



Jussi Vesterinen, Virve Ståhl, Ekaterina Ikonen, Katja Pellikka, Erkka Laitinen,
Kirsi Mansilla, Paavo Ojanen & Juha-Pekka Vähä
Julkaisu 4/2023

Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeen loppuraportti

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY)
Julkaisu 4/2023

Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeen loppuraportti



HIIDENVEDEN
KUNNOSTUS



Tämä raportti on tehty osana Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hanketta, jota rahoittivat kunnat Vihti, Lohja, Karkkila ja Loppi, sekä HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, Karjaanjoen vesistön kalatalousalue ja Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY). Ympäristöministeriö rahoitti hanketta vesiensuojelun tehostamisohjelmasta 50 % rahoitusosuudella vuosina 2020–2022.

Tekijät: Jussi Vesterinen, Virve Ståhl, Ekaterina Ikonen, Katja Pellikka, Erkkä Laitinen, Kirsi Mansilla, Paavo Ojanen & Juha-Pekka Vähä
Taitto: Karoliina Salmela

Valokuvat: LUVY

Kansikuva: Kirkkojärvi kesäkuussa 2022 (LUVY/Jussi Vesterinen)

ISBN 978-952-250-275-9

ISSN 1798-2677

LUVYn verkkosivut: www.luvy.fi

LUVYn Facebook: www.facebook.com/vesijaymparisto

LUVYn Instagram: www.instagram.com/luvvy

LUVYn Twitter: twitter.com/vesiymparisto

LUVYn LinkedIn: www.linkedin.com/company/luvvy

Vesientila-sivusto: www.vesientila.fi

Kuvailulehti

<i>Julkaisija</i>	Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY) PL 51, 08101 LOHJA vesi.ymparisto@luvy.fi 019 323 623 Julkaisut verkossa: www.luvy.fi/julkaisut	Julkaisu-aika 6/2023
		Julkaisun kieli Suomi
		Sivuja 82
<i>Tekijä(t)</i>	Jussi Vesterinen, Virve Ståhl, Ekaterina Ikonen, Katja Pellikka, Erkki Laitinen, Kirsi Mansilla, Paavo Ojanen & Juha-Pekka Vähä	
<i>Julkaisun nimi</i>	Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeen loppuraportti	
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Julkaisu 4/2023	
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Hiidenvesi on Uudenmaan toiseksi suurin järvi Lohjan kaupungin ja Vihdin kunnan alueella. Ihmistöiminta (mm. säännöstely, maankäyttö, teollisten ravinteiden käyttöönotto) on heikentänyt järven tilaa ja kiihdyttänyt sen rehevöitymistä. Nykyisin Hiidenveden ekologinen tila on tyydyttävä. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry on koordinoinut Hiidenveden kunnostusta lukuun ottamatta muutaman vuoden jaksoa, jolloin koordinointi tapahtui Vihdin kunnan toimesta (vuosina 2005–2007). Tässä raportissa esitellään Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeen tavoitteet, toimenpiteet ja tulokset. Hanke on toteuttanut nykyistä Hiidenveden hoito- ja kunnostussuunnitelmaa ja saanut Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksesta 50 % avustusta toteutuneista kustannuksista.</p> <p>Valuma-alueelle hankkeessa rakennettiin kuusi uutta kosteikkoa, kunnostettiin kaksi kosteikkoa ja tehtiin laaja kosteikkokartoitus kunnostustarpeen selvittämiseksi. Lisäksi tehtiin kosteikkojen toimivuuden seuranta viidellä kosteikolla. Hanke oli järjestämässä pellonpiennartilaisuuksia maatalouskuormituksen vähentämiseksi ja antoi hevostallineuvontaa. Hankkeen aikana valmistui Hiidenveden ravinnetasetutkimus ulkoisen ja sisäisen fosforikuormituksen päivittämiseksi, ja tärkeimmissä maatalousuomissa kuormitusta mitattiin jatkuvatoimisesti. Lisäksi tehtiin ravintoverkon seurantatutkimusta ja isosorsimon poistoa. Hankkeessa laadittiin valuma-alueen pienemmille järville, Aerialle ja Lehmijärvelle, kunnostussuunnitelmat ja Vaskijärvelle kunnostustarkastelu.</p> <p>Hankkeessa jatkettiin pitkäjänteistä kunnostustyötä Hiidenveden vedenlaadun ja virkistyskäytön parantamiseksi ja saatiin laajennettua kunnostustyötä useisiin yhteistyöhankkeisiin. Seurannan perusteella näyttää, ettei Hiidenveden tilassa ole vedenlaadun ja kuormituksen osalta tapahtunut merkittäviä muutoksia suuntaan tai toiseen viimeisen 20 vuoden aikana. Ravinnetasetutkimuksen perusteella sekä sisäinen että ulkoinen kuormitus ovat likimain samalla tasolla kuin 20 vuotta sitten. Ulkoinen kuormitus ylittää edelleen järven sietokyvyn, joten kunnostuksen pääpaino kannattaa pitää valuma-alueella. Sisäistä kuormitusta Hiidenvedellä on hankala hallita, mutta hoitokalastusta sisäisen kuormituksen vähentämiseksi ja kalakannan rakenteen parantamiseksi olisi mahdollista toteuttaa matalimmilla alueilla Mustionselällä ja Kirkkojärvellä. Petokala:saaliskala-suhdetta kannattaa pyrkiä parantamaan etenkin rehevimmillä ja matalimmilla alueilla.</p>	
<i>Asiasanat</i>	Rehevöityminen, ravinnetasetutkimus, kosteikot, ulkoinen kuormitus, sisäinen kuormitus, fosforitase, Hiidenvesi	
<i>Toimeksiantaja</i>		

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Hankkeen hallinnointi ja talous	6
2.1	Hankkeen koordinointi	6
2.2	Rahoitus ja budjetti	7
2.3	Yhteistyöhankkeet ja lisärahoituksen hankinta	7
3	Hankkeen toimenpiteet	10
3.1	Ulkoisen ravinne- ja kiintoainekuormituksen hallinta	10
3.1.1	Kosteikot ja muut vesiensuojelurakenteet	10
3.1.2	Maatalouden vesiensuojelutoimet	14
3.1.3	Haja-asutuksen jätevesineuvonta	17
3.1.4	Hevostallineuvonta	19
3.2	Kalaston hoito ja lähikalan käytön edistäminen	21
3.2.1	Hauen kutualueiden kunnostus: isosorsimon torjunta	23
3.3	Seuranta	24
3.3.1	Jatkuvatoiminen vedenlaatusuuranta ja ulkoinen kuormitus	24
3.3.2	Ravinnetasetutkimus	29
3.3.3	Hiidenveden yhteistarkkailun ulkopuolisten alueiden vedenlaadun seuranta	30
3.3.4	Kosteikkojen toimivuuden seuranta	32
3.3.5	Ravintoverkon seuranta (sulkasääsket ja reliktiäyriäiset)	34
3.4	Valuma-alueen pienempien järvien kunnostussuunnitelmat ja lisäselvitykset	36
3.4.1	Lehmijärven kunnostussuunnitelma	36
3.4.2	Averian kunnostussuunnitelma	37
3.4.3	Lopen vesistöselvitys	38
3.4.4	Vaskijärven kunnostustarkastelu	39
3.5	Viestintä	40
4	Yhteenveto Hiidenveden tilasta ja kunnostustarpeesta	41
	Lähteet	43
	Liitteet	44
	Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021	
	Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022	
	Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020	
	Liite 4. Vaskijärven kunnostustarkastelu	
	Liite 5. Lohjan Lehmijärven kunnostussuunnitelma LUONNOS	
	Liite 6. Vihdin Averian kunnostussuunnitelma	
	Liite 7. Hiidenveden kunnostushankkeen kosteikot	

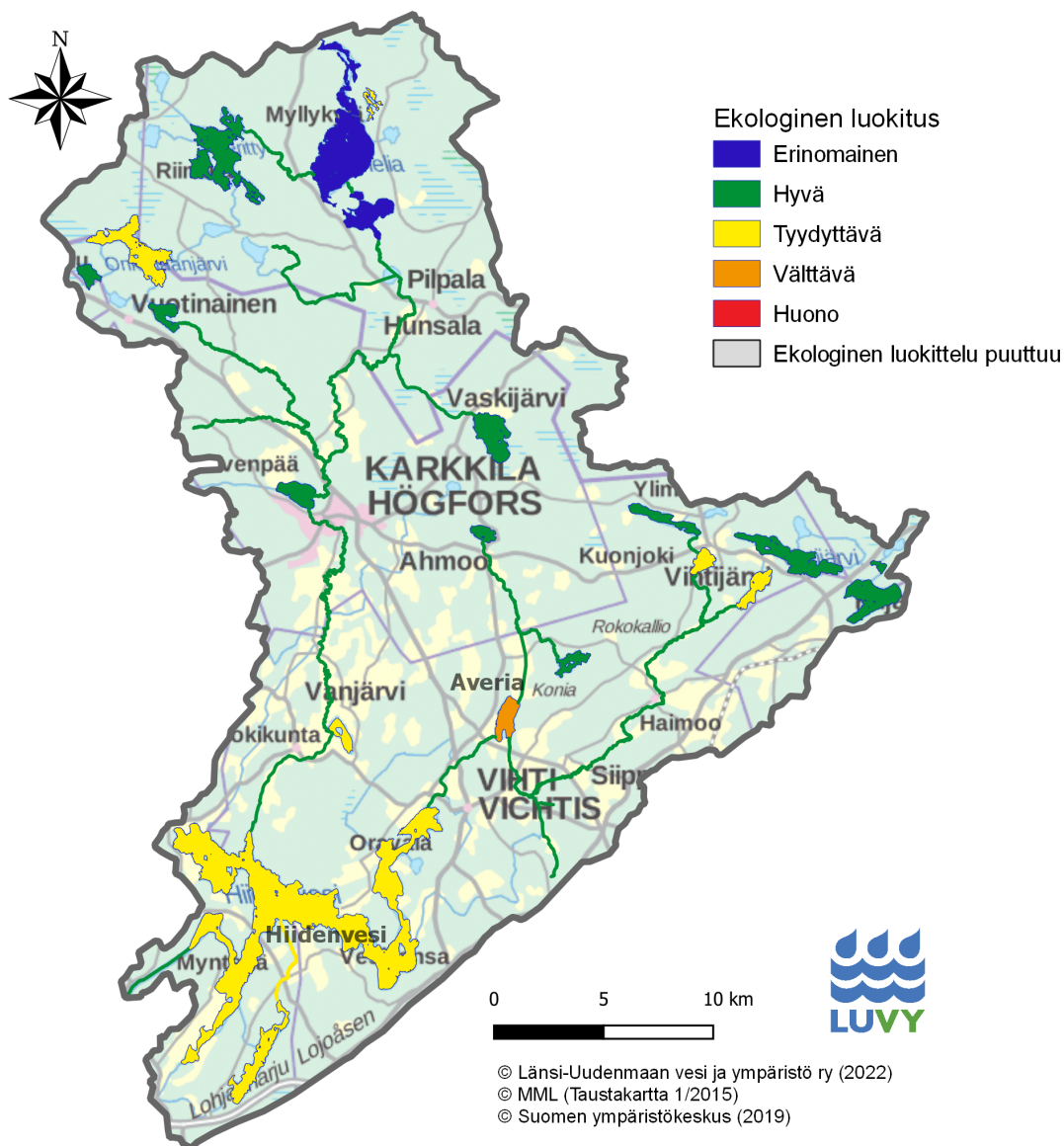
1 Johdanto

Hiidenvesi on Uudenmaan toiseksi suurin järvi Lohjan kaupungin ja Vihdin kunnan alueella. Se on luontaisesti rehevä ja kuuluu järvityyppiin runsasravinteiset järvet (Rr). Hiidenvesi on ollut paleolimnologisten tutkimusten mukaan keskirehevä jo 300 vuotta sitten (Weckström ym. 2011). Hiidenveden valuma-alue on laaja (935 m²) ulottuen Karkkilan ja Lopen alueelle, maaperän ollessa suurelta osin ravinnerikasta savimaata (kuva 1). Ihmistoiminta (mm. säännöstely, maankäyttö, teollisten ravinteiden käyttöönotto) on heikentänyt järven tilaa ja kiihdyttänyt sen rehevöitymistä. Nykyisin Hiidenveden ekologinen tila on tyydyttävä. Järven käyttöä heikentävät toistuvat kesäiset sinileväkukinnat, ranta-alueiden umpeenkasvu, vieraslajit ja kalaston muuttuminen paikoin särkikalavaltaiseksi.

Hiidenveden kunnostusta on tehty jo vuodesta 1995 lähtien eli 27 vuoden ajan. Ensimmäiset vuodet kunnostustyön pääpaino oli hoitokalastuksessa, jonka tulokset osoittautuivat heikoiksi. Syinä tähän tunnistettiin Hiidenveden ravintoverkon erityispiirteet (mm. runsas sulkasääskikanta ja sen kyky laidunnaa eläinplanktonia) ja liian voimakas ulkoinen kuormitus. Sisäisen kuormitus todettiin jo vuonna 2003 tehdyssä kunnostussuunnitelmassa hyvin voimakkaaksi, lähes 15-kertaiseksi ulkoiseen kuormitukseen verrattuna (Marttila 2003). Samassa yhteydessä todettiin järven ulkoisen kuormituksen ylittävän kriittisen ylärajan, joka viittaa järven nopeaan rehevöitymiseen. Tällöin arvoitiin, että ulkoinen kuormitus tulisi puolittaa rehevöitymisen pysäyttämiseksi ja vasta sen jälkeen panostaa merkittävämmiin sisäisen kuormituksen vähentämiseen. Vuodesta 2005 lähtien Hiidenveden kunnostus -hankkeen pääpaino on ollut valuma-alueen kunnostamisessa ja ulkoisen kiintoaine- ja ravinnekuorman vähentämistoimissa.

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY) on koordinoanut Hiidenveden kunnostus -hanketta lukuun ottamatta muutaman vuoden jaksoa, jolloin koordinointi tapahtui Vihdin kunnan toimesta (vuosina 2005–2007). Kunnostustyöstä ja sen jatkosta päätettiin alkuvaiheessa aina vuosittain, mutta ensimmäinen pidempi sitoutuminen rahoittajilta saatiin vuonna 2007 nelivuotiselle hankekaudelle (2008–2011). Valuma-alueen kunnat, Vihti, Lohja, Karkkila ja Loppi, sekä Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, Hiidenveden kalastusalue (nykyisin Karjaanjoen vesistön kalatalousalue) ja LUVY ovat jatkaneet hankkeen rahoitusta kausina 2012–2015, 2016–2021 ja 2022–2027. Rahoittajien takaaman rahoituksen turvin Hiidenveden tilan parantamista on voitu jatkaa pitkäjänteisesti.

Tässä raportissa esitellään Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeen tavoitteet, toimenpiteet ja tulokset. Hanke on toteuttanut nykyistä Hiidenveden hoito- ja kunnostussuunnitelmaa (Hagman 2012) ja saanut Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksesta 50 % avustusta toteutuneista kustannuksista. Raportissa paitsi esitellään vuosien 2020–2022 toimet, myös tehdään johtopäätöksiä kunnostustoimien vaikutavuudesta ja esitetään suuntaviivat kunnostustoimille tulevaisuudessa.



Kuva 1. Hiidenveden valuma-alue ja pintavesien ekologinen tila.

2 Hankkeen hallinnointi ja talous

2.1 Hankkeen koordinointi

Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hanketta koordinoi Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY). Hankkeen ylintä päätösvaltaa käytti hankkeen rahoittajista koostuva ohjausryhmä, joka kokoontui hankkeen aikana yhteensä 12 kertaa. LUVYn osalta ohjausryhmässä toimi toiminnanjohtaja sekä hankkeen koordinaattori.

2.2 Rahoitus ja budjetti

Hankkeen kokonaisbudjetti oli 651 900 euroa (taulukko 1), josta 50 % saatiin Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen avustuksena Vesiensuojelun tehostamisohjelmasta 5.6.2020. Hanketta rahoitti (suluissa rahoitusosuus) Vihti (45 %), Lohja (34 %), Karkkila (7 %), Loppi (3 %), Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY) (7 %) ja Karjaanjoen vesistön kalatalousalue (2 %) sekä LUVY (2 %). Hankkeen toimenpiteistä (momenttikohdennus maanparannusainevarojen käytöstä muissa toimenpiteissä) tehtiin muutoshakemus ja saatiin myönteinen päätös 18.11.2021. Hankkeen toteutusaika oli 28.11.2019 – 15.11.2022.

Taulukko 1. Hankkeen rahoitussuunnitelma vuosille 2020–2022.

Rahoitus	2020–2022, €	Toteutuneet yhteensä	Jäljellä
Uudenmaan ELY:n avustus	325 950	325 950	0
LUVY	325 950	325 972	-22
Yhteensä	651 900	651 922	-22

Hankkeen kustannuksista merkittävän osuuden muodostivat ostopalvelut ja palkkakustannukset (taulukko 2).

Taulukko 2. Hankkeen kustannukset eriteltynä, budjetti ja toteuma vuosina 2020–2022.

Kustannukset	Budjetti, €	Kulut jaksolla 1.1.-31.12.2020	Kulut jaksolla 1.1.-31.10.2021	Kulut jaksolla 1.11.2021-30.4.2022	Kulut jaksolla 1.5.-31.10.2022	Toteutuneet yhteensä	Jäljellä
Palkat	275 000	108 344	75 918	59 782	39 908	283 952	-8 952
Matkat	10 900	3 685	3 192	1 169	2 783	10 828	72
Ostopalvelut	337 500	172 356	117 336	10 393	19 305	319 389	18 111
Hallinnon kulut	28 500	16 915	10 218	7 592	3 028	37 752	-9 252
Talkootyö	0	0		0		0	0
Yhteensä	651 900	301 299	206 663	78 936	65 023	651 922	-22

2.3 Yhteistyöhankkeet ja lisärahoituksen hankinta

Hiidenveden kunnostuksessa lisäresurssien hankinta takaa pitkäjänteisen työn. Kuntien ja muiden sopimusrahoittajien perusrahoitus on mahdollistanut useiden yhteistyöhankkeiden aloittamisen. Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeessa on valmisteltu vuosittain useita rahoitushakemuksia, jotka ovat menestyksekkäästi laajentaneet valuma-alueen kunnostustyötä erilaisiin yhteistyöhankkeisiin. Hiidenveden kunnostus -hanke on osa Lohikalat Karjaanjoelle vesistövisiota, jonka alla toimii useita, erityisesti virtavesiluontoon keskittyneitä hankkeita. Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hanke on tehnyt yhteistyötä seuraavissa hankkeissa:

Freshabit LIFE IP

LUVY on ollut mukana Metsähallituksen koordinoimassa EU-hankkeessa (kokonaisrahoitusosuus 20 M€, josta LUVY 1,3 M€ (EU-rahoitusosuus 0,8 M€)). Freshabit-hankkeessa on toteutettu vesienhoitotoimenpiteitä lajien ja niiden elinalueiden suojelun edistämiseksi. Hankkeen keskeisiä toimenpiteitä ovat olleet siten vedenlaadun parantaminen, elinympäristökunnostukset, kalateiden rakentaminen ja lohikalakantojen palauttaminen. Nämä toimenpiteet mahdollistavat lohikalojen palauttamisen Karjaanjoen latvavesiin, ja näiltä osin tavoitteet ovat yhteneväisiä Hiidenveden kunnostus -hankkeen tavoitteiden kanssa. Hankkeen aikataulu on 2016–2022.

Siuntionjoen kunnostus 2020–2022

Hankkeessa on tavoiteltu Siuntionjoen vesistön parempaa tilaa, luontoarvojen ja elinympäristöjen säilyttämistä, vaellusesteiden poistamista sekä virkistys- ja hyötykäyttömahdollisuuksien edistämistä. Näihin tavoitteisiin pääseminen edellyttää kokonaisvaltaista ongelma-alueiden tunnistamista, suunnittelua sekä pitkäjänteistä

kunnostustoimintaa yhteistyössä alueen paikallistoimijoiden kanssa. Hiidenveden kunnostus -hanke on tehnyt yhteistyötä hankkeen kanssa etenkin yhteisten pellonpiennartilaisuuksien järjestämisessä. Hankkeen kokonaisrahoitus on 858 000 € ja aikataulu 11/2019–11/2022.

Huomio metsien vesienhoitoon - Fokus på skogsbrukets vattenvård

Hiidenveden kunnostus -hanke on ollut partnerina Huomio metsien vesienhoitoon - Fokus på skogsbrukets vattenvård -hankkeessa, jota rahoitetaan Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmasta. Hankkeessa ovat olleet mukana Suomen metsäkeskus, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry sekä Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys ry. Hanke on keskittynyt tiedonvälitykseen, tavoitteena vähentää metsätalouden tehostumisen aiheuttamia riskejä metsävaltaisilla valuma-alueilla sijaitseviin vesistöihin. Tarkoituksena on ollut tunnistaa valuma-alueet, joiden vesistöihin kohdistuu metsänhoidon vuoksi suurimmat riskit. Hankkeessa jaetaan tietoa vesistökohtaisesti tehokkaista vesiensuojelumenetelmistä metsänomistajille ja kaikille vesiensuojelusta paikallistasolla kiinnostuneille tahoille. Hankkeelle myönnetty kokonaisrahoitus on 170 000 € ja aikataulu 11/2019–10/2022.

Länsi-Uusimaa HOLA Lake II -hanke

Hankkeen tavoitteina ovat osallistavien vesienhoidon menetelmien kehittäminen, kansainvälisen yhteistyön lisääminen ja verkostojen luominen, kalavesien hoidon asiantuntemuksen kehittäminen ja kokemusten jakaminen, kohdejärvien elinvoiman ja vetovoimaisuuden lisääminen, järvien virkistyskäyttöarvon parantaminen ja virkistyskalastusmahdollisuuksien lisääminen, kotimaisen kalan etenkin vajaasti hyödynnettyjen särkikalajien hyötykäytön lisääminen petokalakantojen vahvistaminen (Hiidenvesi), alueen asukkaiden ja muiden toimijoiden yhteistyön lisääminen, osallistavan vieraslajiseurannan kehittäminen (Hiidenvesi) ja paikallisten kalastajien sitouttaminen kalavesien seurantaan (Hiidenvesi). Hankkeen yhteistyökumppaneina ovat Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö, Pyhäjärvi-instituutti sekä Osby kommun Ruotsista. Hankkeen kokonaiskustannukset ovat 176 950 € josta EU:n rahoitusosuus on 66 887 €. Hanke alkoi 1/2022 ja päättyi 3/2024.

Länsi-Uudenmaan hoitokalastuksen tehostamishanke 2021–2023 – ”HOITOKALA”

Hankkeessa Hiidenveden vesistöalueelle laaditaan hoitokalastussuunnitelma pohjautuen jo olemassa olevaan tietoon ja tarkennettuun tietoon, jota kerätään kaikuluotauksilla, selvittämällä kuhan ja hauen ravinnonkäyttöä Hiidenvedellä, seuraamalla Kirkkojärven haukikosteikon toimintaa ja kuulemalla paikallisten vesialueiden omistajien ja toimijoiden näkemyksiä hoitokalastuksesta Hiidenveden alueella sekä muilla pienemmillä järvillä Hiidenveden valuma-alueella. Hakemus laadittiin yhteistyössä Siuntionjoki 2030 -hankkeen kanssa. Hiidenveden kunnostus -hankkeen (visiosopimus) omarahoitusta hankkeessa on 73 000 €, jolle haettiin 50 % lisärahoitusta. Uudenmaan ELY-keskus myönsi vesiensuojelun tehostamisohjelmasta 50 % avustuksen toteutuneista kustannuksista. Hanke alkoi 11/2020 ja päättyi 11/2023.

Vesienhallintaa Länsi-Uudellamaalla maa- ja metsätalousalueilla – ”VALUME”

Hankkeessa on toteutettu valuma-alueen maa- ja metsätalouden vesienhallintatoimenpiteitä Maasojan ja Iso Myllylammen valuma-alueilla. Toimia ovat olleet kosteikkojen perustaminen, kaksitasouomat, metsätalouden vesienhallintarakenteet, maanparannusaineet sekä viestintä ja seuranta toimenpiteisiin liittyen. Hanketta on toteutettu yhteistyössä Siuntionjoki 2030 -vesistövision kanssa. Hiidenveden kunnostus -hankkeen omarahoitusta hankkeessa on 50 500 € ja rahoittajan osuus hankkeen kustannuksista on 70 %. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen myönteinen rahoituspäätös saatiin huhtikuun 2021 lopulla. Hankkeen kokonaisbudjetti on 258 800 € ja aikataulu on 3/2021–10/2022.

Virtavesikunnostuskurssi

LUVY on ollut yhteistyössä Valonian kanssa järjestämässä innovatiivista ja vertaisoppimista hyödyntävää virtavesikunnostuskurssia. Kurssilla järjestettiin vuosien 2020–2021 aikana webinaarisarja. Webinaarin tavoitteena oli edistää paikallisten vapaaehtoistoimijoiden tietämystä virtavesiluonnosta, kunnostuksista ja seurannasta sekä parantaa alueellisten, ammattimaisten vesistökuunnostustoimijoiden valmiuksia koordinoita ja toteuttaa virtavesikunnostustyötä. Lisäksi kurssilla on kartoitettu taimenten lisääntymisaluiden sijaintia ja elinympäristöjen laatua paikkatietoanalyysillä ja sähkökoekalastuksilla. Tarkoituksena on ollut tunnistaa taimenen elinympäristöihin kohdistuvia ilmastonmuutoksen ja maankäytön aiheuttamia riskejä. Avoimien paikkatietoaineistojen avulla saadaan kattavasti tietoa vesistöjen ominaisuuksista ja vesistöihin vaikuttavasta maankäytöstä. Hanke on osa Kalatalouden ympäristöohjelmaa, jonka kokonaisbudjetti on 2 500 000 € (koostuen sekä EU:n EMKR että kansallisesta rahoitusosuudesta). Hankkeen aikataulu on 4/2020–12/2022.

Länsi-Uudenmaan hajajätevesihanke

Hankkeessa on pyritty edistämään haja-asutuksen jäteveden käsittelyä yhteistyössä alueen kuntien kanssa. Hankkeeseen on osallistunut alueen kahdeksan kuntaa: Hanko, Inkoo, Karkkila, Kirkkonummi, Lohja, Raasepori, Siuntio ja Vihti. Hanke on ollut osa Länsi-Uudenmaan kuntien hajajätevesistrategiaa 2014–2021 sekä 2022–2026. Hankkeen rahoitus tulee alueen kunnilta. Hanke jatkuu vielä vuonna 2022.

Pienvesi-HELMI

Hankkeessa kartoitetaan, suunnitellaan ja toteutetaan eri tyyppisten pienvesien ennallistamisia viidellä kohdealueella eri puolilla Suomea: Lapissa, Keski-Suomessa, Varsinais Suomessa, Uudellamaalla ja Satakunnassa. Hiidenveden valuma-alueella tarkoitus on laatia Löytlamminojen ennallistamissuunnitelma. Hankkeen kokonaisbudjetti on 100 000 €, josta Uudenmaan osahankkeen (LUVY) osuus on 20 000 €. Hankkeen aikataulu on 1/2021–12/2023.

Länsi-Uudenmaan maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen vähentämishanke ”LUMME”

Hankkeen tavoitteena on luoda toimiva verkosto ja viestintäkanava, jonka avulla maa- ja metsätalouden harjoittajat löytävät hanke- ja tukirahoituksen mahdollisuudet. Hankkeessa kehitetään vesiensuojelua painottava neuvonnan kokonaisuus, joka kannustaa ja ohjaa viljelijöitä jatkossa myös oma-aloitteiseen tukien hakemiseen. Neuvontakonseptia pilotoidaan hankkeen kohdealueilla ja sitä kehitetään yhdessä maanviljelijöiden kanssa. Kiinnostuneiden viljelijöiden kanssa kartoitetaan neuvonnan yhteydessä kullekin kohteelle vesiensuojelullisesti kustannustehokkaimmat ratkaisut ja toteutetaan ne resurssien puitteissa. Hankkeessa myös kehitetään metsätalouden vesiensuojelupainotteista neuvontaa. Hankkeen kokonaisbudjetti on 961 800 €, josta omarahoituksen osuus on 471 900 €. Hankkeen aikataulu on 1/2022–12/2024.

Virtavesiluonnon suojeleminen, kunnostaminen ja monimuotoisuuden turvaaminen Länsi-Uudellamaalla ”LUUVIRSU”

LUUVIRSU on yleishyödyllinen vesienhoitoa ja vesistötoimenpiteitä toteuttava hanke, joka edistää Länsi-Uudenmaan vesistöjen monipuolista käyttöä ja hyvää tilaa, turvaa luonnon monimuotoisuutta ja vahvistaa uhanalaisten lajien elinvoimaisuutta kunnostamalla virtavesiä sekä edistäen koko virtavesiekosysteemin toiminnallisuuden palautumista. Tavoitteisiin pyrkimiseksi hankkeessa inventoidaan, suunnitellaan ja toteutetaan virtavesikunnostuksia, poistetaan pienempiä vaellusesteitä ja edistetään suurempien vaellusesteiden poistamista. Virtavesiekosysteemien toiminnallisuuden palautumisen edistämiseksi elinympäristökunnostusten lisäksi toteutetaan uhanalaisten tai hävinneiden avainlajien tuki- ja palautustoimenpiteitä sekä seurataan toimenpiteiden vaikuttavuutta. Karjaanjoen vesistöalueella LUUVIRSU edistää Lohikalat Karjaanjoelle 2030 -vesistövision toteutumista. Karjaanjoen vesistövision tavoitteena on, että Karjaanjoki valuma-alueineen on hyvässä ekologisisessa tilassa, raakkujen ja lohikalajien luontainen elinkierto on turvattu ja vesistöjen virkistyskäyttömahdollisuudet

ovat monipuolistuneet. Hankkeen kokonaisbudjetti on 554 000 €, josta omarahoitusta on 277 000 €. Hanke on saanut Uudenmaan ELY-keskuksen 50 %:n avustuksen toteutuneista kustannuksista. Hankkeen aikataulu on 1/2022–12/2024.

Karkkilan NOUSU – esiselvityshanke

Hankkeen tavoitteena on Karkkilan keskustassa sijaitsevan vaellusesteenä toimivan Högforsin padon nykytilan ja käyttötarpeen tarkastelu, vaihtoehtoselvitys vaellusesteettömäksi saattamisesta ja mahdollisten kunnostustoimien vesioikeudellisen hankesuunnitelman valmistelu. Hankkeen kokonaisbudjetti on 71 000 €. MMM:n NOUSU-hanke rahoittaa hanketta 35 500 €:lla saman suuruista omarahoitusta vastaan. Omarahoituksesta vastaavat Hiidenveden kunnostus -hanke, Karkkilan kaupunki, Virtavesien hoitoyhdistys Virho ry ja Nyhkälän-Järvenpään-Tuorilan-Vattolan osakaskunnat. Hankkeen aikataulu on 4/2022–6/2023.

