning aktiivse veevahetusega järvega, siis on mõistlik kasutada pikaajalisema mõjuga alumiiniumisoolasid. Enamasti

pruugitakse alumiiniumsulfaati ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), naatriumaluminaati ( $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ ) või alumiiniumkloriidi ( $\text{AlCl}_3$ ). Vette lisamisel moodustavad need soolad hüdroolüüsil suuri alumiiniumhüdroksiidi ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) helbed, millel adsorbeeruvad lahustunud fosforiühendid. Tekivad suured ja kiiresti settivad osakesed või sültjad helbed, mis seovad veest toiteaineid ja settitavad elusorganisme ning orgaanilist ainet. Veekogu põhja jõudes moodustab koagulant vee ja sette piirpinnale barjääri, mis ei lase toiteainetel enam veesambasse jõuda. Helbed settivad veekogu põhja ja nii viiakse fosfor aineriingest välja ning maetakse püsivalt settekihti. Lisaks haaravad helbed settimisel endaga kaasa vees leiduvad väikesed hõljuvad osakesed (vetikarakud, orgaaniline aine). Oluline on märkida, et selle protsessi käigus ei lõhuta näiteks fütoplanktonirakke ning vette ei pääse rakkudes olevaid toiteaineid ja toksine. Praktilised kogemused teistes riikides on näidanud, et alumiiniumiühendid kontrollivad väga tõhusalt fosfori vabanemist setetest, suurendavad vee läbipaistvust ja vähendavad fütoplanktoni biomassi.<sup>(20)</sup>

Alumiiniumisoolade õigeks doseerimiseks on vajalikud põhjalikud eeluuringud koos laborikatsetega, võttes lisaks fosforihulgale arvesse ka veekogu pH ja puhverduisvõime. Seniste edukate töötlemiskogemuste puhul on lisatud alumiiniumi kontsentratsioon jäänud vahemikku  $5\text{--}100\text{ g/m}^2$  või  $5\text{--}25\text{ g/m}^3$ . Fosfori sidumine ja väljasettimine pole paraku madala veetemperatuuri korral kuigi efektiivne ning seepärast on mõistlik töötlus ette võtta hoopis varasuvel, vahetult enne sinivetikate biomassi kasvu.

Kemomanipulatsiooni käigus püütakse siduda ja settitada peamiselt fosforiühendeid, kuna enamasti on just see element limiteerivaks toiteaineks siseveekogudes. Lämmastikuvoogude kontrollimine ja settimine on palju keerukam ning tihti hoopis võimatu. Efektiivseks toimeeks alumiiniumtöötlemise puhul on 10-20 aastat, sügavamatel ja kihistunud järvedel kauem, Harku-tüüpi järvedel pigem vähem. Harku järve vedela, hõljuva sette puhul on tarvilik täiendava koagulandi - siduja lisamine. Selleks otstarbeks on edukalt kasutatud näiteks biolagunevat polüakrüülamiidi. Et alumiiniumhüdroksiidi helbed on väga kohevad ja väikese tihedusega, siis võib alumiiniumisoolasid manustada koos kaltsiumhüdroksiidiga. Viimane moodustab vees kaltsiidi, mis lisaks fosfori sidumisele suurendab koos alumiiniumhüdroksiidiga settides põhjasetete kuivkaalu ja tihedust. Lisaks tuleb jälgida meetodi rakendamisel veekogu pH-d: juhul kui pH on üle 8, moodustuvad ioonid ( $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ), mis seovad fosforit halvasti.<sup>(20)</sup> Täiendava koagulandi kasutamine on vajalik sette