3 Hankkeen toimenpiteet

3.1 Ulkoisen ravinne- ja kiintoainekuormituksen hallinta

Hiidenveden hoito- ja kunnostussuunnitelman (Hagman 2012) mukaan Hiidenveden rehevöitymiskiirteen katkaisemiseksi olennaista on vähentää valuma-alueelta tulevaa ulkoista kiintoaine- ja fosforikuormitusta. Hankkeessa kuormitusta on lähdetty vähentämään kosteikkoja perustamalla sekä maataloustoimijoiden, haja-asukkaiden ja hevostallien neuvonnalla. Lisäksi pilotoitiin maanparannusaineiden levityksiä, jotka kuitenkin jouduttiin keskeyttämään toimenpiteen tukikelpoisuuden rauettua hankkeen aikana.

Kosteikkoja on perustettu hankkeen rahoituksella valuma-alueelle pohjautuen olemassa oleviin kosteikkoyleissuunnitelmiin. Yleissuunnitelmista on priorisoitu kustannustehokkaimmat kohteet toteutukseen. Lisäksi hankkeessa on huomioitu yleissuunnitelman ulkopuolisia kosteikkokohteita tai muita ulkoisen kiintoainekuormituksen hallintaa edistäviä kohteita (kuten kaksitasouomat, laskeutusaltaat), joiden vesiensuojellinen vaikutavuus on puoltanut niiden rakentamista.

Sopivien kosteikkokohteiden kartoitusta, markkinointia maanomistajille ja niiden rakentamisen koordinointia on tehty hankkeen omana työnä. Kosteikkokohteiden suunnitelmia on laadittu osin omana työnä ja osin ostopalveluna alan kokeneilta asiantuntijoilta. Kosteikkojen rakennustyöt on toteutettu ostopalveluna.

Neuvontaa on tehty hankkeen omana työnä sekä yhteistyöhankkeissa tarjoamalla paitsi kiinteistö- tai tallikohteisesti myös tilaisuuksissa.

3.1.1 Kosteikot ja muut vesiensuojelurakenteet

Vuosien 2020–2022 toimintasuunnitelmissa esitetyt tavoitteet olivat:

- Toteuttaa kosteikkoja ja muita vesistökuormitusta vähentäviä rakenteita kuten maatalousojien tulvatasanteita ja uomakunnostuksia resurssien mukaan
- Kunnostaa tai avustaa maanomistajia kunnostamaan aiemmin perustettuja kohteita valuma-alueella talousarvion puitteissa
- Edistetään kosteikkojen toteuttamista myös tukemalla maanomistajia ei-tuotannollisten investointituen tai muiden rahoituslähteiden hakuun kosteikon perustamiseksi, esim. laatimaalla kosteikon perustamis- tai kunnostussuunnitelma ja/tai avustamalla rahoitushakemusten laatimisessa

Hiidenveden kunnostus -hankkeessa vuosina 2020–2022 toteutettiin yhteensä viisi (5) uutta kosteikkoa, yksi (1) kaksitasouoma sekä laskeutusallas ja kaksi (2) kosteikkokunnostusta. Uudet toteutetut ja kartoitetut kosteikot sekä muut rakenteet on esitetty kartalla liitteessä 4.

Valmistuneet kosteikot ja kaksitasouomat

Myllypuiston kosteikko (Karkkila)

Myllypuiston kosteikko valmistui Karkkilan keskustaasta kesäkuussa 2020 (Ikonen ym. 2021a). Altaan tarkoituksena on pidättää Karkkilan keskustasta saapuvan huleveden mukana tulevaa kiintoainekuormitusta. Tavoitteena on parantaa Karjaanjokeen päätyvän veden laatua ja pienentää lohikaloille haitallista kiintoainekuormitusta. Kosteikon pinta-ala suhteessa valuma-alueeseen on 0,63 %. Kohteelle haettiin maisematyöluupa Karkkilan kaupungilta, ja kohde sijaitsee Karkkilan kaupungin omistamalla kiinteistöllä. Kosteikkoallas sijaitsee keskeisellä paikalla virkistysalueella Karkkilan Myllypuistossa. Allas muotoiltiin luonnonmukaiseksi ja se verhoiltiin osin soralla ja kivillä, joiden on tarkoitus ohjata veden kulkua ja suodattaa vettä.

Voimakkaat sulamisvedet ja sateet saivat kosteikon joenpuoleisen penkan vajoamaan vuonna 2021. Penkan liikkumista seurattiin 2021 ja 2022. Vuonna 2022 liikkumisen todettiin pysähtyneen ja penkkaa tehtiin korjauksia. Korjauksessa rikkonaisiin kohtiin asennettiin tukiverkko, joka verhoiltiin kiviaineksella (kuva 3).

Anteelanlahden kosteikko (Lohja)

Anteelanlahden kosteikkoalue sijaitsee Lohjalla Hiidenveden Isontalonselän rannalla (Ikonen ym. 2021a). Kyseessä on Hiidenveden kosteikkoyleissuunnitelman kohde 110. Kosteikko valmistui vuonna 2020. Alue oli enimmäkseen puutonta avoluhtaa, jolla kasvaa tervaleppiä. Lähes yksiomaisena valtalajina on vieraslaji isosorsimo (*Glyceria maxima*). Avoluhtan edustalla on laaja järviruovikko (*Phragmites australis*). Valuma-alueen pellolta tuleva valtaoja on kaivettu ja suoristettu, ja laski ennen kosteikon perustamista luhdan läpi suoraan ruovikkoon. Kosteikon perustamisella tehostettiin ravinteiden ja kiintoaineksen sitoutumista. Vesiensuojelullista toimivuutta lisättiin kaivamalla ojan suuhun avoin allaskosteikko, joka pystyy paremmin pidättämään mm. kiintoainesta ennen veden pääsyä järveen. Kosteikon rakenne on suunniteltu luonnonmukaisesti ja veden pidätyksen kannalta optimaaliseksi. Kosteikon valuma-alueella on peltoa 70 %, ja kosteikkoala valuma-alueesta on 1,69 %.

Kouvolanselän kosteikko (Lohja)

Kouvolanselän kosteikkoalue sijaitsee Hiidenveden Kouvolanselän länsirannan luhdalla. Kohde on Hiidenveden lähialueen kosteikkojen yleissuunnitelmassa kohde nro 109. Kosteikko valmistui vuonna 2020 (Ikonen ym. 2021a). Kosteikkoon laskee valtaoja peltovaltaiselta alueelta. Ennen kosteikon rakentamista valtaoja laski luhdan läpi suoraan Hiidenveteen, eikä luhta toiminut ojavesien suodattajana. Kosteikon perustamisella tehostettiin ravinteiden ja kiintoaineksen sitoutumista. Kosteikkoallas muotoiltiin siten, että veden virtausreitti on mahdollisimman pitkä. Altaiisiin jää suurin osa ojavesien mukanaan tuomasta karkeammasta maa-aineksesta ja osa hienommasta. Kosteikkoaltaaseen kaivettiin ojan suuhun syvämpi alue, johon kerääntyvä liete voidaan tarvittaessa poistaa esim. kaivurilla. Altaasta vesi valuu luontaisen rantakosteikon läpi Hiidenveteen. Altaan vedenpinnan korkeus mahdollistaa kevätkutuihin kalojen, kuten hauen nousun altaaseen kutemaan. Kosteikon valuma-alueella on peltoa 61 %, ja kosteikkoala valuma-alueesta on 1,07 %.

Moision kosteikko (Vihti)

Moision kosteikkoalue on Olkkalanjokeen ja siitä Hiidenveteen laskevan Hiuraanojan uoman itäpuoleista tulvasasannetta. Kosteikko valmistui vuonna 2020 (Ikonen ym. 2021a). Kohde perustettiin yhteistyössä WWF Suomen kanssa. Kosteikkoon tulee vesiä pellon reunaojaa pitkin sekä pintavalumana läheisiltä rinteiltä. Valuma-alue on kosteikon alarajan kohdalla noin 4,5 hehtaaria, josta on peltoa 20 %.

Ennen kosteikon rakentamista pellolta tulevat vedet suodattuivat tulvasasanteen eteläreunaa pitkin Hiuraanojaan. Kosteikon perustamisella tehostettiin ravinteiden ja kiintoaineksen sitoutumista. Tarkoituksena oli lisätä vesiensuojelullista toimivuutta kaivamalla alueelle avoin allaskosteikko, joka pystyy paremmin pidättämään mm. kiintoainesta ennen veden pääsyä taimenen elinympäristönä toimivaan Hiuraanojaan. Kosteikkorakentamisessa ei muutettu Hiuraanojan luonnontilaista uomaa. Allas muotoiltiin luonnonmukaiseksi ja sellaiseksi, että veden viipymä on mahdollisimman pitkä mm. saarekkeen avulla. Altaaseen jää suurin osa ojavesien mukanaan tuomasta karkeammasta maa-aineksesta ja osa hienommasta. Altaaseen kaivettiin syvämmät alueet, joihin kerääntyvä liete voidaan tarvittaessa poistaa esim. kaivurilla.

Pullin kaksitasouoma ja laskeutusallas (Lohja)

Hankkeessa muutettiin eroosioherkkä pelto-oja kaksitasouomaksi Lohjalla Pullin kylässä (Ikonen ym. 2021a). Kaksitasouomaksi muutetun jyrkän ja voimakkaasta eroosiosta kärsivän pelto-ojan pituus on noin 155 metriä, ja sen päähän totutettiin kiintoainesta pidättävä laskeutusallas. Laskeutusaltaasta oja laskee aiemmin toteutettuun Pullin kosteikkoon. Tavoitteena kaksitasouomalla on eroosion vähentäminen ja sitä kautta pellon kuivatuksen ja alapuolisen kosteikon toiminnan parantaminen sekä yleisesti vesistöille haitallisen kiintoainekuormituksen syntymisen ehkäisy. Työ tehtiin kesän ja syksyn 2020 aikana. Vuonna 2022 todettiin osan kaksitasouoman luiskien sortuneen. Korjaus pyritään tekemään vuoden 2023 aikana.

Vierelän kosteikko (Vihti)

Vierelän kosteikko sijaitsee Vierelän luomutilalla Vihtijoen rannalla. Kosteikon kaivuu toteutettiin kesällä 2021, jonka jälkeen kosteikko jätettiin kasvittumaan vuodeksi. Puron vedet ohjattiin kosteikkoon kesällä 2022 (kuva 2). Vanhan Porintien ja Vihtijoen kulmassa oli viljelyyn liian kostea alue, jolle maanomistaja ehdotti vesiensuojelukosteikon perustamista. Vierelän kosteikossa suunnitelmassa Levoinojaksi nimetyn puron vedet johdetaan kosteikon läpi ennen niiden päätymistä Vihtijokeen. Kosteikon kaivuusta muodostuneet multavat pintamaat läjitettiin jäljelle jääneelle pellolle, jolloin pellon viljeltävyys parani. Kosteikon valuma-alue on 176 ha, josta peltoa on 34 %. Toteutetun kosteikon pinta-ala keskivedenaikaan on 1,2 ha, joka vastaa 0,7 % valuma-alueesta.



Kuva 2. Vasemmalla Vierelän kosteikko kesällä 2022 puroyhteyden avaamisen jälkeen kuvattuna Vihtijoen puolelta. Oikealla kaivinkone tekemässä puroyhteyden avaamista (LUVY / Virve Ståhl).

Kosteikon perustamisen myötä kostealle peltoalueelle luotiin rehevää kosteikkokasvillisuutta sekä vesipintaa, jotka luovat maisemaan vaihtelevia elinympäristöjä. Luonnonmukaisiksi perustetut kosteikkoalueet kehittyvät vuosien saatossa ja muuttuvat vuodenaikojen mukaan. Kosteikko tarjoaa ranta- ja vesilinnuille ravinnonhankinta- ja pesimäympäristöjä. Lintuja varten kosteikkoon toteutettiin useampi lintusaari. Alue monipuolistaa myös muuta vesi- ja kosteikkolajistoa kuten mm. vesiselkärangattomia, sammakkoeläimiä ja lepakoita. Suunnitellun kosteikon vettä puhdistava vaikutus kohdistuu vastaanottavaan Vihtijokeen ja sen kautta Hiidenveteen. Kosteikko vähentää Vihtijokeen kohdistuvaa kiintoaine- ja fosforikuormaa, mikä hillitsee myös vesistön rehevöitymistä. Ravinteiden ja kiintoaineen ohella kosteikot puhdistavat vedestä myös valuma-alueelta purkautuvia mahdollisia muita vesiekosysteemille haitallisia aineita, kuten torjunta-aineita. Kohdealue itsessään tulee muodostamaan rikkaan elinympäristön kosteikkojen ja savipurojen eliöstölle.

Kartoitetut ja kunnostetut kosteikot

Mansikin kosteikko (Karkkila)

Hankkeessa laadittiin esiselvitys hulevesien hallintaan tähtäävän Mansikin kosteikon perustamisesta Karjaanjoen rantaan Karkkilassa (Ikonen ym. 2021a). Mansikin hulevesikosteikon tavoitteena on hulevesien laadun parantaminen ennen Karjaanjokeen purkua. Käsiteltävien hulevesien tarpeeksi on rajattu noin 20 hehtaarin

valuma-alueen kiinteistöjen hulevedet sekä Karkkilan Motocrossradalta ja sen suunnitellulta meluvallilta rakentamisen aikana ja sen jälkeen muodostuvat hulevedet. Hulevesillä tarkoitetaan kaupungistuneella alueella sateella ja lumen sulaessa pinnoilta muodostuvaa pintavaluntavettä. Kohteessa kosteikolla on mahdollista myös jatkokäsittellä puhdistettua jätevettä.

Pirtinojan kosteikon laajennus (Vihti)

Hankkeessa toteutettiin Vihtijärven-Lapoon suojeluyhdistyksen kutsusta maastokartoitus Lapoon valuma-alueella sijaitsevalle Pirtinojan-Sorvarinojan valuma-alueelle ja Pirtinojan 2000-luvun alussa. Maastokartoituksen pohjalta hankkeessa laadittiin suunnitelma kosteikon laajennuksesta (Ikonen ym. 2021a). Järvien suojeluyhdistys kävi keskusteluja maanomistajan kanssa, mutta kunnostustoimille ei saatu maanomistajan suostumusta. Kunnostustoimia ei siis toistaiseksi toteutettu.

Ridanojan kosteikon kunnostus (Karkkila)

Vuonna 2016 perustettu Karkkilan Ridanojan laskeutusallas tyhjennettiin kaivinkoneella vuonna 2019 sen täytyttyä metsätalousvaltaisen valuma-alueen kuormituksen johdosta. Vuonna 2020 sen havaittiin jälleen täyttyneet ja tyhjennys suoritettiin uudestaan, tällä kertaa imuruoppauksella (Ikonen ym. 2021a). Samalla saatiin lisätietoa siitä, kuinka imuruoppaus soveltuu vastaavien kohteiden tyhjennykseen. Nopeasti uusiutuva tyhjenystarve kertoo niin voimakkaasta kiintoainekuormituksesta kuin pidättävien vesiensuojelurakenteiden lisätarpeesta alueella.

Puhdistamontien kosteikon kunnostus (Karkkila)

Hiidenveden kunnostus -hanke rakennutti Karjaanjokeen laskevaan rinteeseen neljän kosteikkoaltaan ketjun kesällä 2019 (Ikonen ym. 2020). Tavoitteena oli parantaa Karjaanjokeen laskevan veden laatua ja estää vuonna 2017 kunnostettujen taimenen kutusoraikkojen peittyminen lietteeseen. Altaiden valuma-alueesta iso osa on rakennettua aluetta, mm. teollisuusaluetta. Paikalla oli ennestään kaksi rakennettua laskeutusallasta. Runsaat ja pitkäkestoiset sateet aiheuttivat patokynnyksen sortumisen altaassa 2 talvella 2019–2020. Kynnys rakennettiin uudelleen vahvemmalla rakenteella kesällä 2020. Keväällä 2021 koko kosteikkoketjun purkukohtaan Karjaanjokeen todettiin rikkoutuneen. Voimakkaat sulamisvedet olivat vyöryttäneet isotkin kivet kohti jokea. Purkukohtaan elämistä seurattiin 2021 ja 2022. Vuoden 2022 syksyllä purkukohta korjattiin tuomalla uutta kiviainesta ja tukemalla paremmin penkkoja (kuva 3). Korjausurakat toteutti sama urakoitsija, joka oli rakentanut kohteen. Urakoitsija valittiin, koska hän tunsu kohteen entuudestaan ja tiesi, miten olemassa olevaa rakennetta saa kustannustehokkaasti vahvistettua.



Kuva 3. Vasemmassa yläkulmassa Myllypuiston kosteikon vauriot ja oikealla yläkulmassa Myllypuiston kosteikko korjauksen jälkeen lokakuussa 2022. Vasemmalla alakulmassa Puhdistamontien vaurioitunut purkupaikka ja oikealla alakulmassa purkupaikka korjattuna lokakuussa 2022 (LUVY / Virve Ståhl).

3.1.2 Maatalouden vesiensuojelutoimet

Vuosien 2020–2022 toimintasuunnitelmissa esitetyt tavoitteet olivat:

- Toteuttaa vesistökuormitusta vähentäviä maanparannusaineiden levityksiä Hiidenveden peltovaltaisilla osavaluma-alueilla
- Toteuttaa 1–2 valuma-alueen viljelijöille suunnattua tilaisuutta joko järjestämällä koulutustilaisuuksia tai osallistamalla muiden tahojen järjestämiin tilaisuuksiin
- Edistää laajapohjaisen maatalouden vesiensuojeluhankkeen hankesuunnittelua ja pyritään osallistumaan yhteistyöhankkeeseen aktiivisena toimijana

Maanparannusainepilotti

Maanparannusaineiden levitykset jouduttiin hankkeen aikana keskeyttämään tukikelpoisuuden rauettua. Seuraavassa on raportoitu toimet, jotka ehdittiin toteuttaa ennen kuin tieto tukikelpoisuuden raukeamisesta saatiin:

Hankkeessa toteutettiin maanparannusaineiden levitykset Hiidenveden valuma-alueella Lohjan Näkkilässä ja Vihdin Vanhalassa 70 peltohehtaarilla tavoitteen mukaisesti (Ikonen ym. 2021a). Pilottiprojekti sisälsi kartoitusta ja pilottialueiden valintaa, projektin markkinointia viljelijöille ja sopimista viljelijöiden kanssa levityksistä, peltokohtaisten viljavuusanalyysien läpikäyntiä sekä kullekin lohkolle optimaalisen maanparannusaineen ja sen määrän määrittämistä. Maanparannusaineksi kaikille lohkoille suositeltiin rakennekalkkia ja toimittajaksi kilpailutettiin Soilfood.

Maanparannusainepilotin seuranta toteutettiin viljelijäkyselyn ja jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan avulla. Viljelijäkysely laadittiin yhteistyössä KUITU- ja Raaseporinjoki-hankkeiden kanssa, joissa myös toteutettiin vastaavalla konseptilla maanparannusaineiden levityksiä pelloille. Kysely koostui kahdesta osasta: tilanne ennen maanparannusaineen käsittelyä ja tilanne käsittelyn jälkeen. Kysely sisältää kysymyspatteriston maan rakenteesta, vesitaloudesta, sadontuottokyvystä ja biologisesta aktiivisuudesta. Viljelijät palauttivat kyselyn ensimmäiset osat, ja toinen osa oli tarkoitus toteuttaa syksyn 2021 aikana. Kuitenkin maanparannusainepilotin keskeydyttyä keväällä 2021 tähän osahankkeeseen ei enää käytetty työaikaa.



Kuva 4. Rakennekalkitus käynnissä Hiidenveden rannalla syksyllä 2020 (© Inkeri Hennola).

Pellonpiennartilaisuudet

Maatalouskuormituksen vähentämiseksi maanviljelijöille suunnattuja pellonpiennartilaisuuksia järjestettiin vuosina 2020–2022 yhteensä kolme yhteistyöhankkeiden kanssa.

Lokakuussa 2021 tutustuttiin Vierelän luomutilalla maan kasvukunnon parantamiseen ja Hiidenveden kunnostus-hankkeessa valmistuneeseen Vierelän kosteikkoon. Tilaisuuden vetovastuussa olivat Vierelän luomutilan isäntäväki, **Mika ja Eliisa Malin**, jotka esittelivät tilalla kokeilemiaan uudistavia viljelymenetelmiä. Tilaisuuden aikaan tilalla kasvoi syysviljaa, härkäpapua ja nurmiseoksia, joissa oli yhteensä 21 eri lajiketta. Nurmilajikkeet toimivat aluskasveina, jotka kylvetään viljeltävän kasvin alle. Aluskasvien tarkoituksena on viedä tilaa haitallisilta rikkakasveilta sekä pitää maanpinta kasvipeitteisenä viljan puinnin jälkeenkin. Tilaisuuteen osallistui yli 20 osallistujaa.



Kuva 5. Pellonpiennartilaisuus Vierelän tilalla. Etualalla tilan isäntä, Mika Malin, esittelemässä aluskasvillisuutta (LUVY / Jussi Vesterinen).

Huhtikuussa 2022 Tampajan tilalla Kirkkonumella pidetyssä pellonpiennartilaisuudessa kuultiin maanparannusaineista. Kevätauringon lämmittämällä pihamaalla kuultiin aineiden soveltuvuudesta eri peltolohkoille, minkä jälkeen käytiin tutkailemassa läheisen pellon kasvukuntoa. Tilaisuudessa ELY-keskuksen **Niklas Grönroos** kertoi Kipsi-hankkeesta, joka levittäytyy Varsinais-Suomesta koko Suomen rannikolle. Tampajan tilan isäntä **Anton Hentinen** kertoi miettivänsä parhaillaan, miten tilan tuottavuus saataisiin kasvuun. Sitä varten pelloista oli tehty viljavuusanalyysit. Vierelän tilan isäntä ja maanparannusaineita myyvän Soilfoodin edustaja Mika Malin antoi vinkkejä sopivista maanparannusaineista. Tilaisuudessa vieraili toistakymmentä asiasta kiinnostunutta.

Syyskuussa 2022 LUMME-hankkeen kautta järjestettiin ruotsinkielinen pellonpiennartilaisuus Snappertunassa Fagnäsän tilalla. Tapahtuma tarjosi tietoa täsmälannoituksesta, maaperäskannauksesta ja kaksitasouomista sekä alueen ajankohtaisista vesiensuojeluhankkeista. Projektipäällikkö **Sara Vaskio** avasi tapahtuman kertomalla Raaseporinjoki-hankkeesta. Vuoden teema projektin “vesistöystävällinen maatalous” -työpaketissa on täsmälannoitus, josta myös oli lähtöisin pellonpiennartilaisuuden teema. **Emil Hästbacka**, Nylands Svenska Lantbrukssällskapet -seuran neuvoja, kertoi, kuinka täsmälannoitus edistää sekä maanviljelyä että vesiensuojelua. **Mikael Lindroos** esitteli mönkijää, joka oli varustettu SoilOptix Gammasspektrometer -merkkisellä maaperäskannerilla. Tapahtuma houkutteli paikalle yli 30 osallistujaa.

Maa- ja metsätalouden vesiensuojeluhankkeiden suunnittelu

Vuosina 2020–2022 Hiidenveden kunnostus -hanke oli suunnittelemassa kahta isoa hanketta maa- ja metsätaloustuotannon vähentämiseksi: VALUME- ja LUMME -hankkeet. Hankkeita myös rahoitetaan Hiidenveden kunnostushankkeen -omarahoituksesta, jonka jatkosta vuoteen 2027 asti tehtiin sopimus nykyisten sopimusrahoittajien kanssa alkuvuonna 2022.

2020 syksyn rahoitushakuun valmisteltiin hakemusta VALUME-hankkeesta. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen myönteinen rahoituspäätös saatiin huhtikuun 2021 lopulla. Hankkeessa on toteutettu valuma-alueen maa- ja metsätalouden vesienhallintatoimenpiteitä Maasojan ja Iso Myllylammen valuma-alueilla. Toimia ovat olleet kosteikkojen perustaminen, kaksitasouomat, metsätalouden vesienhallintarakenteet, maanparannusaineet sekä

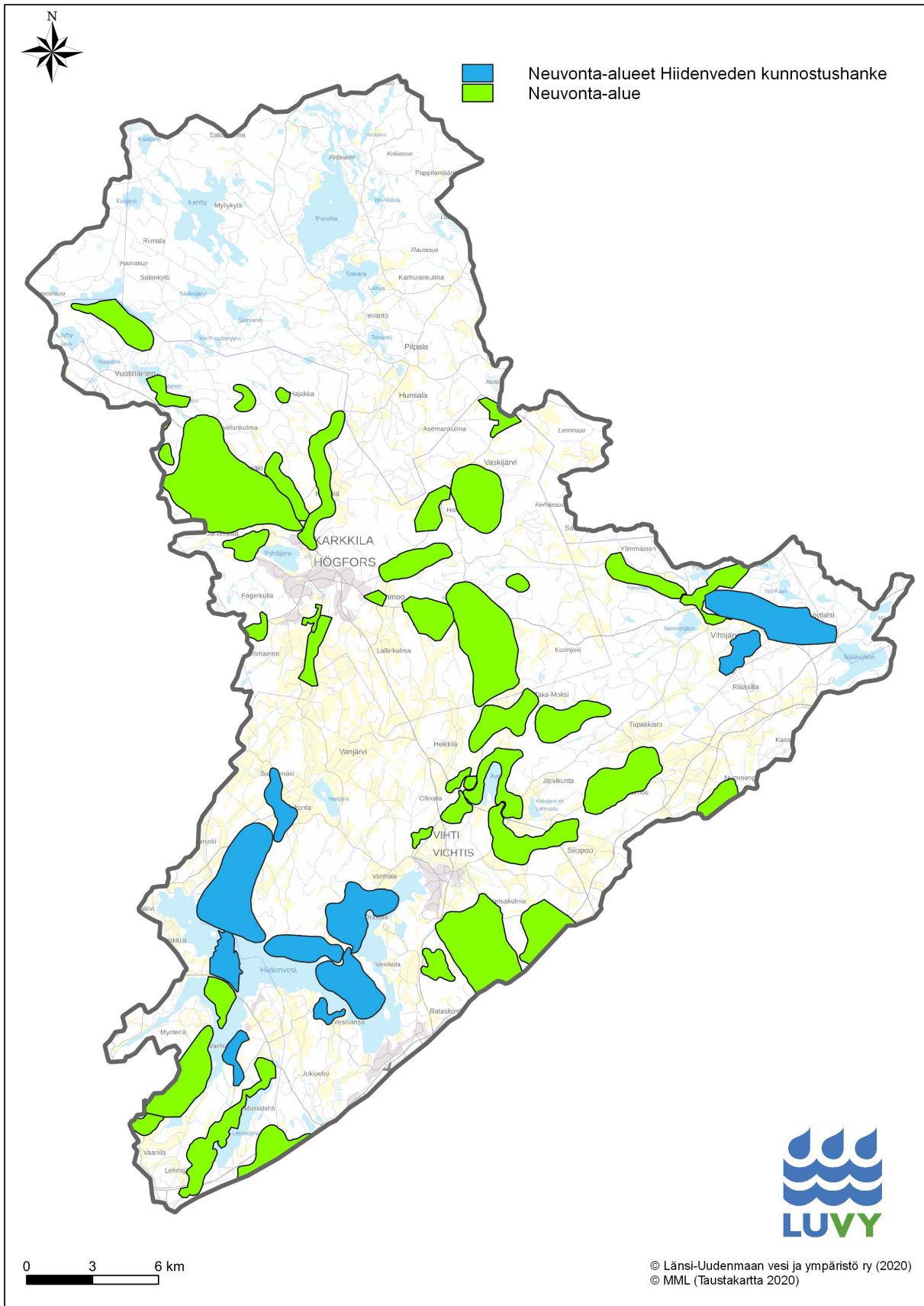
viestintä ja seuranta toimenpiteisiin liittyen. Hanketta on toteutettu yhteistyössä Siuntionjoki 2030 -vesistövisio- sion kanssa.

2021 syksyn rahoitushakuun valmisteltiin hakemusta LUMME-hankkeesta. Kyseessä on koko Länsi-Uudenmaan maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen vähentämishanke, jonka tavoitteena on luoda toimiva verkosto ja viestintäkanava, jonka avulla maa- ja metsätalouden harjoittajat löytävät hanke- ja tukirahoituksen mahdollisuudet. Hankkeessa kehitetään vesiensuojelua painottava neuvonnan kokonaisuus, joka kannustaa ja ohjaa viljelijöitä jatkossa myös oma-aloitteiseen tukien hakemiseen. Neuvontakonseptia pilotoidaan hankkeen kohdealueilla ja sitä kehitetään yhdessä maanviljelijöiden kanssa. Kiinnostuneiden viljelijöiden kanssa kartoitetaan neuvonnan yhteydessä kullekin kohteelle vesiensuojelullisesti kustannustehokkaimmat ratkaisut ja toteutetaan ne resurssien puitteissa. Hanke sai Uudenmaan ELY-keskukselta myönteisen rahoituspäätöksen kesäkuussa 2022.

3.1.3 Haja-asutuksen jätevesineuvonta

Haja-asutusalueen jätevesineuvontaa on toteutettu Hiidenveden valuma-alueella Länsi-Uudenmaan hajajätevesihankkeen kanssa yhteistyössä. Hanke liittyy Länsi-Uudenmaan kuntien hajajätevesiyhteistyön strategiaan, ja sitä rahoittivat vuosina 2020–2022 alueen kahdeksan kuntaa sekä Hiidenveden kunnostus -hanke. Hiidenveden kunnostus -hanke on rahoittanut neuvontaa Hiidenveden valuma-alueella vuosina 2014–2020. Neuvonnan tavoitteena oli lisätä asukkaiden tietämystä jäteveden asianmukaisesta käsittelystä sekä valmiutta toteuttaa kiinteistöllä mahdollisesti tarvittavia kunnostustoimenpiteitä. Neuvontatyöhön sisältyi myös lehdistötiedotus, osallistuminen paikallisiin tapahtumiin sekä muu alan kehittämistyö.

Hiidenveden valuma-alueella on noin 4 950 kiinteistöä, joille on tällä hetkellä toteutettu n. 1 480 kartoitus- ja neuvontakäyntiä. Määrä vastaa n. 29 % Hiidenveden valuma-alueella sijaitsevista haja-asutusalueen kiinteistöistä. Valuma-alueella tehdyistä käynneistä 407 kappaletta ovat olleet Hiidenveden kunnostus -hankkeen rahoittamia. Näitä käynnejä on tehty vuosina 2014–2020 kymmenellä neuvonta-alueella: Jokikunta, Vesikansa, Irjala, Pääkslahti, Koikkala, Vanjoensuu, Vanhakyläntie, Vihtijärvi, Lapoo ja Paksalo (kuva 6). Vuosina 2021 ja 2022 haja-asutuksen jätevesineuvontaa on toteutettu pääasiassa puhelin- ja sähköpostineuvontana. Varsinaisia neuvonta-alueita on ollut vain Kirkkonummen alueella, koska kunta on rahoittanut neuvontahanketta selvästi suurimmalla rahoitusosuudella.



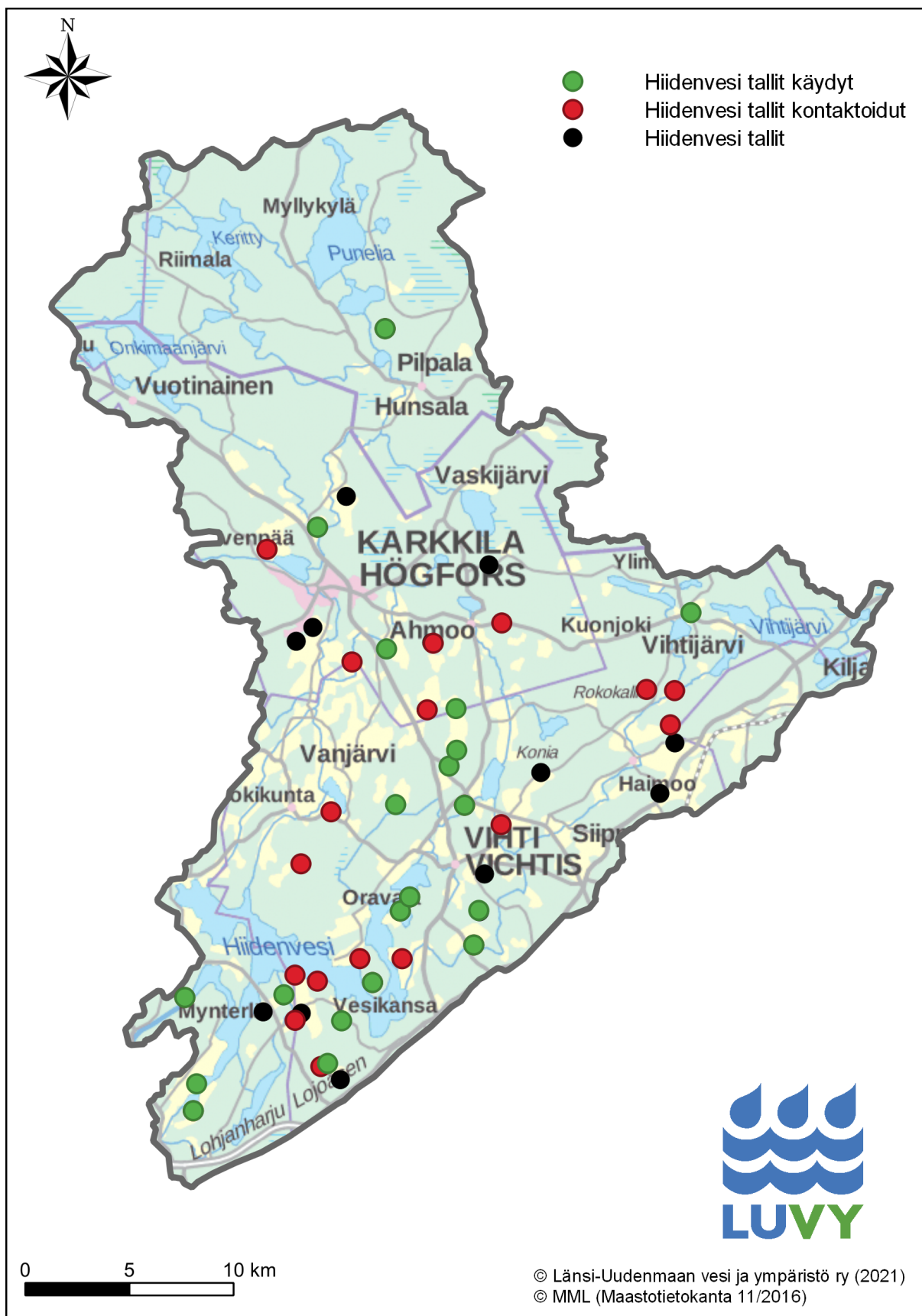
Kuva 6. Hiidenveden alueella tehdyt haja-asutuksen jätevesineuvonnan toteutusalueet.

3.1.4 Hevostallineuvonta

Hankkeessa valmistui elokuussa 2020 neuvontamateriaalipaketti hevostalleille (Ikonen ym. 2021a). Materiaalipaketti sisältää kattavan, ympäristölainsäädäntöön perustuvan ympäristöoppaan hevostiloille, tiiviimmän esitteen tallin ympäristöasioita sekä verkkosivun aiheen tiimoilta. Materiaalit löytyvät Vesientila.fi -sivustolta osoitteesta www.vesientila.fi/vesistokunnostus/hevostallit/.

Hankkeessa pilotoitiin syksyllä 2020 hevostallien ympäristöneuvontaa (Ikonen ym. 2021a). Neuvontaa jatkettiin kesällä 2021. Neuvontakäyntejä kohdistettiin vuonna 2021 aiempaa vuotta enemmän yksityisiin talleihin ja myös pieniin toimijoihin. Edellisenä vuonna tehtyjen käyntien perusteella voitiin päätellä, että yksityistallit kaipasivat enemmän tukea ja ratkaisuja ympäristönsuojelun edistämiseksi hevostalleilla. Neuvonnan tarkoituksena oli tuoda talleille lisätietoa ympäristöasioiden huomioimisesta ja muistuttaa nitraattiasetuksen (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta) sekä muun lainsäädännön vaatimuksista. Samalla neuvontakäynneillä kerättiin tietoja, joiden perusteella voidaan arvioida tallien yleistä tilannetta ja merkittävimpiä ympäristöhaasteita.

Neuvontakäyntejä tarjottiin valuma-alueen talleille, joita etsittiin kiertämällä kuntien alueilla, joilla tiedettiin sijaitsevan hevostalleja (kuva 7). Isompien tallien, joilla on yritystoimintaa, yhteystiedot olivat löydettävissä internetistä tai Facebookista. Neuvontaa tarjottiin ns. nuohoojataktiikalla, eli talleja lähestyttiin kirjeellä, jossa oli ehdotettu aikaa neuvontakäynnille. Kirjeessä esitettiin neuvojan yhteystiedot ja kehoitus olla yhteydessä, mikäli talli halusi neuvontakäynnin puhelimitse, siirtää neuvonta-aikaa tai esittää lisäkysymyksiä aiheesta. Neuvontakäynnillä käytettiin kartoituslomaketta, jossa oli kysymyksiä seuraaviin aihealueisiin liittyen: yleiset tiedot, hevostiedot, hevosten ulkoilalueet ja liikuttamispaikat, lannan varastointi ja hyödynnys, jätevedet ja jätehuolto. Kartoituslomakkeen pohjana oli hyödynnetty Kirkkonummella vuonna 2019 kunnan omassa hevostallineuvonnassa käytettyä lomaketta. Kartoituslomaketta täytettäessä liikuttiin samalla tallialueella käyden läpi merkittävimmät ympäristön tilaan vaikuttavat kohteet, kuten lantala ja ulkotarhat. Kartoituksen aikana ja myös sen loputtua käytiin ensin suullisesti läpi yleisarvio tehdyistä huomioista. Lisäksi kaikille talleille lähetettiin sähköpostilla jälkikäteen kirjallinen palaute, jossa oli käyty läpi käynnillä tehtyjä yleisiä havaintoja, haasteita ja kehitysehdotuksia.



Kuva 7. Hiidenveden valuma-alueen hevostallit kartalla.

Taulukko 3. Tarjotut ja toteutuneet hevostallikäynnit kunnittain 2020–2021.

	Tarjotut käynnit	Toteutuneet käynnit
Lohja	4	4
Vihti	26	12
Karkkila	8	3
Loppi	1	1

Hevostallien neuvontakäyntejä tehtiin vuosien 2020–2021 aikana 20 tallille. Käyntiä tarjottiin yhteensä 39 hevostallille. Hevosten/ponien lukumäärä vaihteli neljän ja 44 välillä. Tallien ympäristöhaasteet liittyivät valtaosin lantaan ja sen käsittelyyn. Talleilla joilla ei ole omia peltoja on ollut haastavaa löytää lannalle lopullinen sijoituspaikka. Yleisimpiä toistuvia puutteita olivat lantalan betonisen kuormauslaatan sekä lannan levitykseen tarvittavan ravinneanalyysin puuttuminen. Useammassa lantalassa ei myöskään ollut ns. ajoluiskaa tai syvennyksiä, mikä lisää valumariskiä, jos lantala ei ole katettu. Lantalan kattamista ei vaadita ennen 1.4.2015 rakennetuilta lantaloilta, mutta toisaalta kattamista voi kuitenkin suositella, jottei ympäristön pilaantumiseen vaaraa varmuudella olisi. Jätehuollon osalta suurimmassa osassa hevostalleista oli varaa kierrätyksen lisäämiseen, mikä olisi myös talleille edullisempi ratkaisu. Paalimuovien loppusijoitus on yksi merkittävä haaste, ja valitettavasti tällä hetkellä lähes ainoa vaihtoehto on laittaa paalimuovit sekajätteeseen. Jätevesijärjestelmätilanne useimmilla talleilla oli pääosin ajantasainen.

3.2 Kalaston hoito ja lähikalan käytön edistäminen

Vuosien 2020–2022 toimintasuunnitelmissa esitetyt tavoitteet kalaston hoidon osalta olivat:

- Edistää järven petokalakannan, kuten hauen ja kuhan, elinvoimaisuutta kartoittamalla lisätietoa ravintoverkon rakenteesta ja kutualueista sekä parantamalla kutualueiden laatua
- Edistää Hiidenveden kirjanpitokalastusta hyödyntäen digitaalista ja perinteistä kalasaalis seurantaa Hola Lake -hankkeessa perustetuilla applikaatioilla ja menetelmillä
- Edistää vajaasti hyödynnettyjen järvikalakantojen kalastusta ja hyödyntämistä yhteistyössä muiden alueen toimijoiden kanssa esimerkiksi järjestämällä lähikalan käyttöön liittyviä teemapäiviä ja kursseja
- Edistää virtavesikunnostuksien toteutuksia järven valuma-alueella

Hiidenveden vedenlaadun parantaminen hoitokalastamalla on todettu kannattamattomaksi johtuen liian suuresta ulkoisesta kuormituksesta sekä osittain myös järven monimutkaisesta ravintoverkosta tiheine sulkasääsken toukan esiintymisineen. Kymmenen vuotta kestänyt hoitokalastus päätettiin lopettaa vuonna 2005 (Hyytiäinen 2008), jonka jälkeen kunnostushankkeen pääpaino on ollut ulkoisen kuormituksen vähennystoimissa valuma-alueella. Järvi Hoi -hankkeessa on sittemmin selvitetty matalien Mustionselän ja Kirkkojärven soveltuvuutta isokokoisten särkikalajien poistopyyntiin (Malinen & Vinni 2013, Loman 2014). Selvitysten perusteella ravintoverkon rakenteen puolesta isokokoiisiin särkikaloihin kohdistuva pyyntiä on mahdollista ja kannattavaakin toteuttaa, mutta järven tilan parantamiseksi tulisi ulkoinen kuormitus ensin puolittaa (Malinen & Vinni 2013).

Hiidenveden vuoden 2019 verkkokoekalastukset (Sairanen 2019) osoittivat, että kalaston rakenteet Kiihkelyksenselällä ja Mustionselällä eroavat merkittävästi. Yksikkösaalis on Mustionselällä korkea ja särkikalapainotteinen ja petokalakannan tila suhteessa särkikalamääriin vaikuttaa heikolta. Mustionselän kalastoperusteinen ekologinen tilaluokka on laskenut tyydyttävästä välttäväksi (Sairanen 2019). Särkikalakannat ovat vahvistuneet ja samanaikaisesti myös petokalajien osuus painosaaliissa on alentunut Mustionselällä erittäin pieneksi (12 %), eikä nykyisellään ole riittävän suuri pitämään alueen särkikalakantoja kurissa. Kalaston osalta hyvän ekologisen tilan saavuttaminen edellyttäisi Hiidenveden matalien ja rehevempien alueiden (Kirkkojärvi ja Mustionselkä) särkikalajien (lähinnä sulkavan, pasurin ja lahnan) biomassan merkittävää alenemistä sekä petokalakantojen vahvistamista (Sairanen 2019).

Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeessa kalaston tilan parantamiseksi on keskitytty hauen kutualueiden kunnostukseen pilotoimalla vieraslaji isosorsimon torjuntaa (ks. 3.2.1). Isosorsimo on lisääntynyt etenkin Hiidenveden matalilla alueilla, Kirkkoselällä ja Mustionselällä, missä petokala:saaliskala -suhdetta tulisi parantaa. Isosorsimo muodostaa hyvin tiheitä kasvustoja estäen mm. haukien pääsyn matalille tulvarannoille keväisin kutemaan. Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeessa toteutettiin lähes jäättömän 2020 talven jälkeen Kirkkojärven–Mustionselän–Nummelanselän alueella hauen kutualuetarkastelu isosorsimo-ongelman havainnollistamiseksi (Vesterinen 2020). Isosorsimo oli jo toukokuussa hyvässä kasvussa pinnan yläpuolella muiden kotoperäisten vesikasvien vasta aloitellessa kasvuaan (kuva 8). Isosorsimon kartoitusta (mm. kansalaishavainnointina) ja torjuntaa on toteutettu myös Hola Lake II -hankkeessa.



Kuva 8. Isosorsimo muodostaa tiheitä jyrkkäreunaisia kasvustoja estäen kalojen pääsyn kasvuston sisään. Kuva on Irjalansaaren edustalta Kirkkojärveltä keväältä 2020 (LUVY / Jussi Vesterinen).

Yhteistyöhanke Hola Lake II:n toimintana on edistetty kirjanpitokalastusta ja kannustettu omatoimiseen hoitokalastukseen Hiidenveden alueella. Lisäksi on yritetty saada vapaaehtoisia hauen poikaskartoittajia tärkeiden kutualueiden tunnistamiseksi. Teemaan liittyen on järjestetty katiskanrakennusilta (kevät 2022) ja isosorsimon niittotalkoot Valkoijan haukikosteikolla (alkukesä 2022). Hola Lake II -hankkeessa on myös kannustettu vajaasti hyödynnettyjen särkikalojen hyötykäyttöön mm. järjestämällä särkikalojen kokkauskurssi syksyllä 2022.

Yhteistyöhanke HOITOKALA:n toimenpiteinä on lähdetty selvittämään Hiidenveden hauen ja kuhan ravinnonkäyttöä. Lisäksi matalilla ja särkikalavaltaistuneilla järven itäosilla, Kirkkojärvi–Mustionselkä–Nummelanselkä on kartoitettu kalakannan rakennetta ja kalojen vuodenaikaista liikehdintää viistokaikuluotauksin. Tuloksia on tarkoitus hyödyntää HOITOKALA-hankkeessa laadittavassa Hiidenveden hoitokalastussuunnitelmassa, jossa selvitetään Hiidenvedelle kustannustehokkainta ja ravintoketjun kannalta suotuisinta hoitokalastusmallia.

Virtavesikunnostuksia vaelluskalojen elinolosuhteiden parantamiseksi on toteutettu Hiidenveden valuma-alueella pääasiassa Lohikalat Karjaanjokeen 2021 -vision ja Freshabit -hankkeen toimesta. Kunnostustyötä on tehty pääasiassa Vihtihoen ja Vanjoen alueella.

3.2.1 Hauen kutualueiden kunnostus: isosorsimon torjunta

Isosorsimo (*Glyceria maxima*) on Hiidenvedellä laajalle levinnyt vieraslaji, joka heikentää Hiidenveden ravintoverkolla tärkeän hauen kutualueiden laatua, vesistön tilaa ja virkistysarvoja. Hiidenveden kunnostus -hankkeessa kokeiltiin erilaisia keinoja kasvin torjumiseksi. Tavoitteena oli kartoittaa, mikä on kustannustehokkain toimenpide kasvin torjumiseksi ja millä keinoin isosorsimon palaaminen alueelle saadaan estettyä. Vuonna 2018 kasvimassaa poistettiin pilottialueella Lohjan Vaanilanlahden alueella koneellisesti. Alue valittiin isosorsimon poistopilotin kohteeksi, koska se on haulle tärkeää kutualuetta, jonne vieraslaji on levittäytynyt voimallisesti. Vuonna 2019 torjuntatyötä jatkettiin peittämällä ruoppausaluetta hiekalla ja kylvämällä rannalle Hiidenveden luonnolle tyypillisiä kostean niityn kasveja, ja 2020 torjuntaa jatkettiin asentamalla ruoppausalueen reunoille pressut kasvin leviämisen estämiseksi.

Neljä 8×12 metrin kokoista uv-kestopressua kiinnitettiin maastoon painavalla konehuovalla. Pressujen tarkoitus on tukahduttaa vieraslaji hapen ja valon puutteeseen. Kaikkien pressujen annettiin olla paikallaan yksi vuosi. Syksyllä 2021 kahden pressun paikkaa vaihdettiin ja kaksi pressua jätettiin paikalleen toiseksi vuodeksi. Siirrettyjen pressujen alla isosorsimot olivat kuihtuneet ja vuoden päästä ensimmäisen pressujen siirrosta niiden kohdalle oli tullut luonnollista alkuperäiskasvilajistoa (kuva 9). Pilotoinnin perusteella pressutus näyttää toimivan ainakin lyhyellä aikavälillä. Toimenpiteenä pressutus on sopiva pienille pinta-aloille, mutta laajempien alueiden käsitteilyyn se on kallis ja vaativa menetelmä. Maanomistajat toiveesta pressuja siirrettiin syksyllä 2022 ja tavoitteena on pitää pressuja alueella sen aikaa, että rannan isosorsimokasvusto saadaan kertaalleen pressutettua tulevien vuosien aikana.



Kuva 9. Isosorsimon pressutuspilotti. Vasemmassa kuvassa alkuperäiskasvilajistoa, joka on levinnyt alueelle, jossa pressu oli ollut vuoden. Oikeassa kuvassa pressujen siirtoa. (LUVY / Virve Ståhl)

Hämeen ammattikorkeakoulun ja Vanajavesikeskuksen Isosorsimo – rantojen riesasta resurssiksi -hankkeen seminaarissa 21.4.2022 esiteltiin ajankohtaista tietoa isosorsimon torjuntameteodeista. Seminaarin perusteella järkevin, toimivin ja kustannustehokkain torjuntakeino on tuoreen ja pienen kasvuston poistaminen käsivoimin. Seminaarin loppuyhteenvedossa todettiin, että isosorsimo on tullut jäädäkseen ja sen kanssa on opittava elämään. Koneellisen poiston ongelmana on kasvin leviäminen hajonneista kasvin osista. HOLA Lake II -hankkeessa kannustetaan Hiidenveden ranta-asukkaita tunnistamaan tuoreet, pienet kasvustot ja poistamaan ne asianmukaisesti käsivoimin.

3.3 Seuranta

Seuranta on tärkeää kunnostustoimenpiteiden vaikuttavuuden ja tarpeen selvittämiseksi. Seurantatieto ohjaa kunnostustoimenpiteiden keskittämistä kuormituksen vähentämisen kannalta tärkeimmille alueille. Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeen tavoitteet seurannan osalta olivat:

- Toteuttaa jatkuvatoimista vedenlaatu seurantaa tärkeimmissä uomissa Hiidenveden ulkoisen kuormituksen tarkentamiseksi
- Tehdä päivitetty ravinnetasetutkimus fosforin osalta koko Hiidenveden alueella
- Täydentää Hiidenveden yhteistarkkailua seuranta-alueen ulkopuolisten vesinäytteiden osalta
- Toteuttaa kosteikkojen toimivuuden seurantaa ja kunnostustarpeen arviointia
- Jatkaa biologista seurantaa erityisesti Hiidenveden ravintoverkon osalta (sulkasääskien, jäännemassiaisten ja valkokatkojen runsaus)
- Tehdä vesinäytteenottoa Hiidenveden valuma-alueen hyvää huonommassa kunnossa oleville järville laadittavia kunnostussuunnitelmia varten

3.3.1 Jatkuvatoiminen vedenlaatu seuranta ja ulkoinen kuormitus

Hankkeen puitteissa Hiidenveden lähivaluma-alueelle hankittiin ja asennettiin kolme jatkuvatoimista YSI EXO3 -mallista sondia. Ne sijaitsevat suurista tulouomista Vanjoessa, Olkkalanjoessa sekä lisäksi Hiidenvedeen laskevassa maatalousuomassa Vihdissä. Kaikki mittausasemat asennettiin toukokuussa 2020.

Hiidenveden suuret tulouomat

Hiidenveden suuriin tulouomiin, Vanjokeen ja Olkkalanjokeen, asennetuissa sondeissa on sameutta, sähköjohtokykyä sekä lämpötilaa mittaavat anturit, ja näistä uomista Hiidenvedeen saapuvaa ravinnekuormitusta estimoitiin sameuden sekä säännöllisesti otettujen vesinäytteiden avulla. Jatkuvatoimisella mittauksella on mahdollista havaita vedenlaadussa tapahtuvia nopeita muutoksia sekä kuormitushuippuja. Lisäksi menetelmän avulla voidaan seurata pitkän aikavälin trendejä, jolloin on mahdollista tarkastella yläpuolisella valuma-alueella tehtyjen vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutuksia.

Vanjoen ja Olkkalanjoen asemilla sondit asennettiin muoviputkiin laiturin päähän. Putkiasennus mahdollistaa mittarin turvallisen ja helpon huoltamisen, eikä laite myöskään pääse rikkoutumaan helposti esim. virran mukana kulkevien kappaleiden vaikutuksesta. Putkiasennusta ei ole kuitenkaan mahdollista käyttää talviaikana jäätyminen vuoksi, minkä lisäksi myös uomassa virtausnopeuden kasvaessa jäälautat saattavat rikkoa asennusrakenteita etenkin kevättulvien aikana. Etenkin Vanjoessa virtausnopeus on ajoittain melko suuri, minkä vuoksi ympärivuotinen mittaus ei uomassa ollut seuranta-aikana mahdollista. Olkkalanjoessa virtausnopeus on sen sijaan keskimäärin selvästi Vanjokea alhaisempi, jolloin laitteen asennusta oli mahdollista muuttaa talviajaksi siten, että mittari sijoitettiin kokonaisuudessaan jään alle. Näin mittauksista pystyttiin pitämään yllä huomattavasti kauemmin, ja talvella 2021–2022 laite oli käytössä lähes koko vuoden huoltotaukoja lukuun ottamatta. Kuvassa 10 on nähtävillä Vanjoen mittausasema asennettuna kesällä sekä Olkkalanjoen mittausasema jääpeitteen aikana. Olkkalanjoen mittausaseman asennusrakenne on kesäaikana vastaava kuin Vanjoessa.



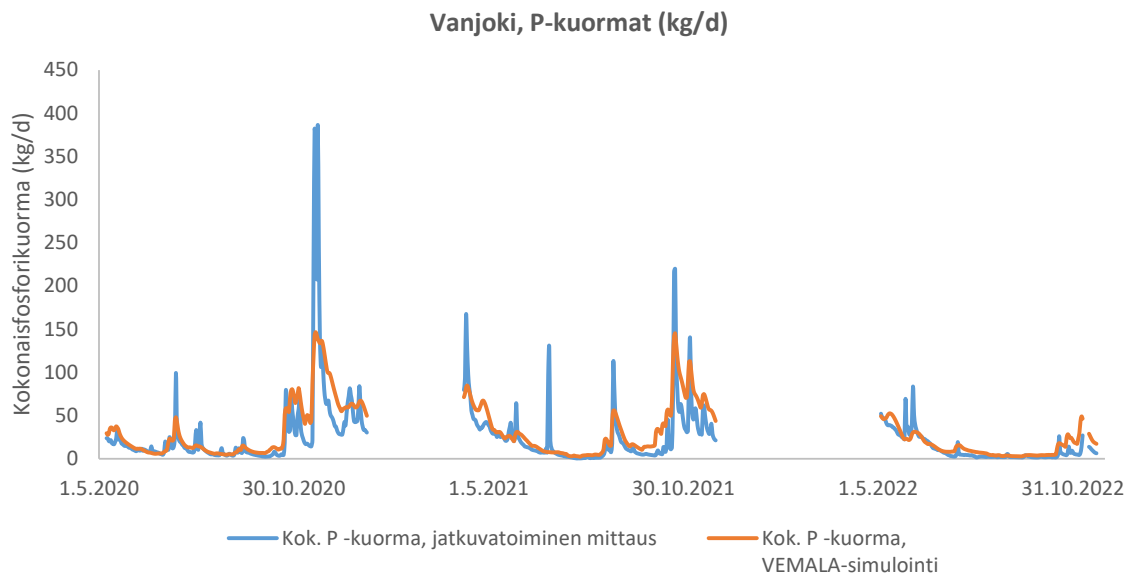
Kuva 10. Talvipakkasten ulkopuolella jatkuvatoimiset mittauslaitteistot asennettiin muoviputkiin (vasemmalla). Olkkalanjoella mittausta pidettiin yllä myös talviaikana, jolloin mittari on asennettu jääpatsaan alapuolelle. Sondin yläpuolella olevan vesimassan jäätyminen oli mahdollista välttää asentamalla eristelevy (LUVY / Erkka Laitinen).

Sameusarvojen perusteella estimoitujen hetkellisten pitoisuuksien sekä virtaamatietojen perusteella laskettuja ravinnekuormia verrattiin Suomen ympäristökeskuksen WSFS-VEMALA-mallinnuksen simuloimiin kuormiin kummassakin uomassa. Olkkalanjoen osalta jatkuvatoimisen mittauksen tueksi otetut virtaamatiedot perustuvat mittauspaikan läheisyydessä sijaitsevan virtaamamittausaseman purkautumiskäyrään. Vanjoen osalta puolestaan käytettiin SYKEN operatiivisen mallin virtaamahavaintoja Jokikunnasta, sillä purkautumiskäyrään perustuvissa havainnoissa on SYKEN mukaan ilmennyt epätarkkuutta.

Jatkuvatoimisesti mitatut pitoisuusestimaatit lähetetään säännöllisesti SYKEN tietokantoihin, mikä mahdollistaa simuloinnin kehittämisen.

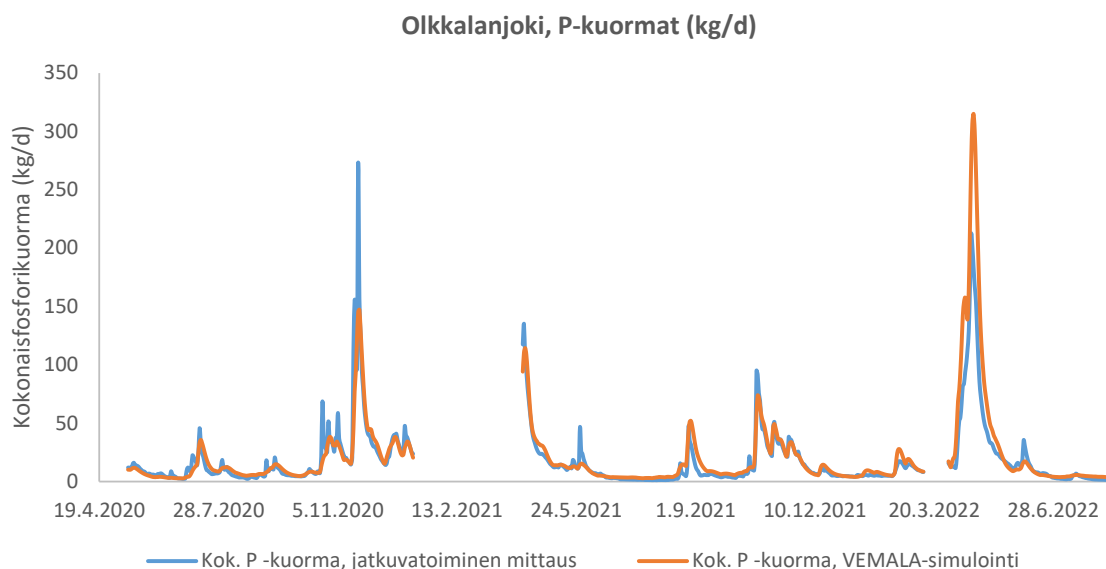
Lisäksi Vanjoen osalta sameusarvojen ja kokonaistyyppipitoisuuksien välinen selitysaste oli matala, minkä vuoksi Vanjoelle ei laskettu kokonaistyyppikuormaa jatkuvatoimisen mittauksen perusteella. Vanjoen kokonaisfosforikuormaa laskettaessa on poistettu yksi havainto, joka tulkittiin aineiston käsittelyssä outlier-tapaukseksi.

Vanjoen osalta havaittiin, että vaikka jatkuvatoimisella mittauksella pystytään havaitsemaan kuormituspiikkejä VEMALA-mallinnusta tarkemmin, kokonaisuudessaan jatkuvatoimisen mittauksen avulla laskettu kokonaisfosforikuorma on alhaisempi verrattuna VEMALAN laskemaan kokonaisfosforikuormaan (kuva 11). Ero on noin 20 prosenttia. On kuitenkin huomioitava, että jatkuvatoimisen mittauksen avulla laskettu kuorma määritettiin Vanjoessa käyttäen mittauspaikkaa ylempänä sijaitsevan Jokikunnan virtaamatietoja, kun taas VEMALAN simuloimat virtaama-arvot on otettu alajuoksulta läheltä Hiidenvettä. Siten tulosten perusteella VEMALA näyttäisi arvioivan Vanjoesta Hiidenveteen suuntautuvaa kuormitusta riittäväällä tarkkuudella, jolloin pidemmällä aikavälillä voidaan harkita jatkuvatoimisen mittauksen siirtämistä uuteen kohteeseen.