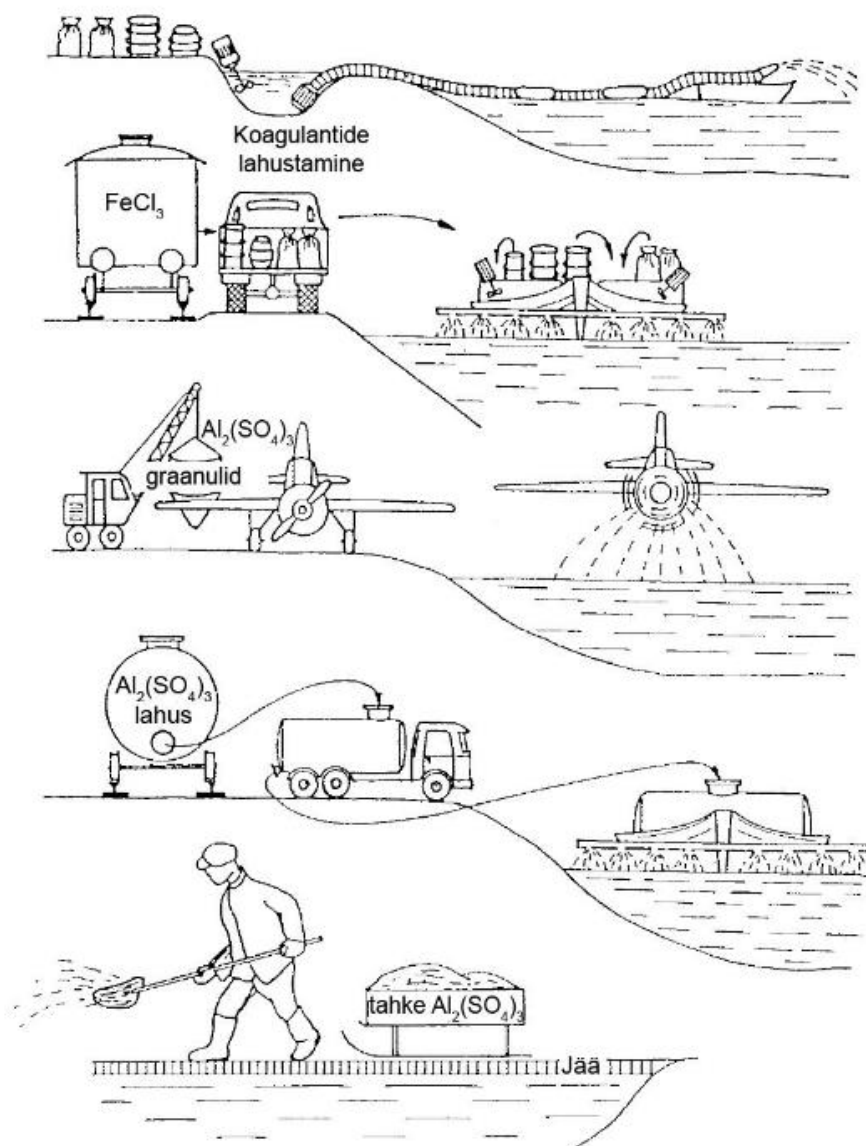


tihendamiseks. See on omakorda oluline töötuse mõjuaja seisukohalt – kui sete on tihedam püsib kemikaalide tekitaud barjäär paremini ja positiivne mõju järvele on pikem.

90ndate alguse Eesti-Taani koostööprojekti raames koostatud aruandes pakutakse sellisele setete töötuse viisile Harku järves siiski suhteliselt lühikest eluiga (kuudes, aastates) ja soovitatakse seda vaid lühiajaliselt järve probleemide vaigistamiseks – näiteks kuumadel suvedel suplusolude parandamiseks.<sup>(21)</sup> Tuleb arvestada aga sellega, et vahepealse ajaga on töötlusviisid kindlasti paranenud ja mõjuperioodid pikenenud.

Sarnaseid järvesetete keemilise töötlemise meetodeid on mujal Euroopas juba läbi viidud ja nende tulemused on olnud positiivsed. Näiteks on kasutatud RIPLOX meetodi baasil Poolas välja töötatud ja patenteeritud PROTE-fos meetodit mitme Poola järve tervendamisel, kus setteid töödeldakse spetsiaalse ujuva aluse ja londiga:

(<http://gniezno.eu/strona32wqf435ge/images/stories/newsy/luty2012/V/3.pdf> )



**Joonis 11.** Koagulantidega töötlemise viisid järvedes ja veehoidlates.<sup>(20)</sup>

Selgitamaks, kas Harku järve seisundi parandamiseks on mõttekas kasutada setete eemaldamist või kemomanipulatsiooni, on vaja teostada eelnevad uuringud: setete fraksioneerimine ja inkubatsioonikatsed, sh leida raua ja fosfori molekulaarne suhe pindmises 10-15 cm settekihis. Setteuuringud peavad andma ka vastuse sellele, milline on setete keemiline koostis, kas nad sisaldavad keskkonnale ohtlikke aineid ja millised on sellest tulenevalt setete kasutamise võimalused.

## 7.6 Pilliroo lõikamine

Harku järve rannaalad on suures ulatuses kaetud suurtaimestikuga (eeskätt pillirooga). Suurtaimestikul on oluline roll toiteainete sidujana, samas annavad taimed hiljem talvisel perioodil lagunemisprotsesside kaudu oma osa järve seisundi halvenemisele. Ühe tervendamise vahendina oleks mõeldav regulaarne pilliroo lõikamine ja koristamine viisil, mis hoiab taimed elujõulisena, nii et nad saaksid jätkuvalt toiteaineid siduda ja need pealiskasvu suunata – st et pilliroo risoom püsiks elujõulisena. Selleks tuleb suve teises pooles maksimumkasvu saavutanud taimed lõigata ning taimejäänused koristada. Taimede lõikamine peab aga toimuma igal teisel aastal, selleks, et mitte risoomi üle kurnata ja taimi tappa. Taimestiku niitmine peaks toimuma pikema aja vältel (miinimum 5 aastat). Hinnanguliselt võiks pilliroogu niita kokku 8-10 hektarilisel alal, eri piirkondades järve kallastel (joonis 12). Täpsemad niitmise kohad ja niidetavate alade suurused tuleb kindlaks määrata vahetult enne tööde algust.