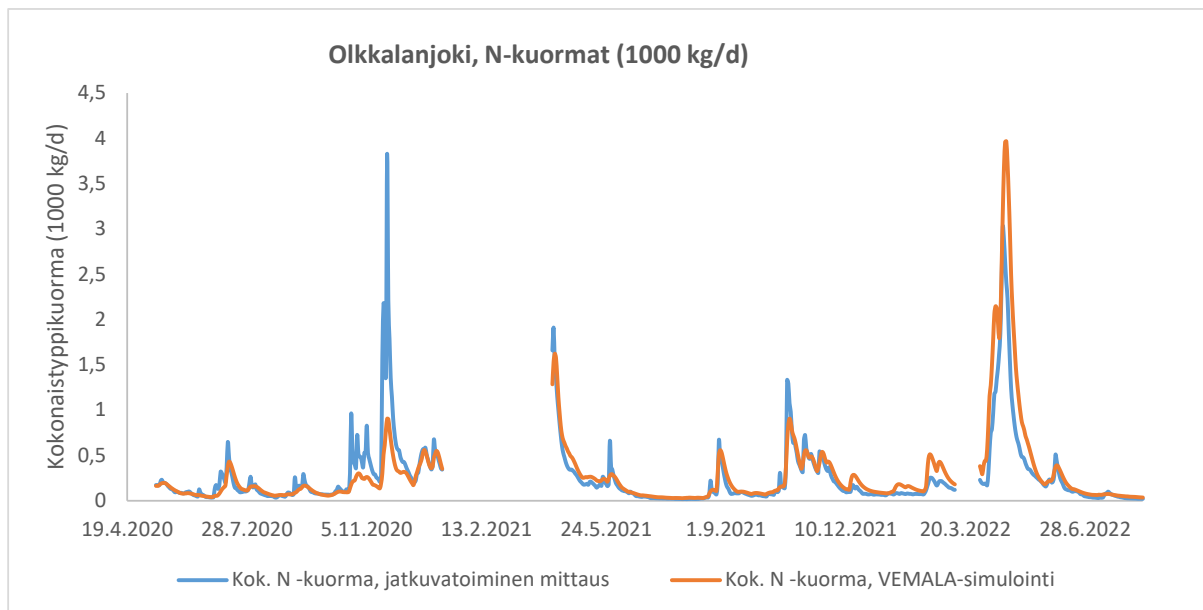


Kuva 11. Vanjoen kokonaisfosforikuormat sameusarvojen perusteella estimoitujen sekä Suomen Ympäristökeskuksen VEMALA-mallin simuloimina. VEMALA-data haettu 1.12.2022.

Myös Olkkalanjoesta saatujen tietojen perusteella voidaan esittää, että VEMALA simuloi kuormia riittäväällä tarkkuudella, minkä vuoksi jatkuvatoimisesta mittauksesta ei välttämättä saada Olkkalanjoessa merkittävää lisäarvoa tulevaisuudessa. Olkkalanjoessa VEMALAn simuloimat kuormat ovat Vanjoen tapaan hieman suurempia kuin jatkuvatoimisen mittauksen avulla lasketut kuormat (kuva 12). Myös Olkkalanjoessa mallinnuksessa käytetyt virtaamatiedot ovat peräisin alajuoksulta, kun taas jatkuvatoimisen mittauksen apuna käytetyt virtaamatiedot ovat peräisin ylempää.



Kuva 12. Olkkalanjoen kokonaisfosforikuormat sameusarvojen perusteella estimoitujen sekä Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-mallin simuloimina. VEMALA-data haettu 21.9.2022.



Kuva 13. Olkkananjoen kokonaistyyppikuormat sameusarvojen perusteella estimoitujen sekä Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-mallin simuloimina. VEMALA-data haettu 21.9.2022.

Absoluuttisia kuormitusmääriä tarkasteltaessa havaittiin, että Vanjoesta Hiidenveteen suuntautuva kokonaisfosforikuorma on huomattavasti Olkkananjokea suurempi. Tämä ilmenee myös SYKEN VEMALA-mallin simuloinnista, jonka mukaan Vanjoen keskimääräinen vuosikuorma vuosina 2013-2022 on noin 10300 kg, kun taas Olkkananjoen vastaava kuorma on noin 6300 kg.

Sähkönjohtokyky oli Olkkananjoessa keskimäärin hieman Vanjokea korkeampi. Jos vertailuna käytetään samoja mittausjaksoja, johtokyvyn vaihteluväli Olkkananjoessa oli 7,8-15,8 mS/m ja keskiarvo 12,5 mS/m, kun taas Vanjoessa vastaavat lukuarvot olivat 5,9-12,6 mS/m keskiarvon ollessa 9,0 mS/m. Olkkananjoen hieman suurempi keskimääräinen johtokyky saattaa johtua suhteellisesti hieman suuremmasta peltoviljelyalasta valuma-alueella.

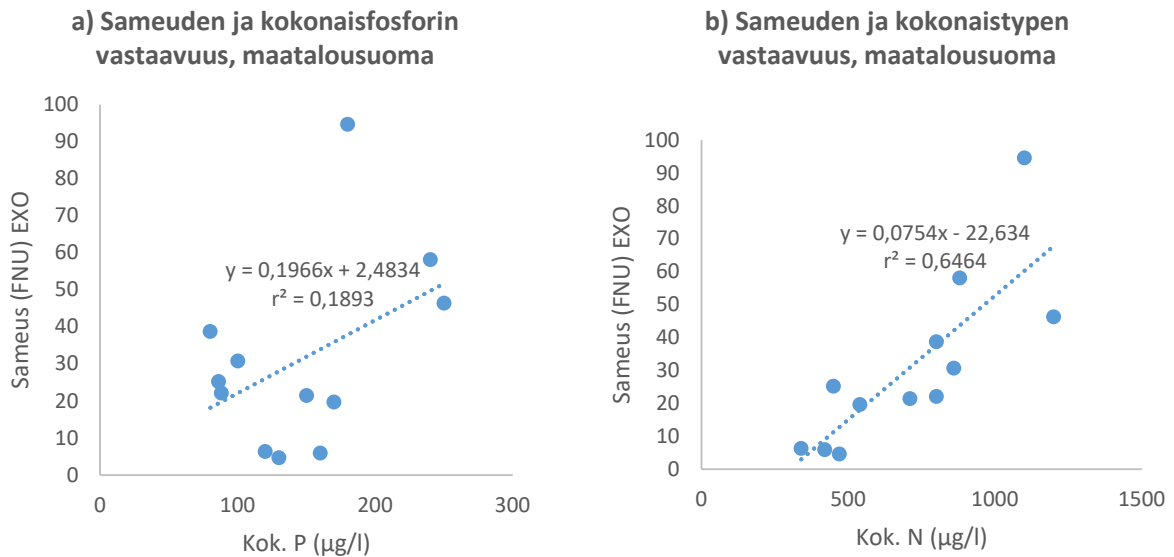
Maatalousuoma

Toisin kuin suurissa jokiuomissa, Hiidenveteen laskevassa maatalousuomassa sondi asennettiin laatalle uoman pohjaan, jolloin sitä oli mahdollista pitää käytössä lähes tauotta läpi talven (kuva 14). Käytössä olivat sameus-, sähkönjohtavuus- ja lämpötila-anturit, minkä lisäksi sondiin lisättiin pH-anturi huhtikuussa 2022. Järjestelmään on liitetty myös ulkoinen ilmanpainekompensoitu paineanturi, jonka avulla on mahdollista tarkastella uoman vesisyvyyttä.

Maatalousuomassa kokonaisfosforikuorman laskentaa sameusarvojen avulla ei ollut mahdollista tehdä alhaisen selitysasteen vuoksi (kuva 15a). Alhainen selitysaste johtunee siitä, että suuri osa kokonaisfosforista mittauspaikalla on liukoisessa muodossa. Etenkin kesäaikana liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforista on ollut suuri, enimmillään lähes 50 %, mikä johtuu todennäköisesti peltojen viljelytavasta. Seuranta on kuitenkin tarkoitus jatkaa, ja jatkuvatoimista mittauksista tukevien laboratoriossa analysoitujen vesinäytteiden määrän myöhemmin lisääntyessä on perusteltua olettaa, että partikkelifosforipitoisuuksien ja sameusarvojen välillä olisi selvä positiivinen korrelaatio, sillä valuma-alueen maaperä on savinen. Kokonaistypen osalta selitysaste on ollut kokonaisfosforia korkeampi (kuva 15b), mikä viittaa typen esiintymiseen pääosin orgaanisessa muodossa. Kohteessa on myös tarkoituksena kokeilla maanparannusaineiden käyttöä, jolloin pH-anturilla on mahdollista seurata maanparannusaineiden käytön mahdollista vaikutusta veden happamuuteen pitkällä aikavälillä.



Kuva 14. Maatalousuomassa jatkuvatoimista mittausta oli mahdollista pitää yllä vuoden ympäri. Mittarin jäätyminen oli mahdollista välttää asentamalla yläpuolelle eristävät levyt (LUVVY / Erkka Laitinen).



Kuva 15. Sameuden ja kokonaisfosforin sekä kokonaistypen väliset vastaavuudet maatalousuoman mittauspaikassa.

3.3.2 Ravinnetasetutkimus

Hiidenveden ravinnetasetta (kuva 16) fosforin osalta on edellisen kerran selvitetty parikymmentä vuotta sitten (Marttila 2003), joten päivittämiselle nähtiin selvä tarve. Hankkeessa sisäisen ravinnekuormituksen arvioinnin ja mittaamisen Hiidenveden eri järviältäilla tekivät avovesikaudella 2021 Helsingin yliopiston (HY) tutkijat ja AFRY Finland Oy:n asiantuntija ainetasemenetelmää (Lappalainen & Matinvesi 1990) käyttäen. Kesällä 2020 eri järviältäiden sisäistä kuormitusta arvioitiin myös diffuusiolaskelmien perusteella (Niemi ym. 2020). Uuden ainetaselaskelman vaatimat mittaukset (luusuasta poistuva fosforimäärä, fosforin bruttosedimentaatio, vesipatsaan fosforisisällön muutos ja ulkoinen fosforikuorma) toteutettiin vuonna 2021. Ainetaselaskelmiin tarvittavat ulkoisen kuormituksen arviot tehtiin LUVYn toimesta hankkeen omana työnä. Hiidenveden ravinnekuormitusta arvioitiin VEMALA-mallin avulla. Tulevaa kuormitusta ja vedenlaatua arvioitiin erikseen jokaiselle altaalle (Kirkkojärvi, Mustionselkä, Nummelanselkä, Kiihkelyksenselkä ja Sirkkoonselkä).

Kesällä 2020 sedimentin ajoitukseen (iänmääritykseen) ja fosforipitoisuuden määrittämiseen otettuja näytteitä eri järviältäiden sedimentistä hyödynnettiin myös tässä tutkimuksessa ja järviälläkohtaiset fosforin nettosedimentaatiot selvitettiin. Ravinnetaselaskelmien ja sedimentin ajoitukseen perustuvan nettosedimentaation lisäksi tutkittiin sedimentin resuspension vaikutuksia järviältäiden sisäiseen ravinnekiertoon. Ravinnetasetutkimuksen raportti kokonaisuudessaan on liitteessä 1.



Kuva 16. Ravinnetaseeseen vaikuttavat ulkoisen kuormituksen lisäksi sisäinen kuormitus sekä järvestä poistuva kuormitus. Hiidenveden ravinnetase oli arvioitu viimeksi 20 vuotta sitten.

Ravinnetasetutkimuksen mukaan sisäinen kuormitus on Hiidenveden matalilla järviältäilla (Kirkkojärvi ja Mustionselkä) noin kymmenkertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna (taulukko x). Suurin sisäistä kuormitusta aiheuttava tekijä on orgaanisen aineksen hajotuksesta johtuva redox-riippuvainen fosforin vapautuminen rautaoksidi- ja -hydroksidi-kesän edetessä ja vesipatsaan lämmitessä (liite 1). Myös resuspension, eli tuulen ja kalojen aiheuttaman pohjan pölytyksen, merkitys matalilla järviältäilla on suuri. Sedimentin resuspensio voimistaa sisäistä kuormitusta etenkin voimakkaiden sääilmiöiden yhteydessä. Tällainen oli esimerkiksi Vieno-myrsky kesäkuussa 2021, joka laukaisi Hiidenveden matalilla altailla fosforipitoisuudet nousuun koko kesän ajaksi (kuvat 3-4 liitteessä 1).

Koko Hiidenveden sisäinen kuormitus, $35,5 \text{ mg/m}^2/\text{d}$, on likimain sama kuin Marttilan (2003) luku $37,8 \text{ mg/m}^2/\text{d}$. Näin ollen Hiidenveden sisäisessä kuormituksessa ei näytä olevan tapahtunut merkittävää muutosta viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Samoin ulkoinen kuormitus, $2,2 \text{ mg/m}^2/\text{d}$, on samaa suuruusluokkaa kuin Marttilan (2003) arvioima $2,5 \text{ mg/m}^2/\text{d}$ (taulukko 3-1 liitteessä 1). Vollenweiderin (1975) mukaan laskettu kriittisen

fosforikuormituksen taso, jolla arvioidaan, ylittääkö ulkoinen fosforikuorma järven sietokyvyn, päivitettiin VEMALA-mallin antamilla tiedoilla (taulukko 2). Tilanne Hiidenveden osalta on edelleen se, että vaikka sisäinen kuormitus on kertaluokkaa suurempaa ulkoiseen kuormitukseen verrattuna, ulkoinen kuormitus ylittää selvästi järven kriittisen kuormituksen raja-arvot kaikilla järvi-altilla.

Taulukko 4. Ravinnetaseyhtälön osatermit Hiidenveden eri järvi-altilla vuonna 2021 (muokattu liitteen 1 taulukosta 3-1).

Hiidenveden ja sen eri järvi-altaiden fosforitase 2021						
	BS	LP	UK	Pv	SK	NS
	mg/m ² /d	mg/m ² /d	mg/m ² /d	mg/m ² /d	mg/m ² /d	mg/m ² /d
Kirkkojärvi	82,8	8	8,9	3,3 / 2,9*	81,9	0,9
Mustionselkä	67,7	5,8	5,7	2,7 / 2,3*	67,8	-0,1
Nummelanselkä	28,2	3,2	4,7	2,2 / 2,0*	26,7	1,5
Kiihkelyksenselkä	26,2	3,2	3,5	2,2 / 2,3*	25,9	0,4

BS = bruttosedimentaatio, LP = luusuasta poistuva, UK = ulkoinen kuormitus,
Pv = kriittinen kuorma, SK = sisäinen kuormitus, NS = nettosedimentaatio

* = laskettu VEMALAn ja Vollenwelderin mallilla v. 2022

Sisäisen kuormituksen vähentäminen Hiidenvedellä on haastavaa. Koska sisäinen kuormitus on enimmäkseen peräisin sedimentin hapettomista syvemmistä kerroksista, happitilanteeseen on vaikea vaikuttaa ja fosfori siirtyy vesi-sedimentti-rajapinnasta vesipatsaaseen monen prosessin johdosta (aallokko, virtaukset, särkikalujen pohjan pölytytys, diffuusio) etenkin matalilla altilla. Kemiallisella käsittelyllä olisi mahdollista sitoa sedimentin ravinnevarastoja, mutta varastot ovat niin suuret, että pitkäaikaiseen tulokseen tarvittavien kemikaalimäärien käyttö olisi hyvin kallista ja ongelmia saattaisi myös koitua järven eliöstölle. Hiidenveden matalimmat ja rehevimmät sekä sisäiseltä kuormitukseltaan suurimmat järvi-altat ovat sen verran lyhytviipymäisiä, ettei kemikaalikäsittely ole välttämättä senkään vuoksi toimiva ratkaisu. Lisäksi matalien altaiden ulkoinen kuormitus on edelleen voimakasta, mikä helposti kumoaa sisäisten toimenpiteiden vaikutuksen.

3.3.3 Hiidenveden yhteistarkkailun ulkopuolisten alueiden vedenlaadun seuranta

Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hanke osallistui Karjaanjoen yhteistarkkailuun tarkkailuohjelman ulkopuolisten vesinäytteiden osalta Hiidenvedellä. Vuoden 2020 tulokset on raportoinut Asp ym. (2021). Vuoden 2021 tulokset ovat vielä julkaisematta.

Hiidenvesi on ravinnepitoisuuksien perusteella selvästi rehevä järvi, eikä selvää muutossuuntaa rehevydessä ole ollut havaittavissa 2000-luvulta (kuva 17). Heikoin tilanne on ollut pitkään Kirkkojärvellä ja Mustionselällä, joiden ravinnepitoisuudet ovat suurimmat (Asp ym. 2021).

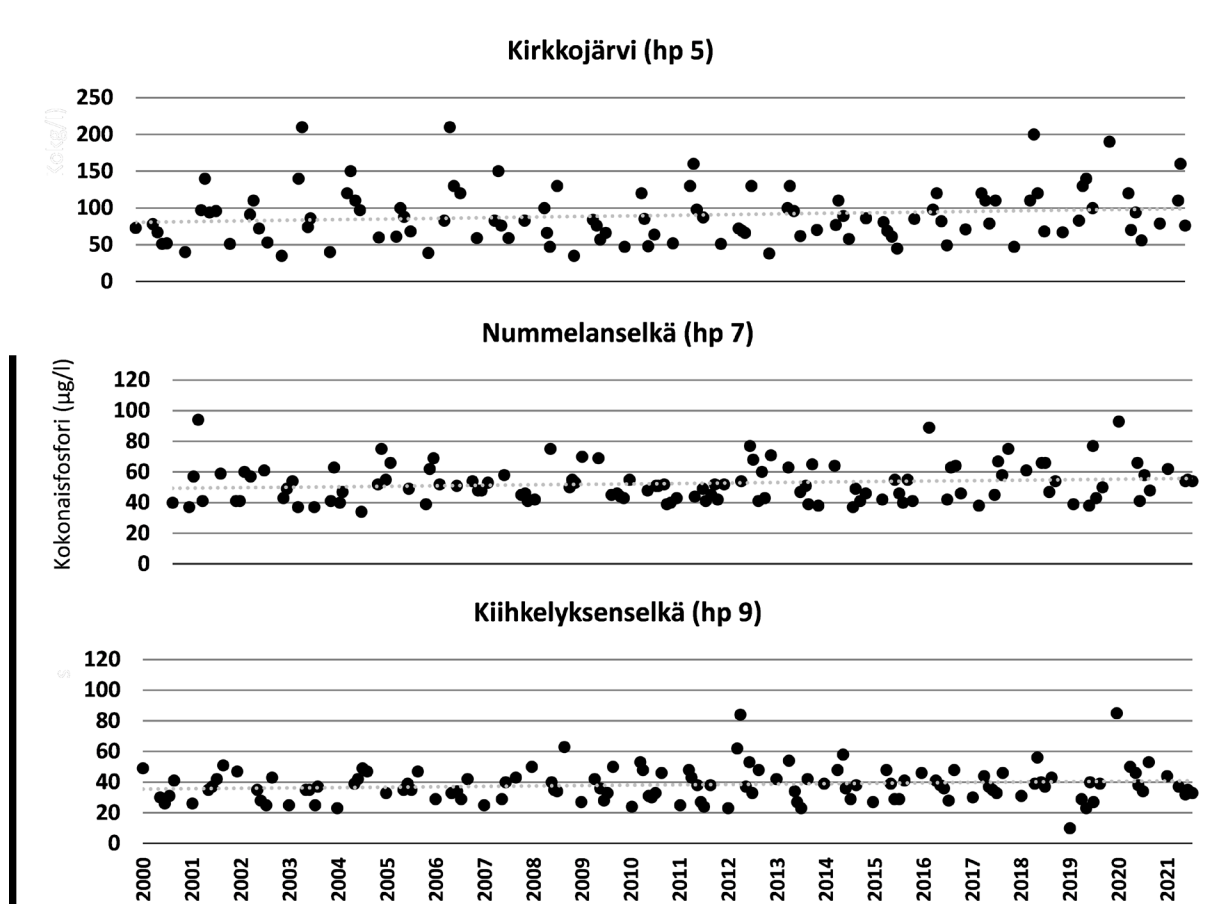
Kokonaisfosforipitoisuuksissa ainoastaan Kiihkelyksenselän mittaustulokset ovat alittaneet vuosina 2019–2020 rehevälle vedelle yleisesti arvioidun raja-arvon (< 25 µg/l). Kokonaisfosforipitoisuudet Kirkkojärvellä ovat olleet suuria, kuten myös Mustionselällä, eikä Kirkkojärvellä ole mitattu vuosina 2019–2020 lainkaan alle 50 µg/l pitoisuuksia. Kokonaistyyppipitoisuuksissa Nummelanselällä on mitattu viime vuosien aikana keskimääräistä pienempiä pitoisuuksia, mutta Kirkkojärvellä vaihtelu on ollut suurta. Kokonaistyyppipitoisuuksien osalta vuosina 2019–2020 pienimmät pitoisuudet ilmentävät myös rehevää vettä (>600 µg/l). (Asp ym. 2021)

Happitilanne yhteistarkkailun viidellä havaintopaikalla on pysynyt vuodesta 2008 pintavedessä pääosin hyvänä tai tyydyttävänä – ainoastaan Kirkkojärvellä on mitattu erityisesti maaliskuussa 2010 ja 2011 alle 5 mg/l pitoisuuksia. Muilla selkälalueilla on mitattu heikkoja happipitoisuuksia lähinnä niiden syvimmillä pohjilla. Kiihkelyksenselän 27

m syvyydessä tilanne on vaihdellut eri vuosina ja vuodenaikoina: happitilanne on pysynyt kohtuullisena vuosina 2008–2016, mutta tilanne on heikentynyt syyskuussa 2019, jolloin happi on ollut syvänteen pohjalla lopussa. Yhdyskennokalla ja Nummelanselällä syvänteiden pohjat ovat pysyneet pääosin tyydyttävällä tasolla, mutta Mustionselällä 3 metrin syvyydessä on talviaikaan ajoittain mitattu heikentyneitä pitoisuuksia. Talvisin heikoin happitilanne on ollut Kirkkojärvellä, jossa happitilanne heikkenee huomattavasti. Poikkeuksena oli vuoden 2020 leuto talvi, jolloin ei muodostunut jäätä ollenkaan Hiidenvedelle. Pienemmissä lahdissa ja selkäalueilla, etenkin Sirkkoonselän syvänteen pohjalla, esiintyy hyvin vähän happea loppukesäisin. Isontalonselällä happitilanne vaihtelee vuosittain, mutta sielläkin on mitattu hyvin alhaisia happipitoisuuksia mm. kesinä 2017, 2018 ja 2021. Retlahdella syvänteen happitilanne varsinkin kesällä heikkenee, mutta happea on silti vielä selvästi veteen liuenneena. (Asp ym. 2021)

Suurin osa Hiidenvedeen Vihti- ja Vanjokea pitkin Hiidenvedeen kulkeutuvasta fosforikuormituksesta on peräisin peltoviljelystä (59–60 %). Näistä suurin osa (62–65 %), on peräisin peltoviljelystä. Pistekuormituksen osuus on Vanjoella 0,8 % ja Vihtiyoella vain 0,03 %. Väänteenjokea pitkin Hiidenvedestä kulkeutuvasta fosforikuormituksesta suurin osa on myös peltoviljelystä (58 %), kun taas pistekuormituksen osuus on 0,8 %. (Asp ym. 2021)

Typpikuormituksesta suurin osa Vanjoessa on peräisin metsien luonnonhuuhtoumasta (44 %), kun taas Vihtiyoella suurin osa on peräisin peltoviljelystä (38 %), mutta Vihtiyoella metsien luonnonhuuhtouman osuuskin on huomattava (36 %). Vanjoella pistekuormituksen osuus typpikuormituksesta on 9,7 % kun Vihtiyoella se on 0,1 %. Väänteenjoen fosforikuormituksen lähteenä tasavertaisen peltoviljely ja luonnonhuuhtouma, joiden molempien osuus on 34 % kokonaiskuormituksesta. Pistekuormituksen osuus typpikuormituksesta Väänteenjoessa on 7,1 %. (Asp ym. 2021)



Kuva 17. Pitkän aikavälin (2000–2021) mitattujen pintaveden (1 m) kokonaisfosforipitoisuuksien kehitys Hiidenveden kolmella havaintopaikalla.

3.3.4 Kosteikkojen toimivuuden seuranta

Maastokartoitukset

Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeessa kartoitettiin 48 hankkeessa aiemmin toteutettua kosteikkoa kesällä 2022. Kartoituksia tehtiin osin uudelleen samoilla kosteikoilla kuin edellisillä vuosina 2014 ja 2011, osittain myös uusilla kohteilla. Kohteet sijoituivat kaikkien hanketta rahoittavien kuntien, Vihdin, Lohjan, Karkkilan ja Lopen, alueille ja niiden valmistumisvuodet vaihtelivat vuodesta 2005 vuoteen 2020. Valinnassa painotettiin alueita ja kosteikkoja, joilla arvioidaan olevan voimakkaimpia vaikutuksia Hiidenveden ravinnekuormitukseen. Menetelmät ja yhteenveto on esitetty liitteessä 2. Jokaisesta kartoitetusta kohteesta on laadittu maanomistajille lähetettävät kosteikkokortit, joita voidaan hyödyntää myös Hiidenveden kunnostushankkeessa jatkossa tehtävissä kosteikkokunnostuksissa. Kosteikkokartoitukset on tallennettu VALUME-hankkeessa sähköisetylle kosteikkokartoituslomakkeelle.

Käytyjen kosteikkokohteiden välillä oli paljon vaihtelua. Pääasiallisesti hankkeen kosteikot on perustettu ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentämiseksi, mutta osa kosteikoista on selkeästi lisännyt ympäröivän luonnon monimuotoisuutta. Suurin osa vanhemmista kosteikoista on kooltaan pienempiä ja niitä on tehty useampia vuodessa, kun puolestaan uudempien kosteikkojen rakentamisessa on painotettu enemmän kosteikon kokoa ja muotoa. Kosteikon pinta-alan ollessa pieni valuma-alueen kokoon nähden veden viipymä kosteikossa suurilla virtaamilla on lyhyt, jolloin ravinteiden pidätyskyky heikkenee.

Kartoituksessa havaittiin 48 %:ssa kohteista kunnostustarvetta ja 40 %:ssa kohteista lietteen tyhjennystarvetta. Kosteikkojen lietteen kertyminen kertoo siitä, että kohteet ovat toimineet ja pidättäneet kiintoainesta. Osassa kosteikoissa oli havaittavissa selkeästi nopeaa täyttymistä, mikä viittaisi siihen, että ne ovat mitoitettu liian pieniksi valuma-alueensa kokoon nähden. Osassa kohteista nopea täyttyminen johtuu kohteen sijainnista, koska Hiidenveden valuma-alueella kiintoainekuormitus on paikoittain hyvin voimakasta. Muita havaittuja kunnostustarpeita ovat kosteikon rakenteen tai padon korjaaminen sekä kasvillisuuden poisto.



Kuva 18. Maastokartoituksessa otetut korkealaatuiset ilmakuvat helpottavat kosteikkojen kasvittumisen ja rakenteen hahmottamisessa ja auttavat myös kunnostussuunnittelussa. Kuvassa Männikön kosteikko Vihdissä (LUVY / Paavo Ojanen).

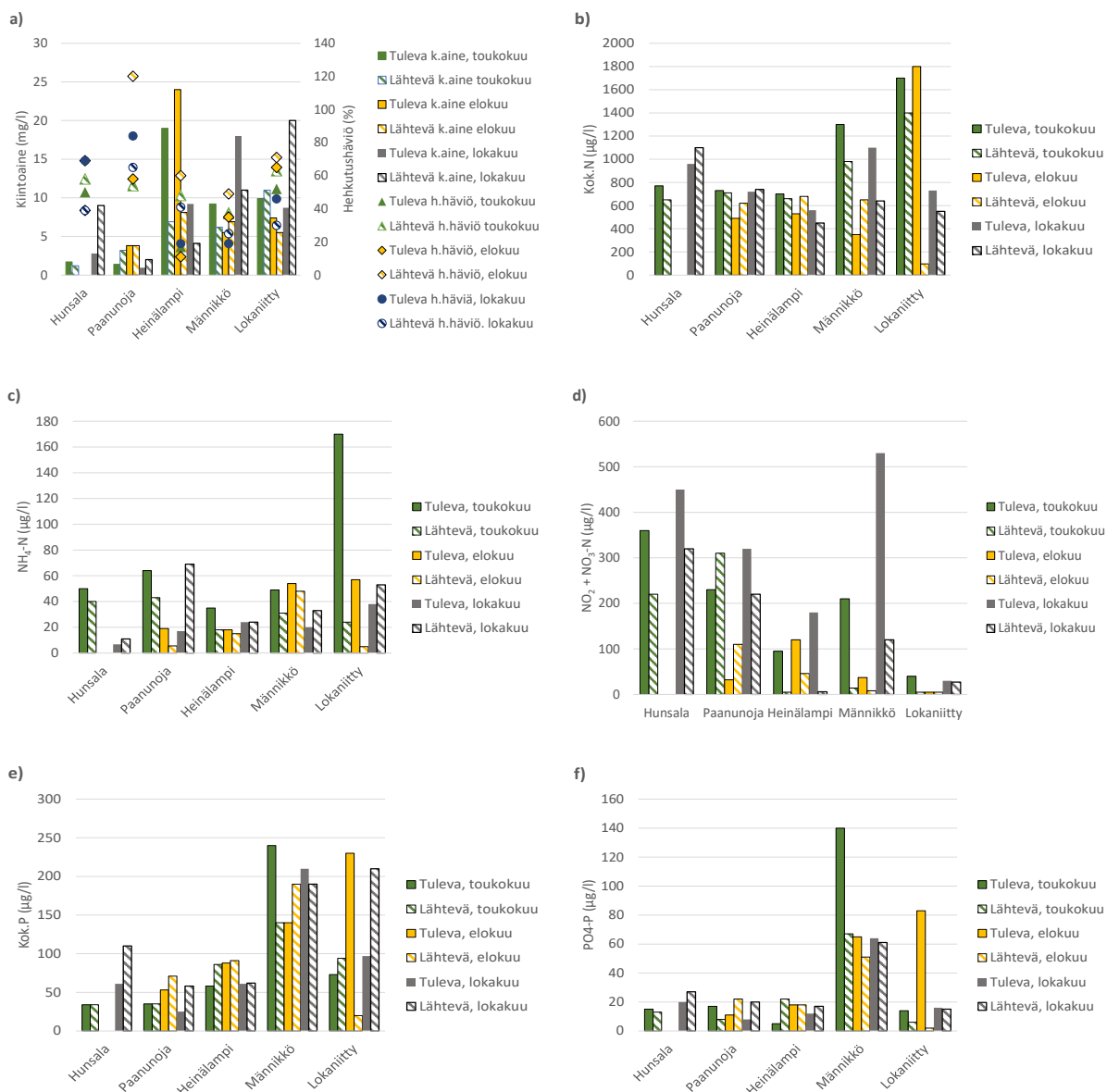
Hiidenveden kunnostus -hankkeessa tehtyjen kosteikkojen hoito- ja tyhjennystoimenpiteet ovat kosteikon valmistumisen jälkeen maanomistajan vastuulla. Hankkeen jatkuessa osalle kosteikoista voidaan kuitenkin tehdä kunnostustoimenpiteitä ja neuvontaa hankkeen tuella tarveharkinnan ja resurssien mukaan.

Vedenlaatuseuranta

Kosteikkojen vedenlaatuseuranta tehtiin viidellä kosteikolla. Kosteikosta Hunsala 2 (Loppi) ja Paanunoja 2 (Karkkila) ovat luonteeltaan laskeutusallasmaisia, Männikkö (Vihti) koostuu kahdesta kosteikosta, joista Männikkö 1 edusti tässä vertailussa tulevaa vettä ja Männikkö 2 lähtevää vettä. Lokaniitty (Lohja) on seurattavista selvästi suurin kosteikko, jota on seurattu hankkeen toimesta aiemminkin (Ikonen ym. 2021a).

Kiintoaineen pidätyskyvyn osalta kosteikot näyttävät toimivan vaihtelevasti. Pienimmillä Hunsalan ja Paanunojan kosteikoilla erot lähtevän ja tulevan veden välillä ovat pääosin varsin pieniä (kuva 19a). Hunsalasta ei saatu näytteitä elokuussa, ja veden vähyys kaikilla kosteikolla oli haasteena edustavien näytteiden saamiseen elokuussa. Heinälammessa kiintoaineen reduktio vaikuttaa varsin hyvältä koko avovesikautena. Männikössä ja Lokaniityssä sen sijaan erot tulevan ja lähtevän veden välillä olivat keväällä ja kesällä pienet. Lokakuussa Männikkö näytti pidättävän kiintoainesta, kun taas Lokaniityssä lähtevän veden kiintoainepitoisuus oli selvästi korkeampi kuin sinne tulevan. Keväällä ja kesällä lähes järjestään lähtevän veden hehikutushäviö on korkeampi kuin tulevan, mikä viittaa siihen, että kosteikkoihin tulevassa vedessä on suhteellisesti enemmän epäorgaanista ainesta, kun taas kosteikosta lähtevä vesi sisältää enemmän kasvi- ja leväperäistä orgaanista ainesta. Syksyllä tilanne saattaa olla päinvastainen, kuten oli havaittavissa Hunsalan, Paanunojan ja Lokaniityn kosteikoissa.

Kokonaistypen ja -fosforin osalta reduktiot näyttävät vaihdelleen ollen varsin tasaisia tai jopa negatiivisia (kuva 19b, d). Tätä selittänee kosteikosta irtoava orgaaninen kiintoaines, joka on kasviperäistä ja sisältää ravinteita. Sen sijaan liukoisten ravinteiden osalta etenkin suuremmilla Männikön ja Lokaniityn kosteikolla vaikuttaisi olevan jonkin verran reduktiovaikutusta (kuva 19c, d, f). Pienemmissä kosteikoissa reduktiovaikutus sen sijaan vaikuttaa selvästi heikommalta. Parempi liukoisten ravinteiden reduktiovaikutus on odotettavissa suuremmissa kosteikoissa, joissa kasvaa enemmän ravinteita sitovia kasveja ja leviä.



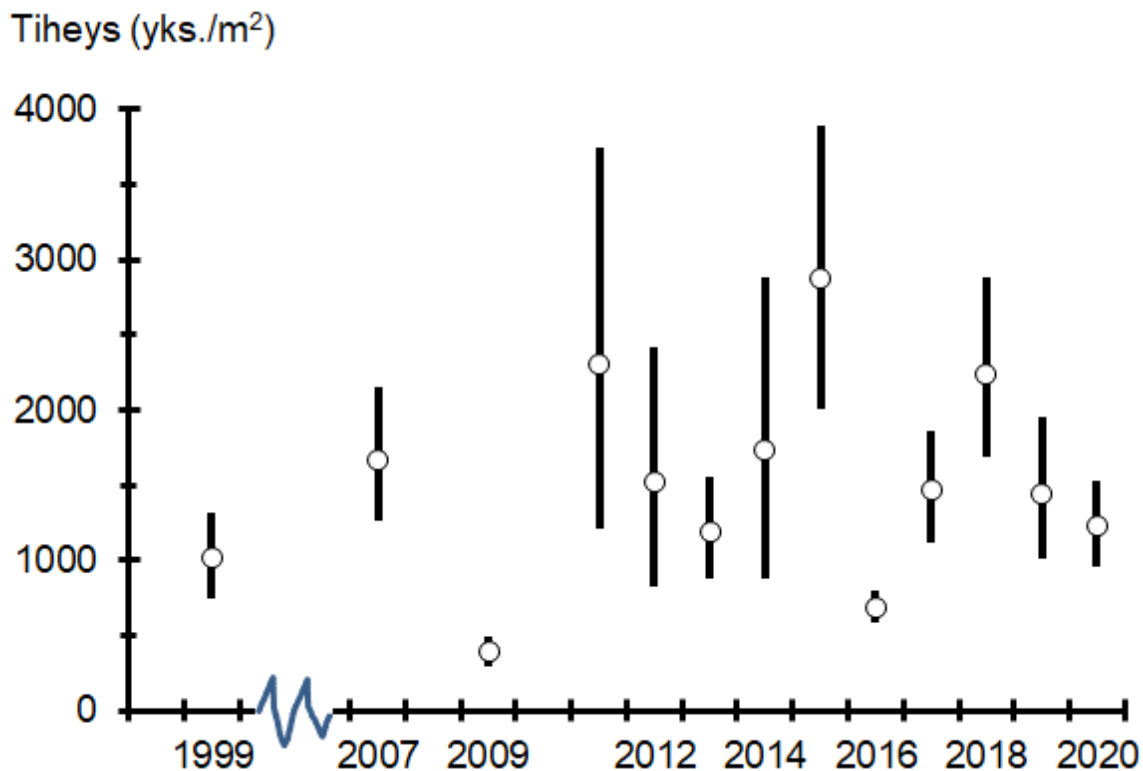
Kuva 19. Kosteikkojen seurantatulokset kiintoaineen, hehkutushäviön (orgaaninen aines), nitraatti-nitriittitypen, kokonaisytyyden, ammoniumtyyden, kokonaisfosforin ja liukoksen fosfaattifosforin osalta toukokuun ja elokuun näytteenotoista.

3.3.5 Ravintoverkon seuranta (sulkasääsket ja reliktiäyriäiset)

Hiidenveden ulapalla on varsin monimutkainen ravintoverkko, jossa keskeisessä roolissa on eläinplanktonin runsautta säätelevä sulkasääsken (*Chaoborus flaviscans*) toukka (Liljendahl-Nurminen ym. 2003). Sulkasääski voi siten vaikuttaa myös sinileväkukintojen muodostumiseen (Liljendahl-Nurminen ym. 2005). Sulkasääsken lisäksi Hiidenvedellä esiintyy kahta kalojen ravinnon kannalta merkittävää selkärangatonta reliktiäyriäistä, jäännemassiaista (*Mysis relicta*) ja valkokatkaa (*Monoporeia affinis*) (Jääskeläinen 1930). Nämä Hiidenvedessä esiintyvät äyriäiset ovat järven tilan seurannan kannalta mielenkiintoisia, koska niiden vaste rehevöitymiseen on päinvastainen verrattuna sulkasääsken toukkiin: siinä missä sulkasääski hyötyy rehevöitymisestä, reliktiäyriäiset kärsivät. Tärkein yksittäinen tekijä näiden äyriäisten kannalta on hapekkaan ja viileän alusveden esiintyminen läpi kesäkerrostuneisuuskauden. Hiidenveden syvännealueiden happitilanteen parannuttua viime vuosikymmenien aikana edellytykset näiden vaativien äyriäisten runsastumiselle ovat olemassa. Täten niiden mahdollista runsastumista pidemmällä aikavälillä voitaisiin pitää merkinä järven kunnostustoimien onnistumisesta.

Osana Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hanketta tehtiin tutkimus, jonka päämääränä oli arvioida sulkasääsken

toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsauden kehitystä Hiidenvedellä vuosina 2018–2020. Aineisto yhdistettiin aikaisemmissa hankkeissa kerättyyn tietoon sulkasääskistä ja reliktiäyriäisistä. Lisäksi selvitettiin, mitkä tekijät voisivat selittää kaikilla kolmella lajilla havaittua, hyvin voimakasta vuosien välistä runsausvaihtelua. Tulosten perusteella pohdittiin myös järvelle sopivia kunnostustoimia ja seurantaa. Tästä osahankkeesta vastasivat Helsingin yliopiston ekosysteemit ja ympäristö –tutkimusohjelman tutkijat **Tommi Malinen** ja **Mika Vinni**. Raportti kokonaisuudessaan löytyy liitteestä 3.



Kuva 20. Hiidenveden sulkasääskitiheys yli 6 m syvillä alueilla 95 %:n luottamusväleineen vuosina 1999–2020. Vuodesta 2011 alkaen tiheyttä on arvioitu vuosittain.

Tulosten perusteella sulkasääsken toukilla on edelleen merkittävä rooli Hiidenveden ulapan ravintoverkossa, mutta kannan koon vuosittainen vaihtelu on voimakasta (kuva 20). Viileät kesät johtavat pienempään sulkasääskitiheyteen seuraavana kesänä. Veden sameus suosii voimakkaasti sulkasääskeä. Voimakkaan kannanvaihtelun takia myös sulkasääsken vaikutus eläinplanktoniin ja sitä kautta sinileväkukintoihin voi vaihdella paljon vuodesta toiseen. Joka tapauksessa on selvää, että Hiidenveden syvien selkien sulkasääskikanta on niin runsas, että hoitokalastus ei sovellu Hiidenvedellä näiden alueiden kunnostukseen. (Malinen & Vinni 2021 liitteessä 3)

Hiidenveden jäännemassiais- ja katkakannat romahtivat 2017 alkusyksyn heikkojen happiolosuhteiden johdosta ja ovat palautuneet hitaasti (liite 3, kuvat 6, 8). Näiden reliktiäyriäisten runsastuminen olisi toivottavaa, koska ne ovat arvokasta ravintoa monille kaloille. Tiedot niiden merkityksestä Hiidenveden kalojen, erityisesti kuhan, ravinnossa ovat vielä puutteelliset. HOITOKALA-hankkeessa toteutettava kuhan ravinnonkäyttötutkimus kuitenkin antanee vastauksia, mikä näiden äyriäisten merkitys yhdessä sulkasääsken kanssa on Hiidenveden voimakkaalle kuhatuotannolle.

3.4 Valuma-alueen pienempien järvien kunnostussuunnitelmat ja lisäselvitykset

Hiidenveden kunnostuksen pääpainopisteen ollessa valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen vähentämisessä on hankkeessa keskitytty valuma-alueen hyvää heikommassa tilassa oleviin pienempiin järviin ja laadittu niille kunnostussuunnitelmat tarvittavine lisäselvityksineen. Hankkeessa vuosina 2020–2022 keskityttiin Lohjan Lehmijärveen sekä Vihdin Averia-järveen.

Kunnostussuunnitelmien lisäksi tehtiin Lopelle vesistöselvitys (Ikonen ym. 2021b), jossa tarkasteltiin toistaiseksi ekologisen luokituksen ulkopuolella olevien vesistöjen vedenlaatua ja mahdollisia kunnostustarpeita. Lisäksi Hiidenveden kunnostus -hankkeessa laadittiin Karkkilan Vaskijärvelle kunnostustarkastelu osaksi laajempaa kokonaisuutta ja hankesuunnitelmaa (Vesterinen ym. 2023), johon liittyy Vaskijärven keskivedenkorkeuden muuttaminen sekä Vaskijärven ja Vaskiojen elinympäristöjen parantaminen ja kuormituksen vähentäminen.

3.4.1 Lehmijärven kunnostussuunnitelma

Lehmijärvi on Lohjan kaupungin alueella sijaitseva Hiidenveden valuma-alueen järvi ja kuuluu Karjaanjoen päävaluma-alueeseen. Lehmijärven valuma-alue on melko pieni ja osa vedestä tulee pohjavesivaluntana ja valuma-alueella on lähteitä. Lehmijärvi on vesienhoidossa tyytetyt pieniin ja keskikokoisiin vähähumuksisiin järviin (Vh). Lehmijärven ekologinen tila oli viimeisimmässä luokittelussa hyvä, mutta se on vaarassa heikentyä.

Vuonna 2021 Lehmijärveltä haettiin Hiidenveden kunnostushankkeen toimesta viisi kertaa vesinäytteet. Lisäksi toteutettiin kertaluonteisesti hygieniaseuranta eri puolilta järveä. Tulosten perusteella suuria hygienisiä ongelmia ei havaittu. Haja-asutuksen jätevesijärjestelmät kaipaivat todennäköisesti kuitenkin kunnostamista. Ravinteiden pitoisuudet olivat melko pieniä, eikä kesällä 2021 havaittu voimakasta sisäistä kuormitusta. Lehmijärven veden α -klorofyllipitoisuus sekä eläinplanktonin ja kalaston rakenne osoittivat hyvää tilaa.

Juurakoppuhdistamon seurantatulosten mukaan puhdistamo poistaa melko hyvin moottoritien hulevedestä kiintoainetta ja ravinteita, mutta suolaa puhdistamo ei pysty vähentämään. Järveen laskevista ojista yksikään ei osoittautunut erityisen kuormittavaksi.

VEMALA-mallinnuksen mukaan Lehmijärven ulkoinen fosforikuormitus on vuosien kuluessa hieman pienentynyt. Ulkoisesta fosforikuormituksesta on 27 % luonnonhuuhtoumasta, 21 % peltoviljelystä, 19 % haja- ja loma-asutuksesta ja 17 % hulevesistä. Hulevesikuormituksen suuruus johtuu melko suuresta teollisuuden, palveluiden ja liikenteen alueiden määrästä sekä vapaa-ajan asuntojen piha-alueista.

Lehmijärven kunnostuksessa valuma-aluekunnostus on järvelle tärkeintä. Haja- ja loma-asutuksen jätevesijärjestelmien kuntoonlaitto ja peltotoimenpiteet ovat tärkeimpiä asioita. Pelloilla tulee huolehtia maan kasvukunnosta, käyttää talviaikaista kasvipeitteisyyttä, optimoida lannoitusta, käyttää kerääjäkasveja, levittää maanparannusaineita, perustaa suojavyöhykkeitä sekä rakentaa tarvittaessa kaksitasouomia ja kosteikkoja. Lisäksi pihojen vesistöystävälliseen hoitoon ja hulevesien viivyttämiseen tulee kiinnittää huomiota.

Lehmijärven valuma-alueella on huomattavan paljon ojitettuja kosteikkoalueita. Luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi ja veden viivyttämiseksi valuma-alueella näiden ojitettujen alueiden kunnostamisen mahdollisuuksia voisi selvittää. Lisäksi valuma-alueella saattaa esiintyä kunnostusta tarvitsevia lähteitä.

Kunnostussuunnitelma julkaistiin vuonna 2023 (Pellikka ym. 2023).



Kuva 21. Koekalastusta Lehmijärvellä kesällä 2021 (LUVY/ Jorma Valjus).

3.4.2 Averian kunnostussuunnitelma

Averia on Vihdin kunnan alueella sijaitseva Vihtijoen alaosan valuma-alueen järvi ja kuuluu Karjaanjoen päävaluma-alueeseen. Pääosa Averiaan virtaavista vesistä tulee Vihtijokea pitkin ja Averiaista vesi laskee Olkkalanjokea pitkin Hiidenveden Kirkkojärveen. Averia on vesienhoidossa tyyppitelty luontaisesti runsasravinteisiin järviin ja sen ekologinen tila on välttävä.

Järven vesi on ruskeaa, ja vesi on etenkin talviaikaan lähtenyt ruskettumaan 2000-luvun vaihteessa. Averian veden hygieeninen laatu on ollut melko hyvä, mutta tulosten perusteella järveen päätyy todennäköisesti jonkin verran jätevesikuormitusta. Averian kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuudet ilmentävät tyydyttävää/välttävää ekologista tilaa ja levien määrä huonoa ekologista tilaa. Sinilevien määrä on järvellä vuosi vuodelta kasvanut. Järvi kerrostuu ajoittain lämpötilan mukaan ja alusvedessä on usein havaittu hapen vähyyttä. Kalat ja mahdollisesti myös sulkasääsket aiheuttavat Averian eläinplanktoniin saalistuspainetta. Hyvänä kuhajärvenä tunnetun Averian kuhakanta on koekalastusten perusteella edelleen hyvä ja ikärakenne laaja.

VEMALA-mallin mukaan ulkoista fosforikuormitusta ei ole mahdollista pienentää nykyisestä pelloilla tehtävillä toimilla niin paljon, että Averian hyvä ekologinen tila saavutettaisiin ajanjaksolla 2021–2050. Averia on liian suuren ulkoisen kuormituksen lisäksi sisäkuormitteinen.

Valuma-aluekunnostus on järvelle tärkeintä. Jos sedimenttitutkimuksissa sisäkuormituksen määrä osoittautuu suureksi, voisi järvellä pilotoida alusveden kierrättämistä suodattimen ja kosteikkokäsittelyn kautta. Kalaston rakennetutkimuksissa (viistokaikuluotaus) saadaan tulevana vuosina selville pohjaa pölyyttävien kalojen samoin kuin petokalojen tarkempaa määrää. Näiden tulosten avulla järven hoitokalastuksen tarvetta tulee selvittää tarkemmin. Lisäksi imuruoppauksella saataisiin poistettua huomattavasti järven sedimentin ravinteita ja syvennettyä järveä.

Averian valuma-alueen virtavesissä on tehty huomattavan paljon nousuesteiden poistoja ja uomakunnostuksia. Useimmat Averiaan laskevan Vihtijoen sivu-uomat ovat pohjavesivaikutteisia ja ne ovat olleet aiemmin tärkeitä taimenen lisääntymis- ja elinalueita.

Kunnostussuunnitelmassa on esitetty kunnostustyön vuosisuunnitelma vuosille 2022–2030. Kunnostussuunnitelma (Pellikka ym. 2022) julkaistiin vuonna 2022.

3.4.3 Lopen vesistöselvitys

Hankkeessa tehtiin vesistöselvitys Lopen kunnan järviin ja lampiin, jotka sijaitsevat Hiidenveden valuma-alueella ja ovat ekologisen luokituksen ulkopuolella (Ikonen ym. 2021b). Selvityksessä nousi esiin metsätalouden vaikutus tarkastelluissa vesistöissä ja tarve metsätaloussektorin vesiensuojelutoimiin.

Selvityksessä tarkasteltiin Kreivinojan valuma-alueen vesistöjä vesistöketjulla Sorsamo–Luotlammi–Kalvanoja–Lounajoki–Kreivinoja–Teväntö sekä Laihua-järveä ja Palojokea (kuva 22). Vesistöistä saatavilla olevan tiedon perusteella toteutettiin vuonna 2019 tarkentava lisäselvitys vedenlaadusta niillä alueilla, joilla oli havaittavissa viitteitä vedenlaadun heikkenemisestä. Selvityksen perusteella laadittiin suositukset kunnostustoimenpiteiksi.

Vesistöjen tilan kartoituksessa ei havaittu erityisen korkeita pitoisuuksia pääravinteiden (kokonaistyyppi ja -fosfori) osalta. Veden väriä tarkastellessa havaittiin kuitenkin varsin korkeita lukemia, mikä ilmentää valuma-alueelta veteen kulkeutuvaa humuskuormitusta. Tämä on tyypillistä metsätalousalueiden ja voimakkaasti ojitettujen valuma-alueiden vesistöille. Esimerkiksi Sorsamo on karu latvajärvi, jolla on pieni valuma-alue. Sen tilassa ei havaittu merkittäviä muutoksia vuoden 2019 näytteenotossa verrattuna kymmenen vuoden takaisin mittaus-tuloksiin. Järvessä on kuitenkin havaittavissa humusvaikutus, jota valuma-alueella toteutettavat metsätalouden toimenpiteet ja ojitus voivat voimistaa.

Alueen vesistöjen tummavetisyys on myös maaperän rautapitoisuuden vuoksi tyypillistä, joten metsätalousvaikutusta on hankala erottaa luonnollisesta veden värjäytyneisyydestä. Metsätalouden vaikutusta voidaan kuitenkin pienentää vesistöihin tunnistamalla kuormituslähteet, kiinnittämällä huomiota niin metsätalustoimenpiteiden ajoitukseen kuin menetelmiin sekä perustamalla suojavyöhykkeitä ja vesiensuojelurakenteita, kuten pohjapatoja, kaivukatkoja ja lietetaskuja rakentamalla sekä suunnittelemalla ojitus vähemmän kuormitusta aiheuttavaksi (vesien jako useampaan ojaan, ojien suuntauksen ja kaltevuuden huomioiminen).



Kuva 22. Lopen vesistöselvityksessä tarkasteltujen vesistöjen valuma-alueet ja näytteenottopisteiden sijainnit.

3.4.4 Vaskijärven kunnostustarkastelu

Vaskijärvi on matala ja tummavetinen järvi Karkkilan koillisosissa ja Karkkilan toiseksi suurin järvi. Vaskijärven ekologinen tilaluokka on hyvä. Vaskijärven vedenpintaa säännöstellään Vaskijärven Luusuassa sijaitsevalla ylijouksovedellä. Säännöstelyvelvoitetta ja padon hoitoa on kuitenkin vuosia laiminlyöty. Kyläläisten toive on, että nykyisen säännöstelyveden tilalle tehtäisiin mahdollisesti kiinteä pohjapatoratkaisu, joka pitäisi vedenpinnan korkeuden säännöstelyveden vakaampana ja etenkin kesäaikaisen vedenkorkeuden nykyisen säännöstelyveden rajoja korkeammalla. Kyläläisten toiveita puoltaa se, että Vaskijärven vedenpinnan korkeus on pysytellyt säännöstelyn ylärajan yläpuolella viime vuodet, eikä merkittäviä vettymishaittoja ole tiedossa.

Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hankkeessa tehtiin yhteenveto Vaskijärven nykytilasta olemassa olevan tiedon pohjalta ja tarkasteltiin säännöstelyn nykytarvetta ja sopivaa veden pinnan tasoa järven veden laadun, vesiliöistön tilan sekä järven ja sen ranta-alueiden käytön kannalta. Raporttiin (Vesterinen ym. 2022) laskettiin myös päivitetty Vaskijärven kuormitusarviot, tarkasteltiin valuma-alueen ominaisuuksia sekä keskeisiä kuormituslähteitä ja lyhyesti esitettiin mahdollisia toimenpiteitä kuormituksen vähentämiseksi.

Vaskijärven vedenlaatu on pääosin hyvällä tasolla. Järvi ei ole kärsinyt merkittävistä sinileväkukinnoista, eikä tarkastelussa ilmennyt selviä merkkejä merkittävästä sisäisestä kuormituksesta. Vaikka vain 13 % Vaskijärven valuma-alueesta on peltomaata, sen osuus fosforikuormituksesta on yli 50 %. Vaskijärven tilan kannalta ensisijaisen tärkeää on toteuttaa toimenpiteitä, joilla ravinteet ja kiintoaine saadaan pysymään pelloilla. Vaskijärven valuma-alueella olevien turvemetsien, turvetuotantoalueen ja soiden ojitukset vaikuttavat paitsi ravinnekulmaan, myös humuksen /orgaanisen aineksen kuormaan. Sen vuoksi myös toimenpiteet metsätalouden kuormituksen vähentämiseksi ovat suositeltavia.

Vaskijärven virkistyskäyttöä haittaavat järven mataluus ja umpeenkasvu (kuva 23). Vedenpinnan nostolle on selvä sosiaalinen tarve. Ekologisesta näkökulmasta Vaskijärven vedenpinnan vaihtelussa olisi tarpeellista säilyttää luonnollinen vuodenaikaisvaihtelu, joista ehkä oleellisimpana voidaan pitää keväisten tulvaniittyjen muodostumista. Keskivedenkorkeuden nostolla ja erityisesti kesäaikaisen vedenpinnan korotuksella on vesienhoidollisesti positiivisia seurauksia mm. vesikasvillisuuden vähenemisenä, järven happipitoisuuden paranemisenä ja tuulen aiheuttaman pohjan pölyämisen vähenemisenä.



Kuva 23. Vaskijärvi on matala ja rannoilla kasvaa monin paikoin tiheästi järviruokoa. Kuva otettu maastokatselmuksesta marraskuussa 2021 (LUVY / Jussi Vesterinen).

3.5 Viestintä

Hiidenveden kunnostus -hankkeen viestinnän tavoitteena oli:

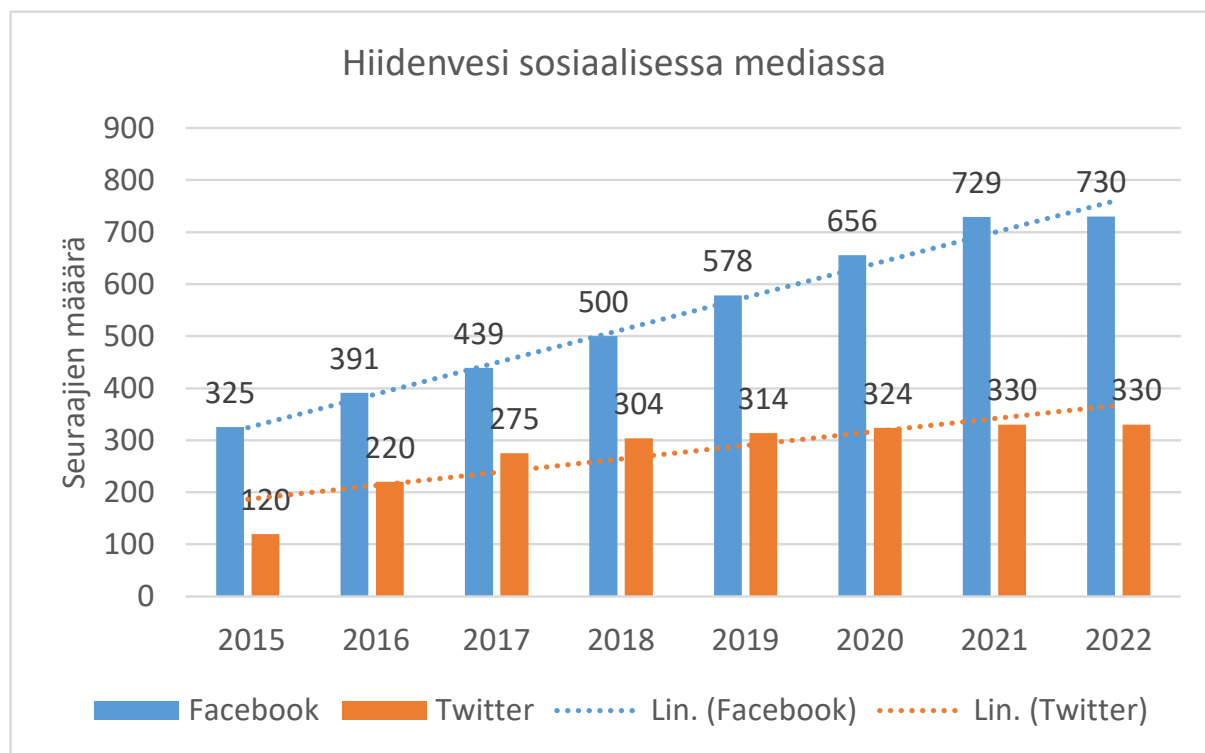
- Lisätä suuren yleisön tietoisuutta vesistökuunnostuksesta ja sen keinoista, omista vaikutusmahdollisuuksista järven tilaan ja Hiidenvedestä virkistysalueena, sekä kannustaa aktiivisuuteen järven tilan parantamiseksi
- Viestiä aktiivisesti tiedotteiden ja sosiaalisen median välityksellä
- Järjestää yleisötapahtumia, joista tärkein on vuotuinen Hiidenvesi-ilta

Tiedotteet

Vuosina 2020–2022 hankkeessa julkaistiin 39 tiedotetta. Hankkeen aikana päivitettiin myös Hiidenveden kunnostus -hankkeen nettisivuja (www.luvy.fi/hankkeet/hiidenvesi), mistä löytyvät myös hankkeen aikana julkaistut tiedotteet.

Sosiaalinen media

Sosiaalisessa mediassa hankkeen seuraajamäärät ovat olleet etenkin Facebookissa mukavasti kasvussa (kuva 24). Twitterin puolella hanke on viestinyt vähemmän ja seuraajamäärätkin ovat pysyneet tasaisena. Vuonna 2022 on hankkeessa vähemmän tiedotettu johtuen vähäisistä toimista ja loppuraportointiin panostamisesta. Tämä näkyy myös sosiaalisen median seuraajamäärien kasvun pysähtymisenä.



Kuva 24. Hiidenveden seuraajamäärien kehitys sosiaalisessa mediassa vuosina 2015–2022.

Yleisötapahtumat

Hiidenvesi-ilta järjestettiin 4.3.2020 Vihdin kunnanviraston auditoriossa. Yleisötilaisuudessa esiteltiin keinoja vähentää maa- ja metsätalouden kuormitusta sekä parantaa järven kalaston tilaa. Iltaan toivat väreä Vihdin Ojakkalan ja Karkkilan Nyhkälän koulujen oppilaiden kuvaamataidontyöt vedenalaisesta maailmasta ja

kurkipellosta. Maanparannusaineiden käyttöä esitteli VILKKU+ -hankkeen hankevastaava **Janne Heikkinen** Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksesta. Metsätalouden aiheuttaman vesistökuormituksen nykytilaa Hiidenvesi-illassa valotti Huomio metsien vesienhoitoon -hankkeen projektipäällikkö **Mika Salmi** Suomen Metsäkeskuksesta. Myös LUVYn asiantuntijat kertoivat Hiidenveden kunnostus -hankkeen kuulumisia.



Kuva 25. Hiidenvesi-ilta maaliskuussa 2020 keräsi Vihdin kunnanviraston auditorion väkeä täyteen.

Huhtikuun 2020 jälkeen alkoi koronarajoitusten aika, jota on kestänyt kesään 2022 asti. Hankkeessa ei pystytty järjestämään isompia yleisötilaisuuksia paikan päällä. Elokuussa 2021 kuitenkin järjestettiin Lopen Pilpalan liiton-talolla yleisötilaisuus metsätalouden vesiensuojeluun liittyen. Tilaisuus houkutteli paikalle vilkkaasti keskustele- van yleisön. Hiidenveden kunnostus -hanke, Huomio metsien vesienhoitoon -hanke sekä Länsi-Uudenmaan hajajätevesihanke järjestivät yleisötilaisuuden yhteistyössä Pilpalan kylät ry:n kanssa. Käsitellyjä aiheita olivat Lopen lounaisosan Hiidenveden valuma-alueeseen kuuluvat vesistöt, metsätalouden vesistökuormitus sekä haja-asutuksen jätevedet. Paikalla oli myös hajajätevesien neuvontapiste.

Toukokuussa 23.5.2022 järjestettiin Hiidenvesi-ilta Microsoft Teams -pohjaisena webinaarina. Tilaisuuden avasi Vihdin ympäristöpäällikkö **Sari Brusila**, jonka jälkeen kuultiin AFRYn **Juha Niemistön** esitys ravinnetasetutki- muksen tuloksista. LUVYn hankkeessa työskennelleet asiantuntijat kertoivat myös hankkeen kuulumisia eri teemoittain. Webinaari keräsi vaatimattomat viisi osallistujaa järjestäjien lisäksi. Johtopäätöksenä voi todeta, että Hiidenvesi-ilttaa ei välttämättä kannata jatkossa järjestää webinaaripohjaisena.

Lisäksi hankkeessa järjestettiin pellonpiennartilaisuuksia (ks. 3.1.2.).