*Joonis 12. Hinnangulised piirkonnad pilliroo niitmiseks Harku järvel*

## 7.7 Biomanipulatsioon – lepiskalade väljapüük ning röövkalade asustamine

Biomanipulatsiooni meetodil reguleeritakse järve toiduahelasse kuuluvate elustiku rühmade arvukuse vahekorda, kui toiduahela erinevate lülide vaheline seos on muutunud ebatõhusaks või katkenud. Soome ja Taani kogemused näitavad, et see meetod sobib just madalate järvede seisundi parandamiseks. Meetodi peamine eesmärk on vähendada fütoplanktoni arvukust.

Selle saavutamiseks võib mõjutada toiduahelat kas ülalt alla (*top-down control*), suurendades fütoplanktonit toiduks tarvitava taimtoidulise zooplanktoni hulka või alt üles (*bottom-up control*), vähendades fütoplanktonile kättesaadavat toiteainete, eelkõige fosfori hulka setetest.<sup>(21)</sup> Harku järve puhul sobib ülalt-alla lähenemine, läbi lepiskalade ja pisikalade väljapüügi, mistõttu suureneb zooplankterite arvukus, kes omakorda vähendavad fütoplanktoni (nt vee hägusust põhjustavate rohevetikate) arvukust. Lisaks püütakse välja bentosetoidulisi kalaliike (nt latikas), kes oma toiduotsimise viisiga vabastavad setetest fosforit, soodustades sellega omakorda fütoplanktoni vohamist. Mõju võimendamiseks on võimalik väljapüükide järgselt asustada järve röövkalasid, kellede osakaal järves peaks olema 25-30%.<sup>(20)</sup> Eduka biomanipulatsiooni olulisimaks eelduseks peetakse välise toiteainete koormuse vähendamist ning suurtaimede ja röövkalade olemasolu järves.<sup>(26)</sup>

Oluline on, et biomanipulatsioon toimiks pikema aja vältel (miinimum 5 aastat). Tagamaks biomanipulatsiooni maksimaalset efektiivsust, peab lepistoiduliste kalade väljapüük olema väga intensiivne. Väljapüügiks sobiliku meetodina tulevad kõne alla suured vintsidega veetavad noodad – peab arvestama, et järve põhi on kaetud olulisel määral risuga, mis võib püügivahendeid lõhkuda. Nii plankton- kui ka bentostoiduliste kalade hulka tuleb võimalikult lühikese aja jooksul vähendada vähemalt 75% ulatuses (nähtav seirest). Tähtis on, et nii biomanipulatsiooni perioodil kui ka biomanipulatsiooni järgselt tuleb tervendatud järve regulaarselt seirata, et jälgida muutusi ja nende suunda ning vajadusel planeeritud tegevuskava korrigeerida. Tuleb hinnata veekogu seisundit nii füüsikalise-keemiliste (TP, TN, pH, Secchi ketta nähtavus) kui ka bioloogiliste kvaliteedinäitajate (Chl a sisaldus, fütoplanktoni kooslus, fütoplanktoni arvukus ja biomass, zooplanktoni arvukus ja biomass) alusel.

Harku järvel on biomanipulatsiooni rakendatud varemgi: aastatel 1990–1991 toimunud uuringutel selgus, et järve vee kvaliteedi parandamiseks on vaja välja püüda 80–90% särjepopulatsioonist, eemaldada pealmine 30 cm paksune fosforirikas settekiht ja piirata välist reostuskoormust. Aruanne hindas, et esimesed tulemused peaksid ilmnema 1-2 aasta jooksul pärast manipulatsiooni algust.<sup>(21)</sup> 1993.a alustati karpkalalaste massilise väljapüügiga. Aastal 1993 püüti välja 20–23 t ja 1994.a 7,5–8 t kalu. Väljapüügi tulemusena järve vee kvaliteet isegi paranes, kuid seoses finantseerimise lõpetamisega kalapüük lõpetati. Samuti ei eemaldatud settekihti. Kokkuvõttes ei olnud väljapüütud lepiskalade hulk piisav ja seetõttu jäid soovitud eesmärgid saavutamata. Selle meetodi puhul on oluline teada, et ainult tema

teostamine täies mahus viib soovitud eesmärkide täitmiseni, vastasel korral taastub endine olukord kiiresti. Ka Ülemiste järvel aastail 2005-2007 teostatud biomanipulatsiooniga ei saavutatud püsivaid tulemusi rahastuse katkemise tõttu.

Samas on Soome, Rootsi ja Taani kümnetes järvedes saavutatud biomanipulatsiooniga väga häid tulemusi, parimaks näiteks on Vesijärvi Soomes. Mõnel järvel on eeldused edukaks biomanipulatsiooniks suuremad kui teistel, kuid kui õnnestub saavutada püsiv rööv- ja lepistoiduliste kalade suhe ning piisav suurtaimede arvukus, siis on lootused head.

Biomanipulatsiooni teeb kulukaks vajadus selle rakendamiseks mitmete järjestikuste aastate jooksul, kuid ka siin võivad olla abiks hästi läbimõeldud majanduslikud mehhanismid, millest ehk peamine puudutab kalade massilise väljapüügi korraldust, sh nende realiseerimist.