4 Yhteenvedo Hiidenveden tilasta ja kunnostustarpeesta

Hankkeessa jatkettiin pitkäjänteistä kunnostustyötä Hiidenveden vedenlaadun ja virkistyskäytön paranta- miseksi ja saatiin laajennettua kunnostustyötä useisiin yhteistyöhankkeisiin. Seurannan perusteella näyttää, ettei Hiidenveden tilassa ole vedenlaadun ja kuormituksen osalta tapahtunut merkittäviä muutoksia suuntaan tai toiseen viimeisen 20 vuoden aikana. Ravinnetasetutkimuksen perusteella sekä sisäinen että ulkoinen

kuormitus ovat likimain samalla tasolla kuin 20 vuotta sitten. Näiden vuosien aikana Hiidenveden kunnostushanke on tehnyt lukuisia toimenpiteitä ympäri valuma-alueita pohjautuen sen hetkiseen tietoon ja taitoon. Laajasta valuma-alueestaan ja isoista vesimassoistaan johtuen valuma-alueen kunnostustoimien vaikutuksia Hiidenvedeltä otetuissa vesinäytteissä on hyvin hankala erottaa. Lisäksi ilmastomuutoksella on ollut vaikutuksensa tarkastelujaksolla.

Valuma-alueen tila ja kunnostustarve

Pääpaino Hiidenveden kunnostamisessa on viime vuosina ollut valuma-alueella tehtävissä, ulkoista kuormitusta vähentävissä toimenpiteissä. Tämä painotus on syytä pitää jatkossakin, koska ulkoinen kuormitus ylittää edelleen selvästi järven sietokyvyn. Kahdessakymmenessä vuodessa on hankkeen toimesta tehty yli 120 kosteikkoja, joista tuoreimpien seurantalulosten perusteella noin puolessa on kunnostustarvetta. Kunnostushankkeen alkuajoista tähän päivään myös ymmärrys vaikuttavista kuormitusta vähentävistä kosteikoista on lisääntynyt. Kosteikkojen vedenlaatusuuruuksien seurantalulokset kertovat osaltaan, että vain riittävän suuret ja monimuotoiset kosteikot toimivat tehokkaasti ravinne- ja kiintoainekuorman pidättäjinä. Vuosien saatossa kosteikkorakentamisen kustannukset ovat nousseet, minkä vuoksi kunnostushankkeissa on jouduttu tekemään kompromisseja siirryttäessä suunnitelmasta toteutukseen. Jatkossa olemassa olevien kosteikoiden kunnostusten yhteydessä kannattaa selvittää mahdollisuudet niiden laajentamiseen ja monipuolistamiseen (syviä ja matalia alueita, vaihtelevaa kasvillisuutta ja veden viivytyksen maksimointia) ja näin ollen vaikutusten parantamiseen.

Hiidenveden peltoalueilla olisi erittäin tarpeellista saada maanparannusaineet laajalti käyttöön, koska niillä on suuri potentiaali toimia kustannustehokkaina ja yksinkertaisina ulkoisen ravinnekuormituksen vähentäjinä. Ne myös hyödyttävät viljelijöitä ravinteiden pidätyessä pelloilla. Toivottavasti maanparannusaineista sisävesille soveltuva rakennekalkki saadaan tukikelpoiseksi vesiensuojeluhankkeissa tulevaisuudessa. Myös viljelijöiden omilla ratkaisulla, kuten jatkuvapeitteisellä kasvatuksella ja kerääjäkasveilla, voidaan saada aikaan nopeita ja myönteisiä vesistövaikutuksia. Asiaan liittyvää neuvontaa on järkevää jatkaa. Vanjoen ja Vihtijoen alueella sivuhaaroineen on paljon tulvaherkkiä alueita. Tällaisille alueille olisi ehdottoman tärkeää toteuttaa kaksitasouomia tai riittäviä suojavyöhykkeitä sekä lisätä valuma-alueen vedenviivytyskapasiteettia.

Hiidenveden valuma-alueella on edelleen hevostalleja, joille kannattaa jatkaa neuvontaa vesistöystävällisistä ratkaisuista. Myös rantakiinteistöille kohdistettua neuvontaa kannattaisi toteuttaa, koska rantakiinteistöjen hulevesikuormituksella voi olla paikallista, merkittävää kuormitusvaikutusta. Hiidenveden alueella on paljon vakituista ja loma-asutusta lähellä rantaviivaa, ja verrattain kallioisilla rannoilla hulevesien pidätyskyky on heikko. Rantakiinteistöjen puutarhoissa laajat nurmikkoalueet pidättävät huonosti hulevesiä. Toimilla voitaisiin lisätä myös luonnon monimuotoisuutta. Vesistöystävällisistä puutarharatkaisuista on koottu tietoa mm. Vesientila-sivustolle osoitteessa: www.vesientila.fi/vesistokunnostus/puutarhanhoito

Hiidenveden laajan valuma-alueen johdosta ja kunnostushankkeen toimenpiteiden vaikutusten todentamiseksi olisi kannattavaa toteuttaa kunnostusta osavaluma-alueittain riittävine seurantaohjelmineen. Tällaisia osavaluma-aluekohtaisia kunnostustoimia on esitetty Averian ja Lehmijärven kunnostussuunnitelmissa toteutus-aikatauluineen. Osavaluma-aluekohtaista kunnostussuunnittelua jatketaan myös LUUVIRSU-hankkeessa, jossa laaditaan seuraava Hiidenveden osavaluma-aluekohtainen kunnostussuunnitelma Vanjoen alueelle.

Sisäinen kuormitus ja sen vähennyskeinot

Hankkeen aikana saatiin kallisarvoista tietoa Hiidenveden sisäisestä kuormituksesta ja sen mekanismeista. Hiidenveden eri altaille mekanismit vaihtelevat ja niitä yhdistää hyvin hankala hallittavuus. Syvemmillä altaille, kuten Kiihkelyksenselällä, alusveteen liukenee hapettomissa oloissa fosforia, mutta voimakkaan kerrostuneisuuden vuoksi tämä ravinnepitoisuus ei suoranaisesti vaikuta pintaveden levämääriin kasvukaudella. Matalilla alueilla Kirkkojärvellä ja Mustionselällä on käynnissä kaikki sisäisen kuormituksen mekanismit tuuli- ja kalapölytyksestä sedimentin syvien osien hapettomuuteen ja fosforin liukenemiseen sekä orgaanisen aineksen hajoamiseen. Samaan aikaan matalat alueet saavat suhteellisesti eniten ravinnepitoista kuormitusta Vihtijoesta. Korkeasta ulkoisesta kuormituksesta ja lyhyestä viivymästä johtuen kemikaalikäsittelyllä olisi todennäköisesti varsin lyhytaikainen vaikutus vedenlaatuun ja se olisi myös erittäin kallista. Todennäköisesti lyhytkestoista olisi

myös hoitokalastuksen vaikutukset nykyisillä ulkoisen kuormituksen ravinnemäärillä. Laskennallisesti riittävän vuotuisen kalanpoiston hinta olisi myös korkea ja pääasiallisena kunnostushankkeen toimenä ei erityisen kannattavaa. Syvemmillä alueilla hoitokalastus ei ole kannattavaa tiheiden sulkasääksiesiintymien vuoksi. Toisaalta ennustettu ulkoisen kuormituksen nousu ilmastomuutoksen myötä tarkoittaa kriittisen kuormituksen rajan alittamisen hankaloitumista, jolloin tulevaisuudessa olisi ehkä perusteltua tehdä valuma-aluekunnostusta sisäisen kuormituksen toimien (kuten hoitokalastus) kanssa samanaikaisesti.

Hoitokalastus Hiidenveden matalilla alueilla, Mustionselällä ja Kirkkojärvellä, missä ei esiinny sulkasääskeä, olisi kaikkein järkevintä, jos se saataisiin toimimaan taloudellisesti kannattavasti hankkeesta irrallaan. Esimerkiksi valikoiva isoihin pohjaa pölyttäviin särkikaloihin kohdistuva pyynti olisi tarpeellista valuma-alueen kunnostustoimenpiteiden ohella.

Isosorsimo on tullut viimeaikaisten selvitysten mukaan jäädäkseen ja uhkaa Hiidenveden petokaloista etenkin hauen lisääntymistä. Lisäksi isosorsimon leviäminen on selkeä uhka rantakasvillisuuden monimuotoisuudelle. Kalastoselvitysten perusteella petokala:saaliskala -suhde isosorsimovaltaisilla alueilla Mustionselällä ja Kirkkojärvellä ei ole hyvä särkikalojen runsastumisen vuoksi. Haukien lisääntymisalueiden kunnostamista ja haukikosteikoiden perustamista kannattaa jatkossa edistää. Samalla isojen petokalojen merkitystä särkikalojen tärkeimpinä luontaisina laiduntajina on syytä viestinnällisesti korostaa. Alueella järjestettävissä kalastuskilpailuissa olisi kannattavaa siirtyä pyydä- ja päästä -periaatteeseen.

Lähteet

- Asp, T., Holmberg, R., Vesterinen, J. & Valtonen, M. 2021: Karjaanjoen vesistön yhteistarkkailujen vuosiyhteenveto 2020. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 10/2021. 64 s.
- Hagman A-M. 2012: Hiidenveden kunnostus 2012–2015 -hanke: Hiidenveden kunnostus- ja hoitosuunnitelma. Ramboll. 87 s.
- Hyytiäinen, U-M. 2008: Hiidenveden hoito ja kunnostus 2005–2007. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 12/2008, 27s.
- Ikonen, E., Vähä, J.-P., Ståhl, V. & Vesterinen, J. 2021a: Hiidenveden kunnostus -hanke 2016–2021: Vuosiraportti 2020. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 13/2021. 52 s.
- Ikonen, E., Laitinen, E. & Vesterinen, J. 2021b: Lopen vesistöselvitys vuonna 2019. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 7/2021. 16 s.
- Ikonen, E., Vähä, J.-P., Pöytäniemi, S. & Ståhl, V. 2020: Hiidenveden kunnostus -hanke: Vuosiraportti 2019. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 10/2020. 40 s.
- Jääskeläinen, V. 1930: Hiidenvesi kalavetenä. Suomen kalatalous 11-14. Kalataloudellinen tutkimustoimisto, Maataloushallituksen tiedonantoja nro 298. Valtioneuvoston kirjapaino, Helsinki. s. 1-38.
- Lappalainen, K. M. & Matinvesi, J. 1990: Järven fysikaaliskemialliset prosessit ja ainetaseet. Teoksessa: Ilmavirta, V. (toim.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki: s. 54–84.
- Loman, K. (toim.). 2014: Hoitokalastuksen kokemuksia, käytäntöjä ja tuloksia eräiltä suomalaisilta ja ruotsalaisilta järviltä. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. 102 s.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Eloranta, P., Valtonen, S. & Peckan-Hekim, Z. 2005: Searching for the missing peak – an enclosure study on seasonal succession of cladocerans in Lake Hiidenvesi. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 59: 85–103.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Malinen, T., Eloranta, P., Vinni, M., Alajärvi, E., & Valtonen, S. 2003: The supremacy of invertebrate predators over fish – factors behind the unconventional seasonal dynamics of cladocerans in Lake Hiidenvesi. Arch. Hydrobiol. 158: 75–96.

Malinen, T. & Vinni, M. 2013: Järvi hoi -hankkeen ravintoverkkotutkimukset Hiidenvedellä ja Lohjanjärvellä. Loppuraportti 2.10.2013. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 18s.

Marttila, J. 2003: Hiidenveden kunnostussuunnitelma. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 133. 55 s.

Niemistö, J., Zhao, S. & Jilbert, T. 2020: Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö –tutkimusohjelma. Hiidenveden ravinnetaseen selvittäminen, Väli­raportti kesän 2020 osatutkimuksista Hiidenveden sisäiseen ravinnekuormitukseen liittyen – Diffuusiolaskelmat sekä sedimentin fosforipitoisuus ja fosforia sisältävät jakeet. Julkaisematon raportti. 17 s.

Pellikka, K., Valjus, J. & Vesterinen, J. 2022: Vihdin Averian kunnostussuunnitelma. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 17/2022. 78 s.

Pellikka, K., Tammivuori, J., Tantt, H. & Valjus, J. 2023. Lohjan Lehmijärven kunnostussuunnitelma. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 5/2023. 81 s.

Sairanen, S. 2019: Hiidenveden verkkokoekalastukset vuonna 2019. Luonnonvarakeskus. Moniste 21 s.

Vesterinen, J., Laitinen, E. & Kihlström, M. 2022: Vaskijärven kunnostustarkastelu. Hiidenveden kunnostus 2020–2022 -hanke. Julkaisematon raportti.

Vesterinen, J. 2020: Hiidenveden itäosien haulle soveltuvien kutualueiden kuvaus toukokuussa 2020. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisematon moniste.

Vesterinen, J., Laitinen, E. & Kihlström, M. 2023. Karkkilan Vaskijärven kunnostustarkastelu. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 3/2023. 32 s.

Vollenweider, R. A. 1975: Input-output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. Schweiz. Hydrol. 37.

Liitteet

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021

Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020

Liite 4. Hiidenveden kunnostushankkeen kosteikot

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(1/17)



LIITE 1

Loppuraportti_ Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 1/17



Helsingin yliopisto

Hiidenveden fosforitase vuonna 2021

Projektiviite: 101016184-001

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(2/17)



LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 2/17

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	3
2.	Aineisto ja Menetelmät	3
2.1.	Sedimentaatiomittaukset	3
2.2.	Resuspensiolaskelmat	4
2.3.	Ravinnebudjetti	5
2.4.	Ravinnemääritykset	5
2.5.	Nettosedimentaatio	6
3.	Tulokset ja tulosten tarkastelu	6
3.1.	Sedimentaatio- ja resuspensionopeudet	6
3.2.	Ravinnebudjetti ja sisäinen kuormitus	8
3.2.1.	Ravinnetaseyhtälö	8
3.2.2.	Vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuudet ja siihen vaikuttavat tekijät	10
3.3.	Nettosedimentaatio	13
4.	Johtopäätökset	16
5.	Lähteet	16

Liitteet

Liite 1. Vesipatsaan lämpötilan ja liukoisen hapen pitoisuuden vertikaaliprofiilit 10.5.-26.10.2021
(toimitettu sähköisenä)

Liite 2. Sedimenttien ajoituksen raakadata (toimitettu sähköisenä)

AFRY Finland Oy (www.afry.fi)

Projektityöryhmä

Projektipäällikkö: Juha Niemistö (FT), limnologi

Yhteystiedot

Jaakonkatu 3

01621 Vantaa

Y-tunnus 0625905-6

Puh. +358 405156571

Sähköposti: juha.niemisto@afry.com

Kenttätöistä ja laboratoriotöissä vastanneet sekä aineistokäsittelyssä avustaneet henkilöt:

Helsingin yliopisto

Tom Jilbert, apulaisprofessori Helsingin yliopisto

Siqi Zhao, tohtorikoulutettava, Helsingin yliopisto

Tuomo Viirret, maisteriopiskelija, Helsingin yliopisto

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(3/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 3/17

1. Johdanto

Tämä osatutkimus liittyy laajempaan Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry:n (LUVY) vetämään hankekokonaisuuteen, jossa vuosina 2020–2021 selvitettiin Hiidenveden ravinnetase fosforin osalta järven kunnostussuunnitelman päivittämiseksi hankekaudelle 2022–2027.

Sisäisen ravinnekuormituksen arvioinnin ja mittaamisen Hiidenveden eri järviältä tekivät avovesikaudella 2021 Helsingin yliopiston (HY) tutkijat ja AFRY Finland Oy:n asiantuntija ainetasemenetelmää (Lappalainen & Matinvesi, 1990) käyttäen. Kesällä 2020 eri järviältäiden sisäistä kuormitusta arvioitiin myös diffuusiolaskelmien perusteella (Niemistö ym. 2020). Aikaisempi ainetaselaskelma Hiidenvedelle on tehty 2000 luvun alkupuolella (Marttila, 2003). Uuden ainetaselaskelman vaatimat mittaukset (luusuasta poistuva fosforimäärä, fosforin bruttosedimentaatio, vesipatsaan fosforisisällön muutos ja ulkoinen fosforikuorma) toteutettiin vuonna 2021. Ainetaselaskelmiin tarvittavat ulkoisen kuormituksen arviot tehtiin Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry:n toimesta. Hiidenveden ravinnekuormitusta arvioitiin VEMALA-mallin avulla. Tulevaa kuormitusta ja vedenlaatua arviotiin erikseen jokaiselle altaalle (Kirkkojärvi, Mustionselkä, Nummelanselkä, Kiihkelyksenselkä ja Sirkkoonselkä).

Kesällä 2020 sedimentin ajoitukseen (iänmäärittämiseen) ja fosforipitoisuuden määrittämiseen otettuja näytteitä eri järviältäiden sedimentistä hyödynnettiin myös tässä tutkimuksessa ja järviälläkohtaiset fosforin nettosedimentaatiot raportoidaan tässä yhteydessä. Ravinnetaselaskelmien ja sedimentin ajoitukseen perustuvan nettosedimentaation lisäksi tässä raportissa esitetään sedimentin resuspension vaikutuksia järviältäiden sisäiseen ravinnekiertoon.

2. Aineisto ja Menetelmät

2.1. Sedimentaatiomittaukset

Ainetaselaskelman tarvitsemat sedimentaatiomittaukset tehtiin avovesikaudella 2021, 11.5. –26.10. Bruttosedimentaatio määritettiin sedimenttikeräimiä käyttäen viidellä eri järviältäalla altaiden syvänteillä (Kuva 2-1). Lämpötilakerrostumattomilla matalilla järviältäilla, Kirkkojärvi, Mustionselkä ja Nummelanselkä, sedimentaatiota mitattiin vain pohjanläheisillä keräimillä 2 m etäisyydellä pohjasta. Kerrostuvilla alueilla keräimillä mitattiin erikseen myös päällysvesikerroksen sedimentaatiota, Kiihkelyksenselällä 10 m syvyydestä ja Sirkkoonselällä 5 m syvyydestä. Jokaisessa keräimessä oli neljä rinnakkaista sedimentaatioputkea (polykarbonaattiputki, halkaisija 5 cm ja korkeus 40 cm) (Bloesch & Burns 1980). Sedimentoituvan aineksen horisontaalisen kulkeutumisen vuoksi vain syvänteistä sedimentaatiota mitattaessa kuiva-aineen bruttosedimentaatio ja näin ollen fosforin bruttosedimentaatio ja sen perusteella pinta-alayksikköä kohden laskettava sisäisen kuormituksen määrä (ks. luku 3.2) todennäköisesti yliarvioidaan jonkin verran, koska pohjalle laskeutuvaa materiaalia fokuoitiin syvänteisiin sedimentin resuspensoitumisen vuoksi (Bloesch & Uehlinger 1986, Niemistö ym. 2012). Keräimet oli kuitenkin sijoitettu syvänteisiin, jotta saataisiin aikaisempiin saman tapaan tehtyihin ainetaselaskelmiin (Marttila 2003) nähden vertailukelpoisia tuloksia.

Koska kaikki näytteenottojaksot eivät olleet aivan yhtä pitkiä, laskettiin jokaiselle järviältäalle ajallisesti painotettu bruttosedimentaation keskiarvo koko mittauskaudelle. Koko Hiidenvedelle laskettiin lisäksi alueellisesti painotettu keskiarvo eri järviältäiden tulokset huomioiden ja olettaen, että Retlahden ja Isontalonselän sekä Vaanilanlahden sedimentaationopeudet olivat samaa tasoa Nummelanselän kanssa.

Keräimet tyhjennettiin avovesikaudella noin kahden viikon välein, jotta laskeutuneen aineksen hajoaminen ei vaikuttaisi merkittävästi tuloksiin (Bloesch & Burns 1980, Horppila & Nurminen 2005). Keräimiin kertynyt materiaali kuivattiin (kuivauskaappi +60°C) ja kuiva-aineen sedimentaationopeudet laskettiin yksikössä g/m² d. Jokaisen keräimen kuiva-ainenäytteestä otettiin osanäyte orgaanisen aineksen sekä fosforin pitoisuuden määrittämiseksi (määritykset kuvattu

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(4/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 4/17

luvuissa 2.2 ja 2.4). Organisen aineksen pitoisuutta hyödynnettiin matalien altainen resuspensionopeuksien laskemisessa (ks. luku 2.2).



KJ: Kirkkojärvi, N 60 24.456, E 24 18.348 **MS: Mustionselkä, N 60 23.124, E 24 16.788**

NS: Nummelanselkä, N 60 21.162, E 24 16.962 **KS: Kiihkelyksenselkä, N 60 22.890, E 24 11.202**

SS: Sirkkoonselkä, N 60 21.834, E 24 07.962

Kuva 2-1. Hiidenveden kartta, näytteenottopisteet ja koordinaatit (sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 10/2020 aineistoa).

2.2. Resuspensiolaskelmat

Matalien järvi-altaille sedimentin resuspensionopeus laskettiin merkkiainemenetelmällä hyödyntäen (Gasith 1975, muokattu Bloesch 1994),

$$R = S \frac{f_S - f_T}{f_R - f_T}, \text{ jossa}$$

S = bruttosedimentaatio kuiva-aineena (g/m² d)

f_S = bruttosedimentaation organisen aineksen osuus

f_R = pintasedimentin organisen aineksen osuus

f_T = vesipatsaan kiintoaineen organisen aineksen osuus

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(5/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 5/17

Pintasedimenttinäytteet resuspensiolaskelmia varten otettiin jokaisen näytteenoton yhteydessä samoin kuin vesinäytteet kiintoainemäärityksiä varten. Matalilla kerrostumattomilla altailla vesinäytteet otettiin pinnasta pohjaan joka metristä kokoomanäytteenä 1 m korkealla Limnos putkinoutimella. Kiihkelyksenselällä kokoomanäytteet otettiin 10 m korkeista vesipatsaista: 0–10 m, 10–20 m ja 20–pohja. Sirkkoonselällä kokoomanäytteet otettiin seuraavasti: 0–5 m ja 5–pohja. Kiintoaine määritettiin punnitsemalla GF/C-lasikuitusuodattimelle jäänyt tunnetusta tilavuudesta suodatettu ja kuivattu massa (105 °C). Orgaanisen aines määritettiin hehkutushäviönä (450 °C, 4 h). Pintasedimenttinäytteet (0–1 cm) otettiin HTH-corer -noutimella ja kuiva-ainepitoisuus sekä orgaanisen aineksen pitoisuus määritettiin kuten veden kiintoaineen kohdalla.

Kerrostuvien alueiden resuspensionopeus laskettiin pohjaläheisen ja harppauskerroksen alapuolisen keräimen sedimentaation erotuksena (Bloesch 1994). Menetelmässä on oletuksena, että päällysvesikerroksessa ei ole resuspensoitunutta materiaalia.

2.3. Ravinnebudjetti

Hiidenveden sisäinen fosforikuormitus avovesikaudella 2021 koko järvelle ja eri järivialtaille laskettiin käyttäen ravinnetaseyhtälöä (Lappalainen & Matinvesi 1990),

UK + SK = LP + BS + dm/dt P, jossa
 UK = ulkoinen kuormitus
 SK = sisäinen kuormitus
 LP = luusuasta poistuva ainevirta
 BS = bruttosedimentaatio
 dm/dt P = vesimassan ainesisällön muutos

Yhtälöstä voidaan laskea sisäinen kuormitus jäännösterminä

$$SK = LP + BS + dm/dt - UK$$

Ainetaselaskelman tarvitsemat sedimentaatiomittaukset on kuvattu edellä luvussa 2.1. Ainetaseyhtälöön tarvittavan fosforin bruttosedimentaatio laskettiin kuiva-aineen sedimentaationopeuden ja fosforipitoisuuden tulona.

Tulevia ja lähteviä ravinnevirtoja (taseen parametrit UK ja LP) arvioitiin järivialtaille VEMALA-mallinnuksen avulla. Ainetaselaskelmissa käytettiin vuoden 2021 tuloksia aikaväliltä 1.4.–31.10.2021. Vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuuden ja ravinnesisällön sekä sen muutoksen (dm/dt P) mittaamiseksi kesän aikana ravinnenäytteet otettiin kokoomanäytteinä, kuten on kuvailtu luvussa 2.2 kiintoaineen kohdalla (näytteenotot kahden viikon välein aikavälillä 11.5.–26.10.2021). Lisäksi jokaisella näytteenotokerralla mitattiin vesipatsaan happi- ja lämpötilaprofiilit pinnasta pohjaan 0,5 m välein CTD-sondilla (YSI-6600V2, YSI Corporation, Yellow Springs, OH, USA). Lämpötilan ja liuenneen hapen tulokset ovat tukemassa johtopäätöksiä, mutta niitä ei esitetä erikseen tässä raportissa, vaan ne on saatavilla erillisenä sähköisenä liitteenä (Liite 1).

2.4. Ravinnemääritykset

Vesipatsaan kokoomanäytteistä määritettiin kokonaisfosforipitoisuus (ammoniummolybdaattimenetelmä) Lachat Quickchem 8000 -analysaattorilla.

Ajoitusta varten otetuista ja siivutetuista kylmäkuivatuista ja tasakoosteisista sedimenttinäytteistä näytteistä määritettiin märkäpolton (keittolevy, 65 % HNO₃, muokattu menetelmistä EPA 3051 ja 3052) jälkeen P-pitoisuus ICP-OES -laitteella.

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(6/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 6/17

2.5. Nettosedimentaatio

Eri järviältä otettiin vuonna 2020 kesäkuun 2. päivänä näytteet sedimentin vesipitoisuuden ja kuiva-aineen sekä kokonaisfosforipitoisuuden määrittämiseksi seuraavasti: Kirkkojärvi, Mustionselkä ja Sirkkoonselkä: 0–15 cm, Nummelanselkä: 0–25 cm ja Kiihkelyksenselkä: 0–28 cm. Näytteet otettiin HTH corer-näytteenottimella (Renberg & Hansson, 2008; putken halkaisija 90 mm). Pituudeltaan 15 cm olevat sedimenttiprofiilit siivutettiin 0,5 cm välein ja pidemmät profiilit (Nummelanselkä, Kiihkelyksenselkä) 1,0 cm välein. Mustionselältä (kesäkuu) ja Kirkkojärveltä jouduttiin (maaliskuu) ottamaan vuonna 2021 uudet syvemmät sedimenttinäytteet (0–25 cm), koska vuonna 2020 otetusta 15 cm syvästä näytteestä ei löytynyt ajoitukseen vaadittavaa ¹³⁷Cs-aktiivisuuspiikkiä (mikäli tarpeen, tuloksia tarkennetaan, kun uudet ajoitukset ovat saatavilla). Fosforin nettosedimentaation määrittämistä varten sedimenttinäytteet lähetettiin ajoitettavaksi Laval'in yliopistoon Kanadaan (Radiochronology Laboratory of the Centre for Northern Studies, Québec, Kanada). Kylmäkuivatut osanäytteet ajoitettiin ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra ja ¹³⁷Cs isotooppien avulla (Appleby ym. 1978, 1986, 1992). Näytteissä, joissa ¹³⁷Cs-aktiivisuuspiikki oli selvästi erotettavissa, tätä piikkiä hyödynnettiin ajoittamisessa. Tukeutumattoman ²¹⁰Pb:n aktiivisuuden ja CRS-mallin (constant rate of supply) (Appleby 2001) avulla rakennettu ikä-syvyys-mallin tuloksena saatiin vain suuntaa antava ikä eri sedimentin syvyyksille, eikä ajoitus ollut aivan yhtäpitävä ¹³⁷Cs-aktiivisuuspiikkiin perustuvan arvion kanssa. Järviältä, joilla selkeä ¹³⁷Cs-aktiivisuuspiikki jäi havaitsematta liian lyhyen sedimenttinäytteen vuoksi (Kirkkojärvi ja Mustionselkä), karkea ajoitus tehtiin arvioimalla aktiivisuuspiikin syvyys sedimentissä muiden järviältäiden tulosten ja kuvaajien perusteella (raakadata liitteenä, Liite 2).

Fosforin nettosedimentaationopeudet laskettiin kuiva-aineen sedimentaationopeuden ja fosforipitoisuuden tulona. Pysyvän fosforin sedimentoitumisen oletettiin alkavan n. 10 cm syvyydellä sedimentissä. Tästä syvyydestä alaspäin sedimentin kuiva-aineen fosforipitoisuus oli eri järviältailla melko vakio.

3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1. Sedimentaatio- ja resuspensionopeudet

Kirkkojärvellä ja Mustionselällä mitattiin Hiidenveden järviältäista suurimmat sedimentaationopeudet kesällä 2021. Kirkkojärven sedimentaatio vaihteli välillä 33–118 g ka/m² d ja Mustionselän välillä 12–98 g ka/m² d (Kuva 3-1). Nummelanselän sedimentaationopeudet olivat maltillisempia vaihdellen välillä 12–61 g ka/m² d. Kesäkuun puolivälissä Vieno-Myrsky aiheutti selvän nousun kaikkien kerrostumattomien järviältäiden sedimentaatioissa (Kuva 3-1). Myöhemmin kesällä sedimentaatioluvuissa oli havaittavissa kesän tuotannon sedimentoitumista ja etenkin Kirkkojärvellä ja Mustionselällä tämä oli voimakasta todennäköisesti sisäisen kuormituksen vuoksi (ks. luku 3.2.2) (Niemistö ym. 2020). Ajallisesti painotettu (keräimien vedessäoloajoilla painotettu, koska jaksot eivät aina saman mittaisia) sedimentaationopeuden keskiarvo olivat Kirkkojärvellä 62 g ka/m² d, Mustionselällä 43 g ka/m² d ja Nummelanselällä 28 g ka/m² d.

Kerrostuvilla järviältailla, Kiihkelyksenselällä ja Sirkkoonselällä sedimentaationopeudet olivat selvästi pienempiä kuin kerrostumattomilla altailla. Kiihkelyksenselällä sedimentaationopeus vaihteli pohjanläheisten keräinten perusteella välillä 6–53 g ka/m² d ja Sirkkoonselällä välillä 8–13 g ka/m² d. Heti harppauskerroksen alapuolelle sijoitetut keräimet keräävät lähinnä päällysvesikerroksessa tuotettua uutta materiaalia ja Kiihkelyksenselällä vaihteluväli oli 5–25 g ka/m² d. Sirkkoonselällä joka on selkeästi pienempi läpivirtausallas, päällysvesikerroksen sedimentaatiot olivat samaa tasoa pohjanläheisten tulosten kanssa, 5–17 g ka/m² d. Kerrostuvien järviältäiden sedimentaatiot olivat selvästi pienempiä kuin rehevämpien ja kerrostumattomien altaiden, joissa resuspension vaikutus suuremman tuotannon lisäksi oli läpi avovesikauden suurempi (Kuva 3-3). Sedimentin resuspensio vaihteli kerrostumattomilla altailla välillä 54–100 % bruttosedimentaatiosta ja oli luonnollisesti voimakkaampaa altailla, jossa tuulten aiheuttama

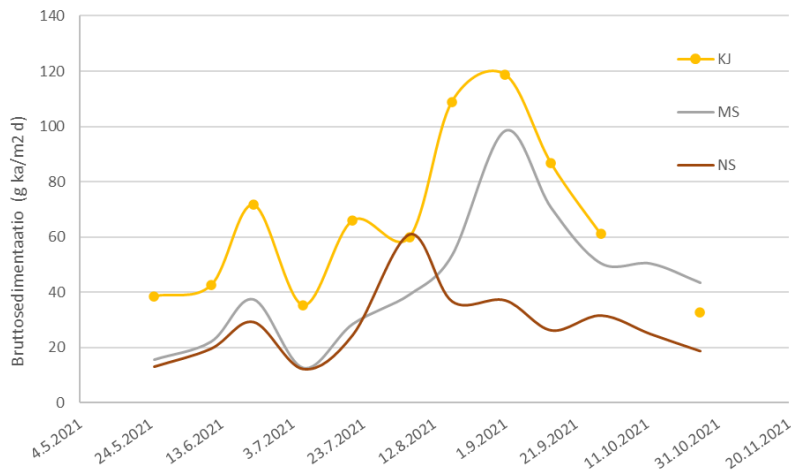
Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(7/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 7/17

aallokko ja virtaukset saavat pohjan materiaalin useammin sekoittumaan vesipatsaaseen (esim. Evans 1994). Matalilla altailla resuspensoitumista tapahtuu läpi avovesikauden ja keskikesällä sekä alkusyksystä mitatut suurimmat arvot johtuivat todennäköisesti siitä, että silloin sedimentin pinnalla oli runsaasti levätuotannosta peräisin olevaa uutta, löyhää ja helposti liikkeelle lähtevää orgaanista ainesta.

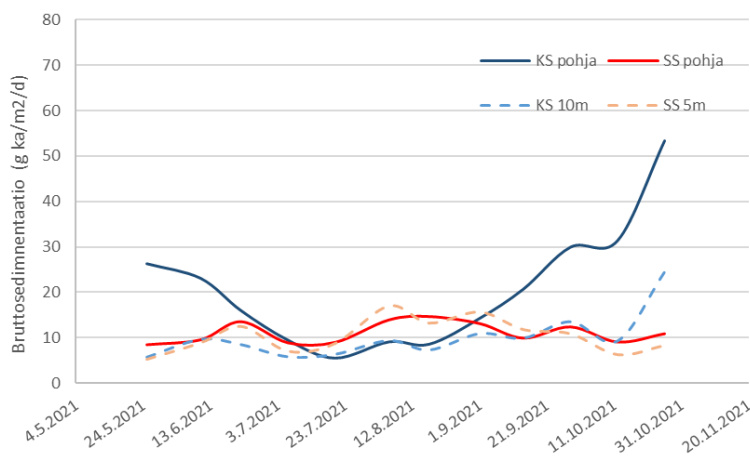
Kerrostuvista järvialtaista etenkin Kiihkelyksenselällä sedimentaatioopeuksissa oli havaittavissa kevään ja syksyn voimakkaiden valunjoen tuoma kiintoainekuorma (Kuva 3-2). Kevään ja syksyn bruttosedimentaatioarvoja nosti myös täyskierron aikana voimakkaammin esiintyvä sedimentin resuspensoituminen (Kuva 3-3). Sedimentin resuspensionopeudet vaihtelivat Kiihkelyksenselällä välillä -15–78 % bruttosedimentaatiosta ja Sirkkoonselällä -26–38 % bruttosedimentaatiosta. Molemmilla altailla kesällä mitatut negatiiviset resuspensionarvot (Kuva 3-3) osoittivat, että päällysvedessä tuotettua materiaalia laskeutui harppauskerroksen alapuolisiin keräimiin, mutta syvän vesipatsaan vuoksi materiaali ei ollut välttämättä ehtinyt laskeutua pohjanläheiseen keräimeen saman mittausjakson aikana. Lisäksi iso osa valaistussa kerroksessa tuotetusta pohjaa kohden laskeutuvasta materiaalista hajotetaan vesipatsaassa ja kyseisillä jaksolla resuspensio on ollut selvästi hyvin vähäistä.



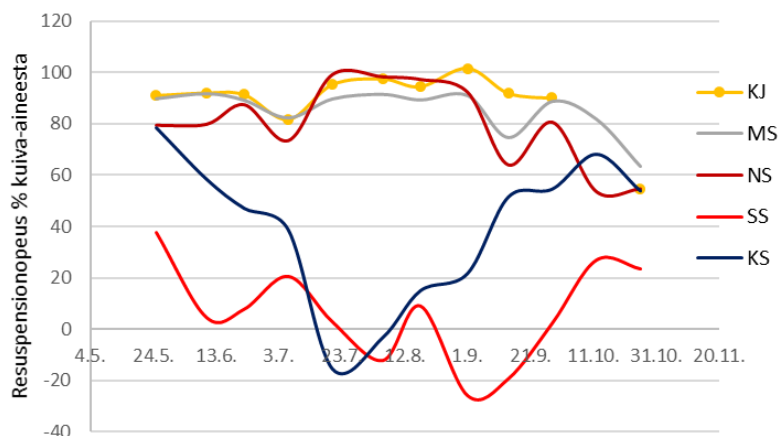
Kuva 3-1. Kirkkojärven (KJ), Mustionselän (MS) ja Nummelanselän (NS) sedimentaatioopeudet (g kuiva-ainetta/m² d) avovesikaudella 2021.

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(8/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 8/17

Kuva 3-2. Kiihkelyksenselän (KS 10 m, KS pohja) ja Sirkkoonselän (SS 5 m, SS pohja) sedimentaationopeudet (g kuiva-ainetta/m² d) päällysvesikerroksessa ja pohjan lähellä avovesikaudella 2021.



Kuva 3-3. Sedimentin resuspensionopeus prosenttia (%) kuiva-aineen bruttosedimentaatiosta.

3.2 Ravinnebudjetti ja sisäinen kuormitus

3.2.1 Ravinnetaseyhtälö

Hiidenvedelle määritettiin fosforin osalta ravinnebudjetti vuodelle 2021 samalla ravinnetaseyhtälöllä (Lappalainen ja Matinvesi 1990) kuin aikaisemminkin vuonna 2003 (Marttila 2003). Poikkeuksena aiemmin tehtiin laskelmiin, joissa fosforin bruttosedimentaation (osatermi BS) osalta oli käytettävissä vain Kirkkojärven ja Kiihkelyksenselän sedimentaatiomittauksia, nyt hyödynnettiin useammalla järvioltaalla erikseen tehtyjä mittauksia. Jokaiselta järvioltaalta, jossa sedimentaatiomittaukset tehtiin, määritettiin myös muut ravinnetaseyhtälön parametrit. Näin ollen ravinnebudjetit voitiin määrittää järviakohtaisesti. Jotta koko Hiidenvedelle voitiin laskea mahdollisimman todennukainen alueellisesti painotettu fosforin bruttosedimentaatioarvo, hyödynnettiin eri altain mittausta ja oletettiin Retlahden sekä Isontalonselän ja Vaanilanlahden sedimentaationopeuksien olevan Nummelanselän tasoa. Ulkoisen kuormituksen (UK) ja luusuasta poistuvan ravinnemäärän (LP) arvioinnissa hyödynnettiin VEMALA:n aineistoja aikaväliltä 1.4.-

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(9/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 9/17

31.10.2021, jotta vesipatsaan pitoisuuksiin ja kasvukauden sedimentaatioihin vaikuttava runsas kevätkaluston aiheuttama kuormitus saatiin mukaan laskelmiin. Koska bruttosedimentaatioita mitattiin aikavälillä 10.5.-26.10.2021, ei niiden perusteella voi määrittää tarkasti koko vuoden ravinnebudjettia. Tähän tarvittaisiin myös talviaikaisia sedimentaatiomittauksia. Lisäksi on otettava huomioon, että mittaukset edustavat järvi-altaiden syvänteitä, joihin sedimentoitava aines fokuoittuu ja näin ollen tulokset eivät kuvaa tarkasti matalampien alueiden tilannetta.

Jotta vuoden 2021 fosforibudjetti olisi verrattavissa vuoden 2003 laskelmaan, koko järven ravinnetasetta määritettäessä käytettiin ulkoisen kuormituksen ja luusuasta poistuvan ravinnemäärän osalta koko vuoden arvoja kuten vuonna 2003. Sirkkoonselälle ei sedimentaatiomittauksista huolimatta ollut määritettävissä allaskohtaista ravinnebudjettia, koska sille ei ollut eriteltävissä ulkoisen kuormituksen määrää VEMALA:n avulla. Altaassa on myös melko voimakas läpivirtaus, sillä koko Hiidenveden vedet virtaavat tämän kautta seuraavaan järveen. Ravinnetaseyhtälön osatermi $dm/dt P$ (vesipatsaan ravinnesisällön muutos) ei yksittäisenä arvona aikavälille 10.5.-26.10. ole kovin kuvaava, joten vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuuden ja fosforisisällön muutokset on esitetty myös noin kahden viikon näytteenottojaksoissa sisäisen kuormituksen kehittymisen ja sen taustalla vaikuttavien prosessien kuvaamiseksi luvussa 3.2.2.

Ravinnetaseyhtälön perusteella matalista järvi-altaista Kirkkojärvellä (SK: 82,8 mg P /m² d) ja Mustionselällä (SK: 67,7 mg P /m² d) sisäinen fosforikuormitus oli selvästi suurempaa kuin kerrostuvalla Kiihkelyksenselällä (SK: 26,2 mg P /m² d). Nummelanselän sisäinen kuormitus oli samaa tasoa Kiihkelyksenselän kanssa (SK: 28,2 mg P /m² d) (Taulukko 3-1). Tämä on luonnollista, koska matalissa järvi-altaista ravinnekierto on nopeampaa ja esimerkiksi sedimentin resuspensio sekä redox-riippuvainen fosforin vapautuminen on altaiden mataluuden, rehevyyden ja korkeamman lämpötilan vuoksi voimakkaampaa ja ruokii perustuotantoa (Boström ym. 1982, Evans 1994).

On huomioitava, että fosforin bruttosedimentaatio, BS on ravinnetaseyhtälössä hallitseva osatermi ja resuspensio vaikuttaa siihen voimakkaasti etenkin matalissa altaissa. Kaikki resuspensioituva fosfori ei ole leville käyttökelpoista ja siksi ravinnetaseyhtälöllä lasketut arvot eivät ole suoraan verrattavissa esimerkiksi diffuusiolaskujen perusteella saatuihin sisäisen kuormituksen arvoihin. Tulokset ovat kuitenkin yhtäpitäviä järvi-altaiden rehevyyden ja kokonaisfosforipitoisuuksien sekä vuoden 2020 diffuusiolaskelmien kanssa (Niemistö ym. 2020) eli sisäinen kuormitus on suurempaa Hiidenveden rehevämmillä matalilla altailla.

Koko Hiidenvedelle laskettu sisäisen fosforikuormituksen arvo oli vuodelle 2021 35,5 mg P /m² d eli hieman alhaisempi vuoden 2003 laskelmaan (37,8 mg P /m² d) verrattuna (Taulukko 3-1). Vuoden 2021 arvio on nyt tarkempi, koska ravinnetaseyhtälön eri parametrit on määritetty allaskohtaisesti. Jos kaikille matalille alueille olisi käytetty Kirkkojärven fosforin bruttosedimentaatioarvoa, olisi sisäisen kuormituksen arvoksi saatu 54,4 mg P /m² d. Suuri ero vuoteen 2003 verrattuna johtui vuoden 2021 huomattavasti suuremmasta Kirkkojärven fosforin bruttosedimentaatiosta (BS: 55,3 mg P /m² d) (Taulukko 3-1). Tämä korostaa järvi-altaitaisten mittausten tekemisen tärkeyttä silloin, kun halutaan laskea sisäisen kuormituksen suuruutta kyseisellä ravinnetaseyhtälöllä Hiidenveden kaltaiselle hyvin erilaisista altaista muodostuvalle järvelle.

Vaikka sisäisen kuormituksen arvot ovat korkeita ulkoiseen kuormitukseen verrattuna (yli kymmenkertaisia), on erittäin tärkeää huomata, että myös ulkoisen kuormituksen arvot itsessään ovat suuria. Etenkin matalilla järvi-altaita ulkoisesta kuormituksesta peräisin oleva fosfori jää pitkäksi aikaa tehokkaaseen kiertoon järvi-ekosysteemissä ennen pysyvää sedimentoitumista (ks. luku 3.3).

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(10/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 10/17

Taulukko 3-1. Ravinnetaseyhtälön osatermit Hiidenveden eri järvi-altaita vuonna 2021, sekä koko Hiidenvedellä vuonna 2021 ja 2003: BS = fosforin bruttosedimentaatio; UK = ulkoinen fosforikuormitus; LP = luusuasta poistuva ravinnevirta; dm/dt P = vesimassan fosforisisällön muutos; SK = sisäinen fosforikuormitus. Vuoden 2003 arvot lähteestä Marttila 2003.

Ravinnetasemenetelmän osatermit (mg P /m ² d)						
	BS	LP	UK	dm/dt P	SK	NS
Kirkkojärvi	82,8	8,0	8,9	0,47	81,9	0,9
Mustionselkä	67,7	5,8	5,7	0,19	67,8	-0,1
Nummelanselkä	28,2	3,2	4,7	0,03	26,7	1,5
Kiihkelyksenselkä	26,2	3,2	3,5	-0,28	25,9	0,4
Koko Hiidenvesi 2021	36,4	1,3	2,2	0,18	35,5	0,9
Koko Hiidenvesi 2003	39,3	1,0	2,5		37,8	1,6
Koko Hiidenvesi 2021, laskettu kuten 2003	55,3	1,3	2,2	0,18	54,4	0,91

3.2.2 Vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuudet ja siihen vaikuttavat tekijät

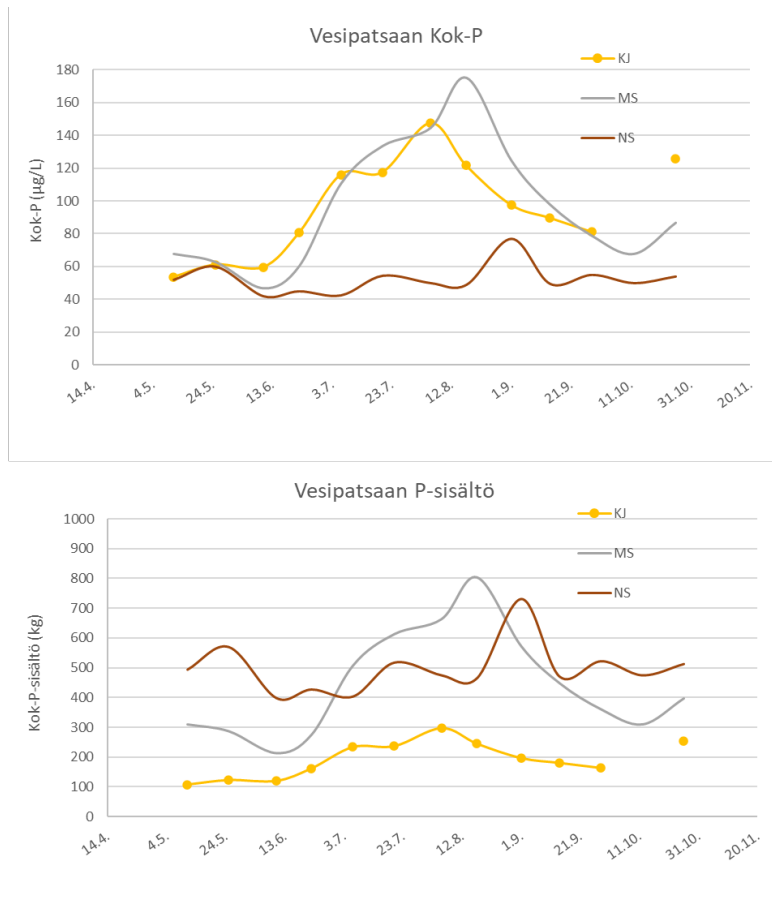
Kesän 2021 korkeimmat vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuudet mitattiin matalilla kerrostumattomilla järvi-altaita. Kirkkojärvellä (maksimipitoisuus 144 µg/l) ja Mustionselällä (maksimipitoisuus 174 µg/l) pitoisuudet olivat korkeimmillaan heinä-elokuussa, Nummelanselällä puolestaan alkusyksystä (maksimipitoisuus 77 µg/l) (Kuva 3-4).

Kaikkien matalien altaiden vesipatsaan fosforisisältö seurasi luonnollisesti pitoisuuden muutoksia. Kirkkojärvellä kevään/alkukesän alhaisimman ja kesän korkeimman pitoisuuden erotuksen perusteella vesipatsaan fosforisisältö kasvoi 190 kg, joka vastasi fosforivuota 1,2 mg/m² d. Vastaavat arvot Mustionselälle olivat 590 kg ja 3,2 mg/m² d ja Nummelanselälle 330 kg ja 1,1 mg/m² d (Kuva 3-4, kuvassa ei vuoarvoja). Fosforivuon arvo kuvastaa sisäisestä ja ulkoisesta kuormituksesta kasvavan sekä luusuasta poistumisen ja sedimentoitumisesta laskevan ravinnemäärän nettomuutosta kyseisellä aikavälillä.

Kirkkojärvellä ja Mustionselällä kesäkuun puolivälin Vieno-myrskyn aiheuttama resuspensio näytti olleen sisäisen kuormituksen laukaiseva tekijä, koska myrskyn jälkeen havaittiin selvät sedimentaatiomaksimit (Kuva 3-2) ja sen jälkeen fosforipitoisuudet lähtivät nousuun ja jäivät korkealle tasolle kesän ajaksi (Kuva 3-4). Kesäkesän pitoisuuksia nosti luonnollisesti myös sedimentin redox-olojen heikkeneminen (lämpötilan nousu, orgaanisen aineksen akkumulaatio ja sedimentin anaerobisen mineralisaation tehostuminen) kesän mittaan ja siitä johtuva fosforin vapautuminen vesipatsaaseen (Niemistö ym. 2020). Kesän fosforipitoisuusmaksimien jälkeen oli Kirkkojärvellä ja Mustionselällä havaittavissa bruttosedimentaatiomaksimit voimakkaasta levätuotannosta johtuen. Ulkoisella kuormituksella ei näyttänyt olevan kovin selvää suoraa vaikutusta järvi-altaiden fosforipitoisuuksiin näytteenottokauden alussa tai lopussa, vaikka toki keväällä Vihtijoen kuormitusmaksimi tulee jo aikaisemmin maaliskuussa. Nummelanselällä ei ollut havaittavissa aivan yhtä selvää Vieno-myrskyn vaikutusta ravinnepitoisuuksissa ja bruttosedimentaatioluvuissa kuin Kirkkojärvellä ja Mustionselällä. Todennäköisesti myrskytuulen suunta ja järvi-altaan suurempi keskisyvyys vaikutti siihen, ettei resuspensioituminen ollut yhtä voimakasta kuin matalammilla altailla. Redox-olosuhteiden muutoksesta johtuva sisäinen kuormitus oli kuitenkin havaittavissa keskikesällä ja etenkin loppukesästä, jolloin fosfaatin diffundoituminen sedimentistä voi Nummelanselällä olla voimakasta (Niemistö ym. 2020).

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(11/17)
AFRY
 AF PÖYRY

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 11/17

Kuva 3-4. Kirkkojärven (KJ), Mustionselän (MS) ja Nummelanselän vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuudet (µg/l) ja fosforisisältö (kg) aikavälillä 10.5.–26.10.2021. Fosforimääritykset tehty koko vesipatsaan kattavasta kokoomanäytteestä.

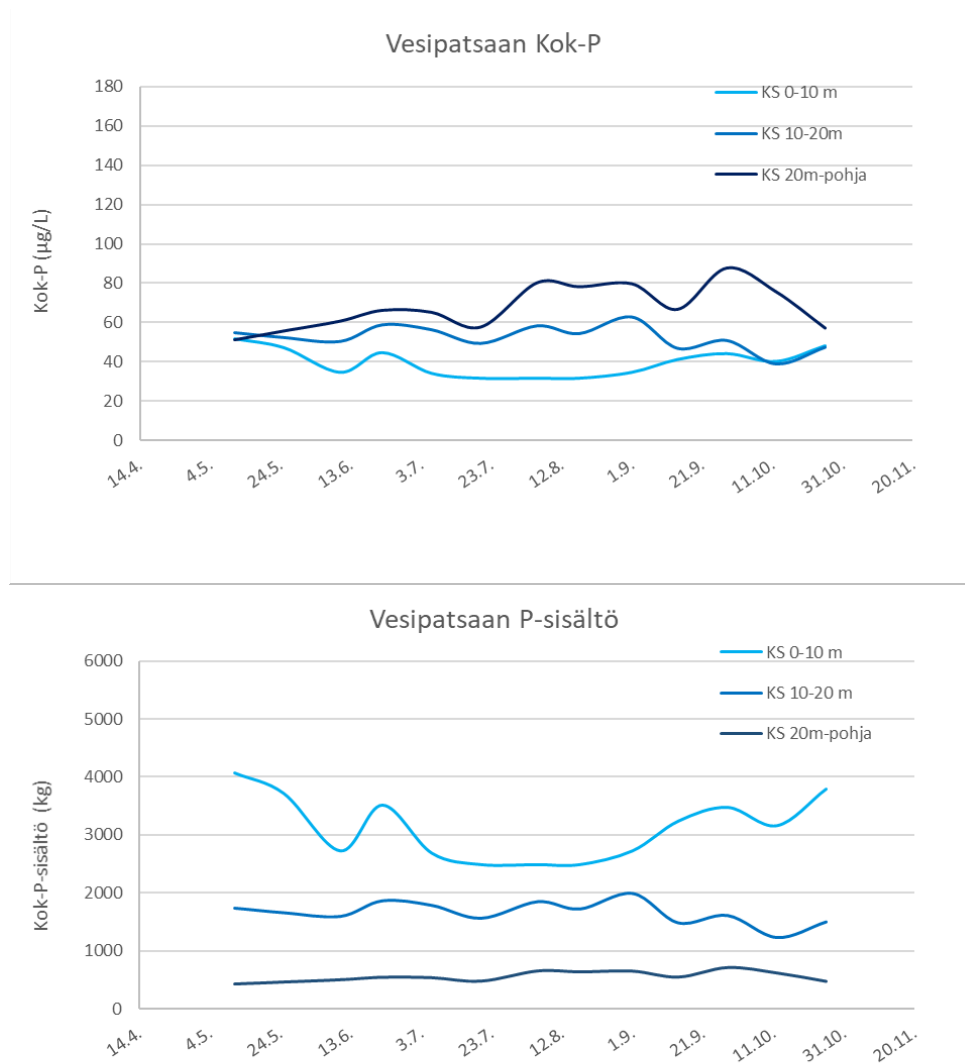
Kerrostuvilla järvi-altaiilla vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuudet olivat selvästi maltillisempia kuin matalilla altaiilla. Kiihkelyksenselän päällysvesikerroksen (0–10 m) pitoisuus oli korkeimmillaan keväällä ja syksyllä, n. 50 µg/l, osoittaen valuma-alueelta tulevan valuntapiikkien kuormituksen sekä täyskiertojen selvän vaikutuksen (Kuva 3-5). Jokikuormien ja täyskiertojen vaikutus näkyi selvästi myös bruttosedimentaatioissa (Kuva 3-2). Myös Sirkkoonselällä ravinnepitoisuudet olivat korkealla keväällä ja syksyllä (48–55 µg/l), mutta lisäksi myös Vieno-Myrskyn aikoihin ja keskikesällä oli havaittavissa sisäisen kuormituksen vaikutus (Kuva 3-6). Vieno-myrsky näkyi myös Kiihkelyksenselän päällysvesikerroksen pitoisuudessa ja jonkin verran myös vesikerrosten 10–20 m ja 20 m-pohja pitoisuuksissa. Redox-oloihin liittyvää sisäistä kuormitusta oli loppukesällä havaittavissa Kiihkelyksenselällä syvyyksillä 10–20 m ja 20 m-pohja, joskin näiden vesikerrosten pitoisuuksia ja fosforisisältöjä nosti varmasti myös kesällä tuotetun kasviplanktonbiomassan sedimentoituminen (Kuva 3-5). Sirkkoonselällä redox-oloihin liittyvä sisäinen kuormitus oli selvästi voimakkaampaa ja etenkin myöhemmin syksyllä (Kuva 3-6), jolloin järviallas oli vielä kerrostunut ja pohjaläheinen vesi syvimmän parin metrin osalta lähes hapetonta (Liite 1). Kaiken kaikkiaan redox-riippuvainen sisäinen kuormitus oli kerrostuvilla altaiilla vähäisempää kuin matalilla ja rehevämmissä altaiilla ja tämä oli yhtäpitävää kesällä 2020 määritettyjen laskennallisten diffuusionopeuksien kanssa (Niemi ym. 2020). Myös ravinnetaseyhtälön tulokset osoittivat, että matalilla altaiilla sisäinen kuormitus on voimakkaampaa, oli kyse sitten resuspension aiheuttamasta tai redox-riippuvaisesta sisäisestä kuormituksesta. Hiidenveden eri järvi-altaiilla on myös eroavuuksia

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(12/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 12/17

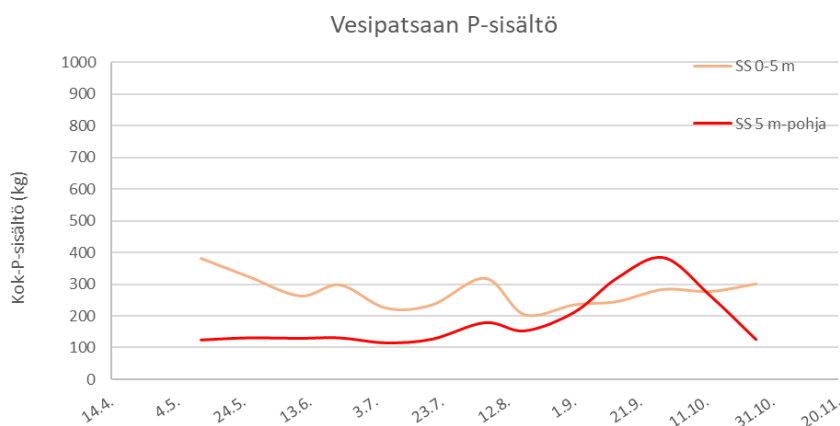
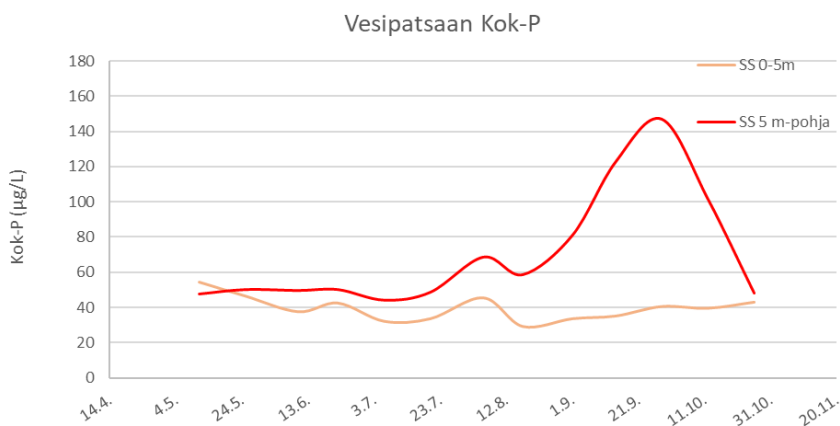
kalaston suhteen ja matalien altainen biomassaltaan ja tiheydeltään runsaampi särkikalasto vaikuttaa varmasti myös sisäisen kuormituksen määrään ja leväkukintoihin bioturbaation kautta (Breukelaar ym. 1994).



Kuva 3-5. Vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) ja fosforisisältö (kg) Kiihkelyksenselän (KS) vesikerroksissa 0–10 m, 10–20 m ja 20–pohja aikavälillä 10.5.-26.10.2021. Fosforimääritykset tehty koko vesikerroksen kattavasta kokoomanäytteestä.

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(13/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 13/17

Kuva 3-6. Vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) ja fosforisisältö (kg) Sirkkoonselän (SS) vesikerroksissa 0–5 m ja 5 m-pohja aikavälillä 10.5. –26.10.2021. Fosforimääritykset tehty koko vesikerroksen kattavasta kokoomanäytteestä.

3.3 Nettosedimentaatio

Sedimentin nettokertymää eri järviältailla arvioitiin ^{137}Cs -aktiivisuuspiikin avulla tehtyyn ajoitukseen perustuen. Kirkkojärvellä sedimentin paksuuskasvun arvioitiin olevan 7,1 mm/a, Mustionselällä 6,6 m/a ja Nummelanselällä 5,4 mm/a. Kiihkelyksenselällä sedimentin paksuuskasvu oli 5,7 mm/a ja Sirkkoonselällä puolestaan 4,3 mm/a.

Ajoitetun sedimenttiprofiilin ja sedimentin kuiva-aineen fosforipitoisuuden perusteella voitiin arvioida myös fosforin pysyvää sedimentoitumista eri järviältailla pinta-ala- ja aikayksikköä kohden. Kirkkojärvellä sedimentin kuiva-aineen fosforipitoisuus vaihteli välillä 1,00–1,51 mg/g, Mustionselällä välillä 1,19–2,15 mg/g ja Nummelanselällä välillä 1,24–2,14 mg/g. Kiihkelyksenselällä sedimentin fosforipitoisuus vaihteli välillä 1,36–2,79 mg/g ja Sirkkoonselällä välillä 0,96–1,45 mg/g (Kuva 3-7). Pitoisuudet olivat korkeimmillaan aivan sedimentin pinnassa tai sen läheisyydessä (Kuva 3-7).