Soomes on pikaajaline vabatahtlike abi kasutamise kogemus lepiskalade massilisel väljapüügil, kuid viimasel ajal vabatahtlikke napib. Et vabatahtlikel või kaluritel oleks huvi seda tööd teha, peab olema välja töötatud neid motiveeriv püütud kalade realiseerimise või utiliseerimise mehhanism.

## **7.8 Veesisese taimestiku istutamine**

Järve seisundi paranemise seisukohalt on oluline kasutada kõiki vajalikke meetmeid koos ja kombineeritult. Ainult ühe meetme läbiviimine ei too järve kehvast seisundist välja. Erinevaid meetmeid omavahel kombineerides saame parima tulemuse.

Järve sisekoormuse vähendamiseks on kaks võimalust – pindmise settekihi eemaldamine või kemomanipulatsioon. Mõlema töötuse tulemusena väheneb fosfori hulk vees ja seega ka fütoplanktoni arvukus – see mõjub positiivselt vee läbipaistvusele. Parem vee läbipaistvust aitab saavutada ka biomanipulatsioon, mille käigus tõenäoliselt suureneb fütoplanktonist toituvate zooplankterite hulk. Parem vee läbipaistvus ja tihedam sete tekitab olukorra, kus Harku järve põhjas saaksid taas hakata kasvama veesisesed taimed. Looduslikelt eeldustelt on hetkel tegemist fütoplanktonijärvega. Järve taimestik domineerivad kaldaveetaimed, veesisene taimestik on vähene ja suhteliselt liigivaene (vaid 3 liiki)<sup>(2)</sup>.

90ndate alguses koostatud Harku järve taastamise aruanne soovitab vee läbipaistvuse suurenedes järve põhja istutada veesiseseid taimi – peamiselt penikeelelisi. Veesiseste taimede taasasustamine aitab oluliselt kiirendada veekvaliteedi paranemist. Esiteks

konkureerivad veesised suurtaimed fütoplanktoniga toiteainete üle. Teiseks pakub veesisene taimestik varju fütoplanktonist toituvatele zooplankteritele. Ja kolmandaks vähendavad veesised taimed ka tuule mõjul tekkinud turbulentsi, mis võib segada setteid neist toiteained vabastades.<sup>(21)</sup> Igal juhul aitab veesise taimestiku kasv kiirendada järve tervenemise protsessi ja stabiliseerib ökosüsteemi.

## 7.9 Meetmete võimalik mõju looduskaitsealustele liikidele

Harku järv ja selle lähiümbrus on inventeeritud II kaitsekategooriasse arvatud loomaliikide suurvidevlase (*Nyctalus noctula*), tiigilendlase (*Myotis dasycneme*), põhja-nahkhiire (*Eptesicus nilssonii*) ja veelendlase (*Myotis daubentonii*) elupaigana, samuti on järve lõunakaldal inventeeritud III kaitsekategooriasse arvatud hänilase (*Motacilla flava*) elupaik.

Nahkhiired armastavad püüda toitu madala veepinna kohal lennates, kuid pimedal ajal. Nende poegimiskolooniad on enamasti parkides või puistutes ja suurimaks ohuks on neile linnastumisest tulenev elupaikade häving ning sobivate talvituspaikade vähesus, kus loomi ei häiritaks. Järvel teostatavad tervendamise tegevused võivad teatud määral mõjutada nahkhiirte toidubaasi, näiteks surusääskede ja muude veeputukate arvukuse ajutise vähenemise kaudu, kuid see ei saa olla nii ulatuslik mõju, et ohustaks nahkhiirte populatsiooni, sest järve ümbruse märgalad ja ojad ei ole neist tegevustest haaratud. Niitudel, karjamaadel, luhtadel elutsev hänilane sööb valdavalt väheliikuvaid selgrootuid, kes elavad maapinnal ja rohurindes: eelkõige kärkseid, ämblikke ja mardikaid ning tema häirimist järve tervendamiseks soovitatud tegevuste kaudu ei ole ette näha.

Soovitatud tervendamise tegevused ei põhjusta kaitsealuste liikide surmamist (Looduskaitseaduse § 55), kahjustamist ega tahtlikku häirimist paljunemise, poegade kasvatamise, talvitumise ning rände ajal (Looduskaitseaduse § 55, lõige 6), pesade ja munade tahtlikku hävitamist ega kahjustamist või pesade kõrvaldamist, tahtlikku häirimist, eriti pesitsemise ja poegade üleskasvatamise ajal (lõige 6<sup>1</sup>).

## **7.10 Keskkonnateadlikkuse parandamine – suunatud kohalikele elanikele ja külalistele**

Kuna Harku järve näol on tegemist tiheda asustusega ümbritsetud piirkonnaga, siis on arusaadavalt Harku järve ökoloogiline kvaliteet tihedalt seotud elanikkonna tegevusega ning tegevuste kaudsete mõjudega. Sellisteks tegevusteks võivad olla ettevõtlus (tootmine, põllumajandus, transport, hobimajandus), elanikkonna igapäevased otsused (sh jäätmete ja reovee käitlemine) ning kaudselt järve või valglaga seotud tegevused. Kõikide nende tegevuste puhul mängivad rolli iga üksikodaniku tehtud otsused ning nende otsuste mõju Harku järve seisundile. Sellest lähtuvalt on oluline kohalike elanikele (Harku järve lähiümbruses ja valglal elavad või tegutsevad) informeerimine Harku järve mõjutada võivatest faktoritest, et kodanikel oleks otsuste tegemisel info, millest lähtuda. Teavitustöö võiks olla ennekõike kohalike omavalitsuste, st Tallinna linna ja Harku valla, huvi ja eesmärk.

Meetme osaks on aktiivne teavitamine ja info jagamine Harku järve seisundi kohta, seisundit mõjutavate faktorite ja tegevuste kohta, tervendamise toimumisel ka tervendamistegevuste kohta. Rajada tuleks infomahukad stendid järve kaldale ujumiskoha lähistele ning tervendamistegevuse läbiviija poolt aktiivselt tegeleda teavitustööga tegevuste läbiviimise erinevates etappides. Sedalaadi info aitab järve mõjusfääris tegutsevatel kodanikel teha keskkonnasäästlikemaid otsuseid, mis pikas perspektiivis on vältimatuks osaks Harku järve hea ökoloogilise seisundi saavutamisel ja säilitamisel.

## 7.11 Meetmete rakendamise ajakava ja eeldatav maksumus

Meetmete rakendamise kiirus oleneb eelkõige asjaajamisest ja rahalistest võimalustest. Kui planeeritud meetme jaoks taotletakse rahalisi võimalusi Eesti või Euroopa Liidu fondidest, siis on vaja teada selle teostamise prioriteetsust võrreldes teiste meetmetega, samuti seda, kas mingeid meetmeid on võimalik rakendada samaaegselt.

Tabelis 5 on kõik tegevused, mis on võimalik teostada üheaegselt, paigutatud samale aastale, kuid nad ei ole pandud pingeritta, st samale aastale paigutatud esimesel real asetsev tegevus ei ole prioriteetsem kui teisele või viimasele reale paigutatud tegevus vaid nad on kõik võrdselt olulised eeldused selleks, et asuda järgmisele aastale planeeritud tegevuste juurde. Kui kõiki samale aastale planeeritud tegevusi ei ole võimalik üheaegselt teostada, siis nihkub kogu graafik vastava aastate arvu võrra paremale edasi. Seega, esimesele aastale paigutatud tegevused on prioriteetsed teisele aastale paigutatute ees jne.



**Tabel 6. Rakendatavate meetmete eeldatav ajaskaala ja eeldatavad kulud (\* eeldatavad maksumused on saadud mitteametlike hinnapakkumiste alusel 2015.-2016. a algul ja ei sisalda käibemaksu)**

Tegevus	Aasta								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Väliskoormuste seire Harku ojal (8 punkti, vt joon. 10) reostusallikate väljaselgitamiseks	10 000								
Haabersti linnaosa sadevee uuring	10 000								
Uuring: veemotospordi mõju järvele	10 000								
Koormustaluvuse test	6 000								
Väliskoormuse vähendamise meetmed vastavalt seiretulemustele		Kulud kannab reostaja või KOV							
Setteuuringud, sh ohtlike ainete sisaldus, soovitusel sisekoormuse vähendamise meetodite osas ja setete kasutamise võimalused	70 000								
Eelprojekti koostamine		10 000							
Meetmete rakendamise majandusliku mõju analüüs			5 000						
Keskkonnamõju hinnang vastavalt eelprojektile			25 000						
Pindmise settekihi eemaldamine (145 000 kuni 270 000 m <sup>3</sup> )	Alternatiivsed lahendused			1,9 -3,51 miljonit eurot					
Setete keemiline töötlemine				1,8 miljonit eurot					
Pilliroo niitmine 8-10 hektarilt				5 000					
Biomanipulatsioon: lepiskalade väljapüük 75 % ulatuses				90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	
Röövkalade asustamine järve							5 000		
Veesisese taimestiku istutamine							10 000		
Kampaania keskkonnateadlikkuse tõstmiseks, Harku järve teemade tutvustamiseks	2 000	2 000	2 000	2 000			2 000		
Ökoloogilise seisundi seire vastavalt keskkonnaministri 28.09.2009 määrusele nr 44 <sup>(5)</sup>		6 000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	

## 8. Meetmekava kokkupuutepind LakeAdmin rahvusvaheliste „heade praktikatega“ (Good Practices)

INTERREG IVC projekt LakeAdmin on toonud kokku 9 Euroopa riigi kogemused veekogude haldamise ning majandamise osas. Väga paljudel projekti partneritel on olemas ka praktiline kogemus halvas seisus veekogumite (järvede) tervendamise ehk noorendamisega – nt kuivendatud Karla järve taastamine Kreekas või Vesijärvi vete puhastamine biomanipulatsiooni meetoditega Soomes. Sellise teadmiste ja kogemuste pagasi kasutamine aitab ka Eesti järvede meetmekavadesse leida kasulikke lahendusi järvede seisundi parandamiseks ja hoidmiseks.

Ühiselt on LakeAdmin projekti raames läbi töötatud ja reastatud valik rahvuslikke „häid praktikaid“ – ehk siis mitmesuguseid tegevusi, meetmeid või praktilisi kogemusi, mille ülekandmine võib naaberriikide järvede haldamise ja majandamisele kasuks tulla. Nii on ka käesolevas meetmekavas järve seisundi parandamiseks pakutud meetmete puhul arvesse võetud rahvusvahelisi järvede tervendamise kogemusi.

„Head praktikad“, mida LakeAdmin projekti tulemusena on käesoleva meetmekava koostamisel arvesse võetud (vt ka: <https://lakeadmin.savonia.fi/good-practices>):

1. Bioloogiline seire ehk biomonitoring kui planeerimisvahend (*Monitoring for investigation and surveillance of lake restoration cases* – Soome, Eesti).

<https://lakeadmin.savonia.fi/good-practices/surveillance-of-needs-initiatives-and-operations-of-lake-restoration>

Järve tervendamisel eduka tulemuse saavutamiseks on otsustava tähtsusega selle järve seire enne ja pärast tervendamist ning selle ajal. Biomonitoring aitab kindlaks teha järve täpse probleemi ning aitab valida selle järve jaoks sobivaima parandusmeetme. See aitab otsustada valitud meetme rakendamise ulatuse ning järve taastamise käigus hinnata selle meetme toimimist – ehk kas vee kvaliteet meetme tulemusel on hakanud paranema. Lähtuvalt sellest saab muuta rakendatava meetme ulatust või vajadusel otsustada uue meetme kasuks. Kui valitud meede ei ole aidanud saavutada soovitud tulemust, aitab biomonitoring analüüsida selle võimalikke põhjuseid. Näiteks Soome järvedest on tervendamine olnud edukas seal, kus seire on olnud piisav või mis on kuulunud riikliku seire järvede hulka.

2. Huvigruppide osalus ja tagasiside (*Stakeholder participation and feedback – Soome*).

<https://lakeadmin.savonia.fi/good-practices/preparation-planning-and-procedures-of-restoration-of-lakes>

Soome järvede majandamisel on juba pikka aega traditsiooniks kaasata töörühmad, mis koosnevad kohalikust omavalitsusest ja huvigruppidest (järvede omanikud, kalastusklubid, järvede vabaühendused, kohalikud põllumehed ja looduskaitsejad). Ühised töögrupid on aktiivselt kaasatud järvede majandamisega seotud tegevustesse, näiteks aktiivsete kaasalööjatena biomanipulatsiooni kalapüükides, ja otsuste langetamisse.

3. Biomanipulatsiooni meetod (*Restoration of eutrophic temperate lakes by biomanipulation – Soome, Taani*).

<https://lakeadmin.savonia.fi/good-practices/restoration-for-wide-response-in-ecological-quality-and-for-complex-needs-of-use>

Biomanipulatsiooni abil on võimalik kõrvaldada või vähendada ökoloogilisi, majanduslikke või tervislikke probleeme, mis on veekogus põhjustatud näiteks sinivetikate vohamise tulemusena. Mitmetes Euroopa riikides (Taanis, Soomes, Tšehhi Vabariigis, Hollandis ning ka Eestis) on lepiskalade massilist väljapüüki ning röövkalade asustamist kasutatud toiduahela ja seeläbi just fütoplanktoni arvukuse mõjutamiseks. Suurenenud zooplankterite arvukus ning vähenenud fütoplanktoni hulk parandab veekogude seisundit, millest võidavad kõik järve kasutavad huvigrupid. Oluline on biomanipulatsiooni kasutamine pikaajaliselt, mõnel juhul aastakümnete jooksul – ühekordne manipuleerimine reeglina tulemust ei anna või annab ajutise tulemuse. Biomanipulatsiooni on edukalt kasutatud isegi kuni 100 km<sup>2</sup> suuruste järvede tervendamisel (Soome).

Projekti LakeAdmin raames tunnustatud „heade praktikate“ hulgas on veel hulgaliselt selliseid, mida pole käesoleva projekti raames pole otseselt rakendatud, kuid millest Eesti järvede tervendamise puhul abi võib olla, näiteks:

1. Järvede tervendamise emakeelsed juhendmaterjalid (Eesti)
2. Paindlik haridusmudel veekogude majandamise alal huvigruppidele (Soome)
3. Järvede tervendamise prioriteetsuse hindamine paljude kriteeriumide hulgivõrdluse kaudu (Multi-criteria assessment in comparison of options in lake restoration planning; Soome), vt

<https://lakeadmin.savonia.fi/good-practices/preparation-planning-and-procedures-of-restoration-of-lakes#multi>

4. Eutrofeerumise survetegurite visualiseerimine kaardilahenduste kaudu (Soome).
5. Meetod fosfori hajukoormuse vähenemise hindamiseks (Soome)
6. Regionaalne *online* seiresüsteem keskkonnainfo-, liiklus- ja külastajakoormuse hindamiseks (Ungari)
7. Kormoranide põhjustatud kalavarude kao hindamise meetodika (Tšehhi)
8. Reostuse hindamine passiivkogujate ja noorkalade analüüsi kaudu (Tšehhi)

## 9. Kokkuvõte

Harku järv on Põhja-Eesti rannikumadalikul Tallinna läänepiiril, Lääne-Tallinnas, Haabersti linnaosas asuv 162,9 ha suurune hüpertroofne e. liigtoiteline järv (keskmise sügavus 1,6 meetrit, maksimaalne sügavus 2,5 meetrit, valgla pindala koos Muraste rabaga 51,6 km<sup>2</sup>, veevahetus 5 korda aastas). Järv on ovaalse kujuga (järve pikkus 2000m, järve laius 1160 m, kaldajoone pikkus 6647m ) ja saarteta. Ta on eraldunud Läänemerest umbes 2000 aastat tagasi, tal on madalad kaldad ja mudane põhi. Järve suubub 3 oja: kagust Järveotsa ja Soone oja ning Muraste rabast algav Harku oja. Lisaks suubuvad järve mitmed kraavid. Järvest voolab välja Tiskre oja. Järve valgla jääb suures osas Tallinna linna territooriumile (Haabersti linnaosa, 44 000 elanikku). Teisele poole järve jääb Harku vald (13 663 elanikku 1.01.2016 seisuga). Järve põhja katab 2-3 meetri paksune mudakiht. Tallinna-lähedase asukoha tõttu on järv väga suure puhkemajandusliku tähtsusega: suplejad, purjetajad, veemotosport (kiirendus, veelaud), kalapüük.

20. sajandi esimesel poolel oli tegu looduslähedases seisundis madala, kareda- ja selgeveelise järvega. 1950-1960ndatel aastatel muutus see veekogu väikese läbipaistvusega rohketoiteliseks fütoplanktoni . Alates 1970-ndatest muutus Harku järv hüpereutroofseks tugevalt reostunud järveks. 20. sajandi teisel poolel alguse saanud toitelisuse tõus ja reostuse suurenemine on seotud inimasustuse ja selles tuleneva reostuskoormuse suurenemisega. Peamisteks järve negatiivselt mõjutavateks teguriteks on liigne väliskoormus ja setetest vabanev fosfor. Valglal on väga tihe asustus, samuti asub sellel hulgaliselt teisi elamukomplekse ja tootmishooneid. Üldkanalisatsiooni torustikud ja puhastusjaamad on amortiseerunud ja vajavad uuendamist. Ka piirkonna sadevesi juhitakse Harku järve, sellega koos kantakse järve heljumit (tahkeid osakesi), fosforit ja lämmastikku, mis avaldab Harku järvele negatiivset mõju. Järve sissevoolavatest ojadest-kraavidest on Harku oja kõige veerikkam. Valglapõhiste uuringute tulemusena on Keskkonnaametile teada, et 80 protsenti toiteainetest jõuab järve just Harku oja kaudu. Varasematel perioodidel järve põhja setetena ladestunud toiteained on aga oluline sisekoormuse allikas. Madalas tuulele avatud veekogus, nagu seda on Harku järv, põhjustab lainetus põhjasetete intensiivset resuspensiooni. Setete liikumine tuule mõjul põhjustab aga sellest toiteainete vabanemise tekitades sellega olulist sisekoormust. Samuti on oma asukoha tõttu järv suure rekreatsioonilise surve all ja seal harrastatav veemotosport võib potentsiaalselt omada negatiivseid mõjusid.

Järve seisundi parandamiseks ning järvega seotud ökosüsteemiteenuste säilitamiseks on vaja läbi viia mitmetest meetmetest koosnev kava, mis kätkeb endas väliskoormuse jätkuvat vähendamist (Harku oja reostuskoormuste seire, võimalike reostusallikate kindlaks tegemine ja likvideerimine) ja järve sisekoormuse olulist vähendamist. Milliseid pakutud meetmekavas pakutud meetmeid on Harku järvel sisekoormuse vähendamiseks mõistlik rakendada, selgub kavas planeeritud uuringute tulemusena, millest kõige olulisemaks tuleb pidada põhjalikke setteuuringuid. Rekreatsioonilise taluvuse uuring annab vastuse selle, kas järvel tuleks kehtestada nt veemotospordile piiranguid. Harku järvel juba katsetatud biomanipulatsioon (lepiskalade väljapüük 75 % ulatuses ja röövkalade asustamine) on perspektiivne meetod vee kvaliteedi parandamiseks, kuid suure tõenäosusega vähe-efektiivne, kui ei õnnestu piirata setetest tulenevat suurt sisekoormust. Pilliroovööndi piiramine kaasneb juba võimaliku setete eemaldamisega ja hilisem veesisese taimestiku istutamine aitab järvel setete eemaldamise „stressist“ kiiremini välja tulla. Uuringutele järgneva kahe aasta jooksul peaksid saama tehtud nii eelprojekt kui meetmete rakendamise majandusliku mõju analüüs ja keskkonnamõju hinnang. Et kõik huvigrupid oleksid toimuvaga kursis ja saaksid võimaluse järve tervendamise protsessis kaasa rääkida või kaasa lüüa, on kindlasti oluline teavituskampaania ja huvigruppide kaasamine. Keskkonnateadlikkuse tõstmine järve külastavate inimeste seas on samuti oluline osa selles protsessis. Meetmete rakendumisel paraneb Harku järve seisund, mis ühtlasi tagab järvega seotud ökosüsteemiteenuste säilimise.

## Kasutatud kirjandus:

1. Loopmann, A. Suuremate Eesti järvede morfomeetrilised andmed ja veevahetus. Tallinn 1984.
2. Ott, I. Eesti väikejärvede seire 2012. Tartu 2013.
3. Gromova, J., Ruiso, K., Kivimaker, T. ja Annus, A. Harku ranna suplusvee profiil, Tallinn 2011.
4. Heinsalu, A. ja Alliksaar, T. Järvetüüpide interkalibreerimiseks vajalike foonitingimuste väljaselgitamine paleolimnoloogiliste uuringute abil. Tallinn 2005.
5. Keskkonnaministri 28.09.2009 määrus nr 44 „Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord“
6. Ott, I. Eesti väikejärvede seire 2010. Tartu 2011.
7. Ideon, T. Haabersti linnaosa üldplaneering. Keskkonnamõju strateegiline hindamine. Tallinn 2009.
8. Ott, I. Eesti väikejärvede seire 2009. Tartu 2010.
9. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse Kesklabor (Koostaja: Naima Kabral). Sademete seire 2013. Tallinn 2014.
10. Sall, M., Uustal, M., Peterson, K. 2012. Ökosüsteemiteenused. Ülevaade looduse pakutavatest hüvedest ja nende rahalisest väärtusest. Säätva Eesti Instituudi väljaanne nr 18, Tallinn, lk. 62.
11. MEA - Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis. Island Press. Washington, DC.
12. Ott, I. 1993. Viitna Pikkjärve rekreatsiooniline taluvus. TA Zooloogia ja botaanika instituudi Võrtsjärve limnoloogiajaam. Tartumaa, Rannu, lk. 52.
13. [http://www.envir.ee/sites/default/files/koormuste\\_loetelu.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/koormuste_loetelu.pdf)
14. Harku valla ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2013-2024. Seletuskiri
15. Harku valla arengukava aastateks 2002-2012. Tallinn 2002  
[vana.harku.ee/files/234.doc](http://vana.harku.ee/files/234.doc)
16. Vabariigi Valitsuse seadus „Veeseadus“ Vastu võetud 11.05.1994
17. Bryan Moss et al. 2011. Allied attack: climate change and eutrophication, Inland Waters 1, pp. 101-105.

18. Keskkonnaministri määrus nr 49 „Pinnavee keskkonna kvaliteedi piirväärtused ja nende kohaldamise meetodid ning keskkonna kvaliteedi piirväärtused vee-elustikus“, vastu võetud 09.09.2010
19. Haabersti linnaosa arengukava 2011-2014, Tallinn 2011
20. Järvede tervendamine. Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi limnoloogiakeskus, 2011
21. Andersen, J.M., Liiv, H., Hainsalu, A., Windolf, J., Søndergaard, M. & Tuvikene A. Harku Järv Lake Restoration, 1992, Aarhus County
22. Harku järve vee kvaliteedi seire 2012-2014. Lõpparuanne. Tallinna Tehnikaülikooli Keskkonnatehnika instituut, 2014.
23. Tallinna sademevee strateegia aastani 2030. Tallinna Linnavolikogu 19.06.2012 määrus number 18 [RT IV, 09.03.2013, 41].
24. Tallinna keskkonnastrateegia aastani 2030. Tallinna Linnavolikogu 16.06.2011 otsus number 107.
25. Haabersti Linnaosa Üldplaneering. Tallinn 2013.  
<http://www.tallinn.ee/est/ehitus/Haabersti-linnaosa-UP-seletuskiri-18.11.2014-VIIMANE>
26. Pedusaar, T., Sammalkorpi, I., Hautala, A. & Järvalt, A., 2008. Biomanipulating the drinking water reservoir of Estonia's capital city: Prospects for success. Lakes & Reservoirs: Research and Management 13:289–300.
27. Meetmeprogramm. Kehtivad veemajanduskavad (perioodiks 2015-2021) Kinnitatud Vabariigi Valitsuse progokollilise otsusega 07.01.2016. Lisa 1.  
<http://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/vesi/veemajanduskavad/veemajanduskavad-2015-2021>