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(14/17)

LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 14/17

Kuva 3-7 on esitetty eri järvi-altaiden fosforin sedimentaationopeuksia ($\text{mg}/\text{m}^2 \text{ d}$). Pysyvää fosforin sedimentoitumista voidaan arvioida tapahtuvan sedimentin syvyydellä, jossa kokonaisfosforipitoisuus alkaa vakioitua (mm. Carey ja Rydin 2011). Muutamia profiileissa havaittavia yksittäisiä korkeita poikkeuksia lukuun ottamatta kaikkien altaiden sedimentin kokonaisfosforipitoisuudet vakioituvat noin 5–10 cm syvyydellä. Karkeasti 10 cm syvyyden sedimentaatioarvioiden perusteella Kirkkojärvellä fosforia sedimentoituu pysyvästi n. $6,7 \text{ mg}/\text{m}^2 \text{ d}$, Mustionselällä $6,2 \text{ mg}/\text{m}^2 \text{ d}$ ja Nummelanselällä $6,6 \text{ mg}/\text{m}^2 \text{ d}$. Kiihkelyksenselällä fosforin pysyvä sedimentoitumisnopeus oli $12,2 \text{ mg}/\text{m}^2 \text{ d}$ ja Sirkkoonselällä $11,1 \text{ mg}/\text{m}^2 \text{ d}$. Kirkkojärven nettosedimentaatioarvo on lähinnä arvaus, koska ajoitetussa näytteessä ei ollut viitteitä ^{137}Cs -aktiivisuuspiikistä. Tuloksen varmistamiseksi pitää odottaa uuden näytteen tuloksia. On myös syytä ottaa huomioon, että sedimentin ajoitukseen perustuvat nettosedimentaation arviot on määritetty järvi-altaiden syvänteistä, joissa sedimentaatio on suurinta, ja näin ollen tulokset eivät edusta tarkasti altaiden matalampien alueiden olosuhteita. Nämä arvot ovat kuitenkin tarkempia kuin ravinnetasemenetelmän arviot (Taulukko 3-1), jotka kattavat vain avovesikauden ja perustuvat voimakkaasti olosuhteiden vuoksi vaihtelevaan sedimentin yläpuolelta vesipatsaasta mitattavaan fosforin bruttosedimentaatioon.

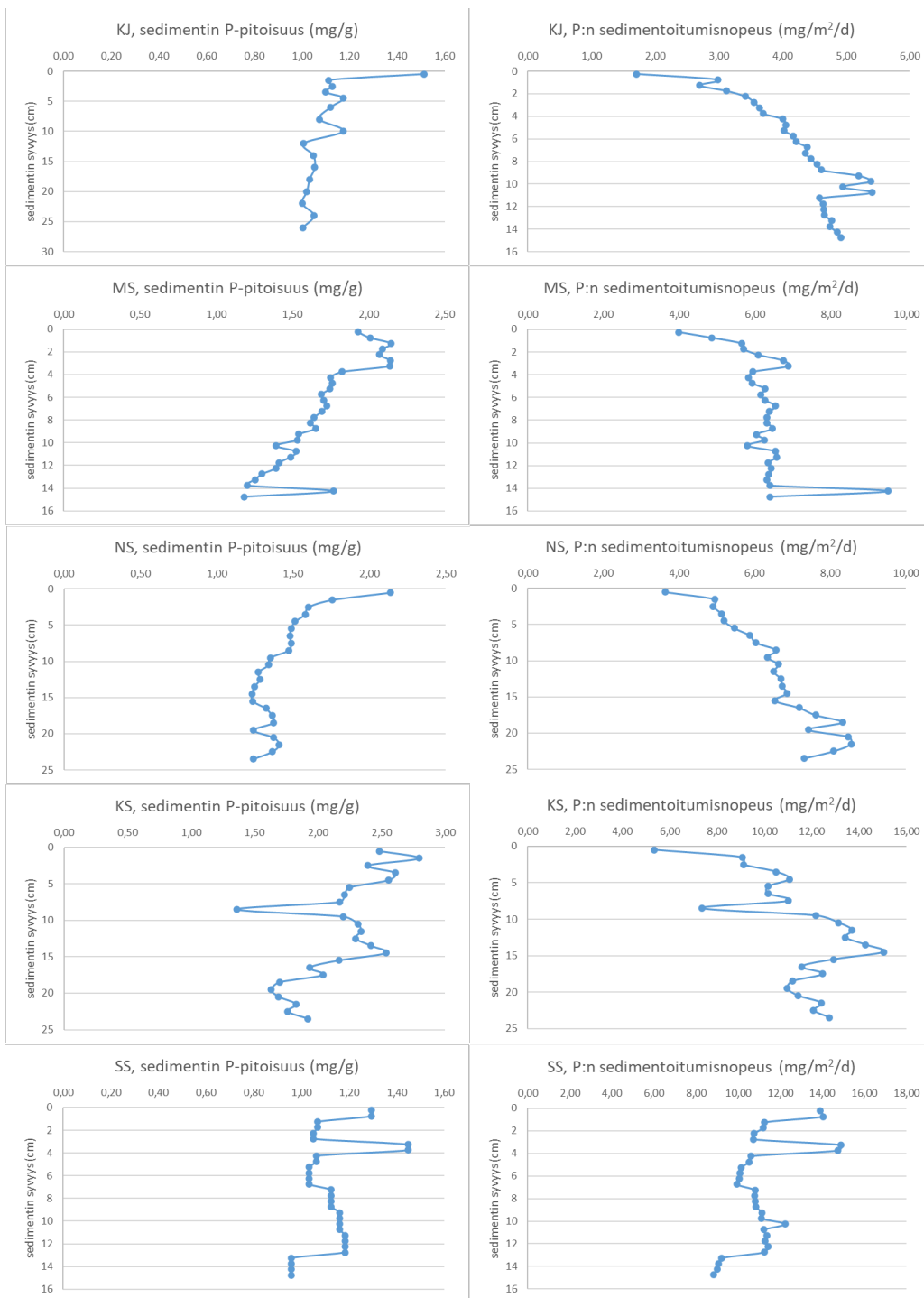
Kirkkojärvellä fosforin ulkoinen kuormitus on suurempaa kuin pysyvä sedimentoituminen ja niinpä ravinteita kulkeutuu runsaasti seuraavaan järvi-altaseen. Mustionselällä ja Nummelanselällä pysyvä sedimentoituminen on jonkin verran ulkoista kuormitusta suurempaa. Kerrostuvat altaat Kiihkelyksenselkä ja Sirkkoonselkä toimivat selvästi fosforin nettopidättäjinä (Kuva 3-7 ja Taulukko 3-1).

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(15/17)



LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 15/17



Kuva 3-7. Hiidenveden eri järviältäiden (KJ=Kirkkojärvi, MS=Mustionselkä, NS=Nummelanselkä, KS=Kiihkelyksenselkä, SS= Sirkkoonselkä) sedimenttiprofiilien kokonaisfosforipitoisuudet (mg/g) kuiva-ainetta) ja fosforin nettosedimentaatio (mg/m²/d).

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(16/17)

LIITE 1

Loppuraportti_ Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 16/17

4 Johtopäätökset

Sekä vuoden 2021 ravinnetaselaskelmien että vuonna 2020 määritettyjen fosforin diffuusionopeuksien perusteella sisäisen kuormitus on voimakkainta Hiidenveden matalilla järvioltailla, etenkin Kirkkojärvellä ja Mustionselällä. Suurin sisäistä kuormitusta aiheuttava tekijä on orgaanisen aineksen hajotuksesta johtuva redox-riippuvainen fosforin vapautuminen rautaoksidaista ja -hydroksidaista kesän edetessä ja vesipatsaan lämmitessä. Sedimentin resuspensio voimistaa sisäistä kuormitusta etenkin voimakkaiden sääilmiöiden yhteydessä (esim. Vieno-myrsky kesäkuussa 2021). Myös Sirkkonsejän alusvedessä oli havaittavissa sisäisestä kuormituksesta johtuvaa fosforipitoisuuden nousua sekä kesällä että alkusyksystä, kun pohjaläheinen happipitoisuus oli alhainen. Kiihkelyksenselällä päällysveden (0–10 m) ravinnepitoisuuksissa näkyi voimakkaimmin kevään ja syksyn valuntapiikkien tuomat ravinteet sekä täyskierron vaikutus. Harppauskerroksen alapuolella (10–30 m) fosforipitoisuuksissa oli puolestaan nähtävissä hieman sisäisen kuormituksen vaikutusta sekä normaalia kesän tuotannon sedimentoitumista ja täyskiertojen pitoisuuksia nostava vaikutus keväällä ja syksyllä.

Ravinnetaseyhtälön perusteella sisäinen kuormitus oli koko Hiidenveden osalta hieman alhaisempi vuonna 2021 kuin vuonna 2003. Vuoden 2021 laskelmat ovat aikaisempaa tarkempia, koska mittauksia on useammalta järvioltaalta. Vaikka taseyhtälön perusteella sisäinen fosforikuormitus on suurta ulkoiseen kuormitukseen verrattuna, on tärkeää pitää mielessä, että ulkoisen kuormituksen tuomat ravinteet jäävät pitkäksi aikaa sisäiseen kiertoön ennen pysyvää sedimentoitumista. Näin tapahtuu etenkin matalilla järvioltailla, jossa sedimentistä vapautuvat ravinteet ovat välittömästi perustuottajien saatavilla. Matalilla altailla myös ulkoinen kuormitus on suurempaa kuin kerrostuvilla altailla.

Ravinnetaseyhtälöön perustuvien fosforin nettosedimentaatioarvojen sijaan kannattaa tarkastella sedimentin ajoitukseen perustuvia sedimentaationopeuksia, koska ne antavat huomattavasti tarkemman arvion pysyvistä fosforin sedimentoitumisesta kuin avovesikaudella mitattuun bruttosedimentaatioon perustuva ravinnetaseyhtälö.

Sisäisen kuormituksen hallinta erilaisin toimin Hiidenvedellä on erittäin haastavaa. Usein käytetty poistokalastus vaatii varsin massiivista kalabiomassan poistoa, jotta positiivisia vaikutuksia saataisiin ja ongelmana on usein tulosten lyhytaikaisuus särkikalojen voimakkaasta kutupotentiaalista johtuen. Ilmastus/hapetus ei myöskään ole kelvoinen vaihtoehto, sillä Hiidenveden järvioltailla ei ole varsinaista hapettomuusongelmaa vesipatsaan happipitoisuuksien perusteella. Sisäinen kuormitus on enimmäkseen peräisin sedimentin hapettomista syvemmistä kerroksista, joiden happitilanteeseen on vaikea vaikuttaa ja fosfori siirtyy vesi-sedimentti-rajapinnasta vesipatsaaseen monen prosessin johdosta (aallokko, virtaukset, bioturbaatio, diffuusio) etenkin matalilla altailla. Kemiallisella käsittelyllä on mahdollista sitoa sedimentin ravinnevarastoja, mutta usein varastot ovat niin suuret, ettei pitkäaikaiseen tulokseen tarvittavien kemikaalimäärien käyttö ole välttämättä ole mahdollinen ratkaisu järven eliöstön kannalta (ongelma esim. voimakas pH:n lasku). Hiidenveden matalimmat ja rehevimmät sekä sisäiseltä kuormitukseltaan suurimmat järvioltaat ovat lyhytviipymäisiä, joten kemikaalikäsittely ei ole välttämättä toimiva ratkaisu. Kaiken kaikkiaan matalien altaiden ulkoinen kuormitus on edelleen voimakasta, mikä helposti kumoo sisäisten toimenpiteiden vaikutuksen.

5 Lähteet

Appleby, P. G., P. J. Nolan, D. W. Gifford, M. J. Godfrey, F. Oldfield, N. J. Anderson & R. W. Battarbee, 1986. ²¹⁰Pb dating by low background gamma counting. *Hydrobiologia*, 141:21-27.

Appleby, P. G. & F. Oldfield, 1978. The calculation of ²¹⁰Pb dates assuming a constant rate of supply of unsupported ²¹⁰Pb to the sediment. *Catena*, 5:1-8

Liite 1. Hiidenveden fosforitase vuonna 2021
(17/17)



LIITE 1

Loppuraportti_Hiidenveden ravinnetase vuonna 2021_22.02.2022.docx
Page 17/17

- Appleby, P. G., N. Richardson, & P. J. Nolan, 1992. Self-absorption corrections for well-type germanium detectors. *Nucl. Inst. & Methods B*, 71: 228-233. Berner, R.A. (1980). *Early diagenesis: A theoretical approach* (No. 1). Princeton University Press.
- Appleby, P.G. (2001). Chronostratigraphic techniques in recent sediments. Teoksessa: Last W.M., Smol J.P. (toim.) *Basin Analysis, Coring, and Chronological Techniques, Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*, vol. 1. Springer, Dordrecht, Netherlands, s. 171–203.
- Bloesch, J. 1994. A review of methods used to measure sediment resuspension. *Hydrobiologia* 284:13–18.
- Bloesch, J. and Burns, N.M. 1980. A critical review of sedimentation trap technique. *Schweiz. Z. Hydrol.* 42:15–55.
- Bloesch, J. and Uehlinger, U. 1986. Horizontal sedimentation differences in a eutrophic Swiss Lake. *Limnol. Oceanogr.* 31:94–1109. *Freshwater Biology*
- Breukelaar, A.W., Lammens, E.H.R.R., Klein Breteler, Tátrai, I. 1994. Effects of benthivorous bream (*Abramis brama*) and carp (*Cyprinus carpio*) on sediment resuspension and concentrations of nutrients and chlorophyll a. *Freshwater Biology*, 32:113-121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1994.tb00871.x>
- Carey, C.C., & Rydin, E. (2011). Lake trophic status can be determined by the depth distribution of sediment.
- Evans, R.D. 1994. Empirical evidence of the importance of sediment resuspension in lakes. *Hydrobiologia* 284:5–12.
- Gasith, A. 1975. Tripton sedimentation in eutrophic lakes - simple correction for the resuspended matter. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 19: 116-122.
- Horppila, J. & Nurminen. L. 2005. Effects of different macrophyte growth forms on sediment and P resuspension in a shallow lake. *Hydrobiologia*, 545: 167–175.
- Lappalainen, K. M. & J. Matinvesi, 1990. Järven fysikaaliskemialliset prosessit ja ainetaseet. In Ilmavirta, V. (ed.), *Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet*. Yliopistopaino, Helsinki: s. 54–84.
- Marttila, J. 2003. Hiidenveden kunnostussuunnitelma. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 133. s. 55, liitteet 3 kpl.
- Niemistö, J., Zhao, S. & Jilbert, T. 2020. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö – tutkimusohjelma. Hiidenveden ravinnetaseen selvittäminen, Väliraportti kesän 2020 osatutkimuksista Hiidenveden sisäiseen ravinnekuormitukseen liittyen – Diffuusiolaskelmat sekä sedimentin fosforipitoisuus ja fosforia sisältävät jakeet. s.17.
- Niemistö, J. 2012. Sediment resuspension: rescue or downfall of a thermally stratified eutrophic lake? *Hydrobiologia*, 686: 267–276.
- Renberg, I. & H. Hansson, 2008. The HTH sediment corer. *Journal of Paleolimnology* 40: 655–659.

Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022
(1/6)

LIITE 2

Hiidenveden kosteikkokartoitus 2022

Hiidenveden kunnostus



Paavo Ojanen



Raportti 10/2022

Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022
(2/6)

LIITE 2

Sisällys

1	Aineisto ja menetelmät.....	3
1.1	Maastotyöskentely.....	4
2	Tulokset.....	4
3	Toimenpide suositukset.....	5

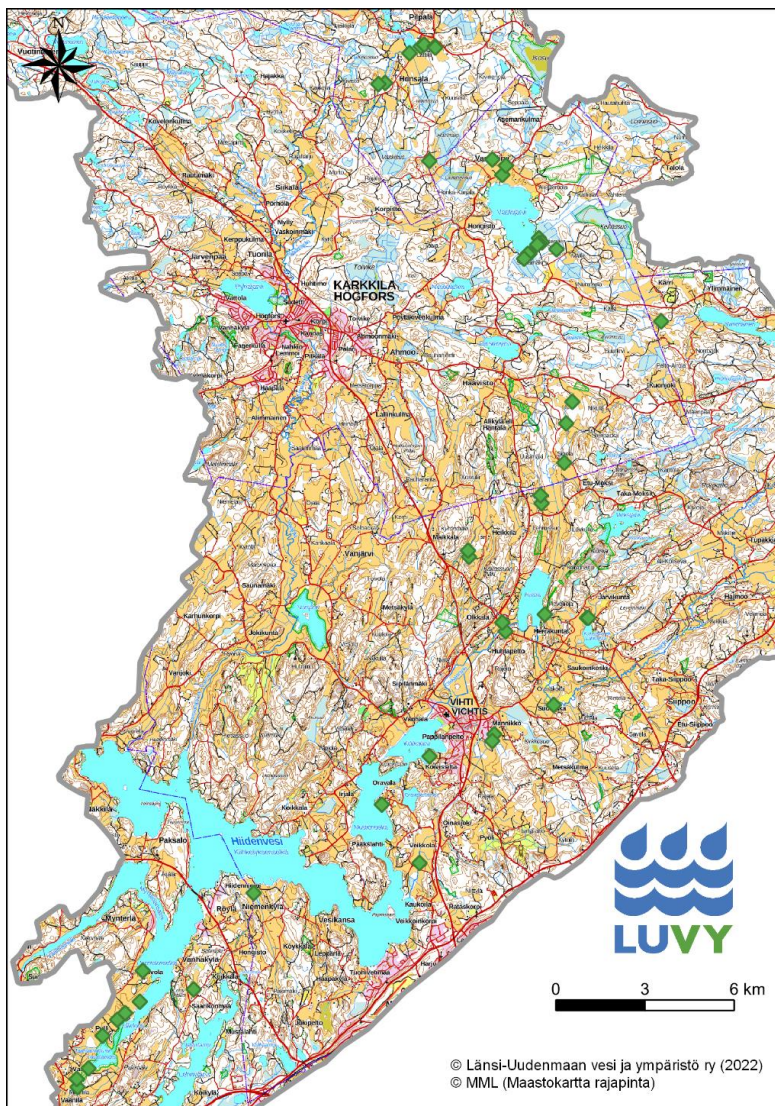
Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022 (3/6)

LIITE 2

1 Aineisto ja menetelmät

Hiidenveden kunnostus -hankkeessa kartoitettiin 48 hankkeessa aiemmin toteutettua kosteikkoa kesällä 2022. Kartoituksia tehtiin osin uudelleen samoilla kosteikoilla kuin edelliskerroilla vuosina 2014 ja 2011, ja osittain myös uusilla kohteilla. Kohteet sijoituivat kaikkien hanketta rahoittavien kuntien, Vihdin, Lohjan, Karkkilan ja Lopen, alueille ja niiden valmistumisvuodet vaihtelivat vuodesta 2005 vuoteen 2020. Valinnassa painotettiin alueita ja kosteikkoja, joilla arvioidaan olevan voimakkaimpia vaikutuksia Hiidenveden ravinnekuormitukseen.

Kosteikkokartoituksen tarkoituksena oli muodostaa yleiskuva Hiidenveden kunnostus- hankkeessa tehtyjen kosteikkojen kunnosta ja kehityksestä. Hankkeen jatkuessa kartoituksen pohjalta voidaan valita kohteita, joihin olisi tehokkainta kohdistaa kunnostustoimenpiteitä.



Kuva 1 Kosteikkokartoituksessa käydyt 48 kohdetta.

Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022 (4/6)

LIITE 2

1.1 Maastotyöskentely

Maastotyöskentely aloitettiin ottamalla yhteyttä kosteikko alueiden maanomistajiin ja tehtiin mahdolliset päivitykset kosteikkojen tietoihin. Osassa kohteista maanomistaja oli mukana maastokäynnillä. Maanomistajien kanssa käydyistä keskusteluista tuli esille kosteikoilla tehtyjä toimenpiteitä ja havaintoja.

Maastokäynnin aikana tarkasteltiin muun muassa seuraavia asioita kohteessa: lietteen määrää, kasvillisuutta, rakennetta, virtausta, padon kuntoa, sortumia, vieraslajeja ja monimuotoisuutta. Erityisesti huomiota kiinnitettiin kosteikkojen kiintoaineen määriin ja kunnostustarpeeseen. Lisäksi kohteista otettiin drone-kuvia ja täytettiin huomioita kosteikkoseurantalomakkeeseen.



Kuva 2 Kosteikon syyyden mittausta

2 Tulokset

Käytyjen kosteikkokohteiden välillä oli paljon vaihtelua. Pääasiallisesti Hiidenvesihankkeen kosteikot on perustettu ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentämiseksi, mutta osa kosteikoista on selkeästi lisännyt ympäröivän luonnon monimuotoisuutta. Suurin osa vanhemmista kosteikoista on kooltaan pienempiä ja niitä on tehty useampia vuodessa, kun puolestaan uudempien kosteikkojen rakentamisessa on painotettu enemmän kosteikon kokoa ja muotoa. Kosteikon pinta-alan ollessa pieni valuma-alueen kokoon nähden veden viipymä aika kosteikossa suurilla virtaamilla on lyhyt, jolloin ravinteidenpidätyskyky heikkenee.

Kartoituksessa havaittiin 48 %:ssa kohteista kunnostustarvetta ja lietteen tyhjennystarvetta 40 %:ssa kohteista. Kosteikkojen lietteen kertyminen kertoo siitä, että kohteet ovat toimineet ja pidättäneet kiintoainesta. Osassa kosteikoissa on havaittavissa selkeästi nopeaa täyttymistä mikä viittaisi siihen, että ne ovat mitoitettu liian pieneksi valuma-alueen ko-

Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022 (5/6)

LIITE 2

koon nähden. Osassa kohteista nopea täyttyminen johtuu kohteen sijainnista, koska Hiidenveden valuma-alueella kiintoainekuormitus on paikoittain hyvin voimakasta. Muita havaittuja kunnostustarpeita ovat kosteikon rakenteen tai padon korjaaminen ja kasvillisuuden poisto.

Isosorsimo on Hiidenvedellä laajalle levinnyt vieraslaji ja sitä oli myös havaittavissa järven lähialueille perustetuissa kosteikoissa. Selkeitä isosorsimokasvustoja kartoituksessa havaittiin 17 %:ssa kohteista. Isosorsimokasvustot voivat vallata koko kosteikon alan muuttaen sen virtausta ja syrjäyttäen muita lajeja, jolloin se vaikuttaa myös negatiivisesti alueen monimuotoisuuteen. Kartoituksessa ja maanomistajien kertomana, osalla kosteikoista on havaittu olevan myös pienpe-tovieraslajeja kuten supikoiraa ja minkkiä. Pienpedot haittaavat lintujen pesintää ja heikentävät siten kosteikon moni-muotoisuutta.



Kuva 3 Kosteikon alkuun kertynyttä lietettä.

3 Toimenpidesuosituksset

Hiidenveden- hankkeessa tehtyjen kosteikkojen hoito- ja tyhjennystoimenpiteet ovat kosteikon valmistumisen jälkeen maanomistajan vastuulla. Hankkeen jatkuessa osalle kosteikoista voidaan kuitenkin tehdä kunnostus toimenpiteitä ja neuvontaa hankkeen tuella. Kosteikkojen hoitoon on myös mahdollista hakea tukea ELY -keskukselta. Osa kohteista on sellaisia, jotka eivät vaadi toimenpiteitä tällä hetkellä, koska ne ovat riittävän hyvässä kunnossa tai alueella olisi hyödyllisempää keskittyä johonkin muuhun vesineen hoidolliseen ratkaisuun.

Maanomistajista 30 % mainitsi tehneensä toimenpiteitä kosteikoilla. Kohteissa oli tehty lietteen poistoa, kasvillisuuden niittoa ja pienpetojen loukutusta. Kaluston mahdollistaessa ja esimerkiksi muiden kunnostustöiden ohella kosteikon

Liite 2. Hiidenveden kosteikkokartoituksen yhteenveto 2022 (6/6)

LIITE 2

tyhjentäminen on suositeltavaa. Joillekin maanomistajille kosteikon hoito aiheuttaa kuitenkin haasteita siitä syntyvien kustannusten ja kaluston puutteen vuoksi.

Kartoituksessa havaittiin paljon kohteita jotka vaativat lietteen tyhjennystä. Lietteiden tyhjennys kosteikosta on tärkeää koska etenkin kosteikon syvänteiksi tarkoitettujen osien ollessa liian täynnä vesi virtaa helpommin suoraan kosteikon läpi uomana, jolloin virtauksen hidastumista ja kiintoaineen laskeutumista ei enää tapahdu. Osa maanomistajista on toteuttanut oma-aloitteisesti tai hankkeen avustuksella lietteiden tyhjennystä kosteikoilla. Kosteikon lietteiden tyhjennys tarve voi vaihdella vuosittaisten sää olosuhteiden ja kosteikon yläpuolisen valuma-alueen mukaan, joten kertynyttä lietteiden määrää on hyvä tarkkailla säännöllisesti. Poistetun lietteiden voi hyödyntää levittämällä ympäröiville pelloille riittävän etäisyyden päähän kosteikosta.

Liiallisen kasvillisuuden niitto kosteikolta on suositeltavaa siten, että vesialueelle jätetään paikotellen harvempaa ja tiheämpää sekä erikorkuista kasvustoa. Kasvillisuuden poisto ehkäisee kosteikon umpeenkasvua ja sen avulla voidaan ohjailla veden virtausta kosteikolla. Paras aika niitolle on lintujen pesimäajan ulkopuolella mahdollisimman kuivaan aikaan heinäkuun lopulta elokuun alkuun tai talvella jään päältä. Niitto- ja raivausjäte tulee kerätä alueelta pois, jotta niihin sitoutuneet ravinteet eivät pala takaisin kosteikkoon. Monimuotoisuuden lisäämiseksi kosteikolle voi tehdä esimerkiksi vesilinnuille putkipesiä ja poistaa pienpetoja alueelta.



Kuva 4 Isosorsimon valtaama kosteikko.

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (1/13)

LIITE 3

Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus

Hiidenvedellä vuosina 2018-2020

Tutkimusraportti

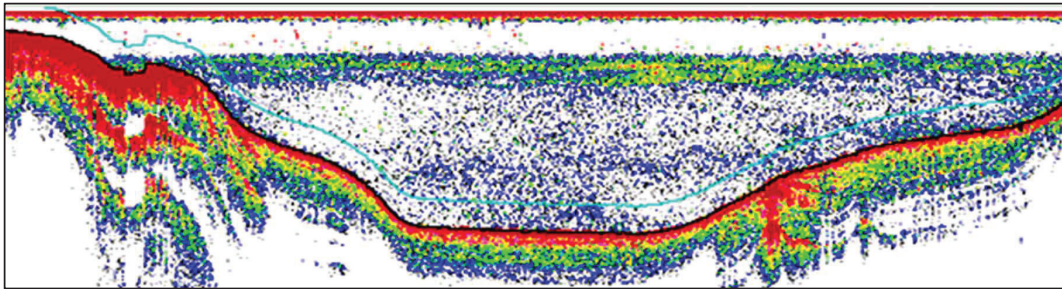
19.4.2021

Tommi Malinen^{1,2} ja Mika Vinni³

¹ Helsingin yliopisto, Lammin biologinen asema

² KVVY Tutkimus Oy

³ Helsingin yliopisto, ekosysteemit ja ympäristö –tutkimusohjelma



Kaikuluotaukseen perustuva kuvitus Hiidenveden Kiihkelyksenselältä 15. kesäkuuta 2020, jolloin sulkasääsken toukkia esiintyi samean veden takia normaalia ylempänä vesipatsaassa. Havainnosta kerrotaan tarkemmin sivulla 4.

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	2
2. Aineisto ja menetelmät.....	2
3. Tulokset.....	3
3.1 Happi ja lämpötila.....	3
3.2 Sulkasääsken toukkien jakauma vesipatsaassa.....	4
3.3 Sulkasääsken toukkien tiheys.....	5
3.4 Jäännemassiainen.....	7
3.5 Valkokatka ja okakatka.....	9
4. Tulosten tarkastelu.....	10
4.1 Hiidenveden sulkasääsikannan kehitys.....	10
4.2 Jäännemassiainen.....	11
4.3 Valkokatka ja okakatka.....	11
4.4 Hiidenveden kunnostus ja ulapan ravintoverkon seuranta.....	12
5. Johtopäätökset.....	12
Lähdeluettelo.....	13

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (2/13)

LIITE 3

1. Johdanto

Selkärangattomien petojen, erityisesti sulkasääsken toukkien rooli Hiidenveden ulapan ravintoverkossa on todettu erittäin merkittäväksi (Liljendahl-Nurminen ym. 2003). Ne säätelevät eläinplanktonin runsautta ja voivat siten vaikuttaa myös sinileväkukintojen muodostumiseen (Liljendahl-Nurminen ym. 2005). Lisäksi Hiidenvedellä esiintyy kahta, erityisesti kalojen ravinnon kannalta merkittävää selkärangatonta, jäännemassiaista ja valkokatkaa (Jääskeläinen 1930). Myös nämä jääkauden relikteinä Hiidenvedessä esiintyvät äyriäiset ovat järven tilan seurannan kannalta mielenkiintoisia, koska niiden vaste rehevöitymiseen on päinvastainen verrattuna sulkasääsken toukkiin: sulkasääski hyötyy, mutta reliktiäyriäiset kärsivät rehevöitymisestä. Tärkein yksittäinen tekijä näiden äyriäisten kannalta on hapekkaan ja viileän alusveden esiintyminen läpi kesäkerrostuneisuuskauden. Koska Hiidenveden syvänteen happitilanne on viime vuosikymmeninä hiljalleen parantunut, edellytykset näiden vaativien äyriäisten runsastumiselle ovat olemassa. Niiden mahdollista runsastumista pidemmällä aikavälillä voitaisiinkin pitää merkinä järven kunnostustoimien onnistumisesta.

Tämän tutkimuksen päämääränä oli arvioida sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsauden kehitystä Hiidenvedellä vuosina 2018-2020. Aineisto yhdistettiin aikaisemmissa hankkeissa kerättyyn tietoon sulkasääskistä ja reliktiäyriäisistä. Lisäksi selvitettiin, mitkä tekijät voisivat selittää kaikilla kolmella lajilla havaittua, hyvin voimakasta vuosien välistä runsausvaihtelua. Tulosten perusteella pohditaan myös järkevälle sopivia kunnostustoimia ja seurantaa.

2. Aineisto ja menetelmät

Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisten ja valkokatkojen runsautta sekä sulkasääsken toukkien esiintymisaluetta ja syvyysjakamaa arvioitiin Kiihkelyksenselän, Nummelanselän ja Retlahden yli kolme metriä syvät alueet kattavalla kaikuluotauksella sekä planktonhaavi- ja pohjanoudinnäytteenotolla. Näytteenotto tehtiin päiväsaikaan 28. toukokuuta 2018, 5. kesäkuuta 2019 ja 15.-16. kesäkuuta 2020. Kaikilla kerroilla tutkimusalue aluksi kaikuluotattiin lounas-koillinen-suuntaisia linjoja pitkin toukkien syvyysjakaman selvittämiseksi. Linjojen välinen etäisyys toisistaan oli 1500 metriä. Tämän jälkeen tehtiin haavi- ja sedimenttinäytteenotto. Näytepisteet sijoitettiin tutkimusalueelle tasavälein siten, että pisteiden välinen etäisyys oli 750 metriä. Tämä 750 m * 750 m kehikko tuotti yhteensä 28 näytepistettä, joista arvottiin 21 pistettä mukaan lopulliseen otantaan. Tutkimus ajoitettiin suunnilleen samaan ajankohtaan ja tehtiin samoilla näytteenottovälineillä kuin aikaisempina tutkimusvuosina, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia (Horppila ym. 2003, Malinen & Vinni 2017).

Kaikuluotaukset tehtiin Simrad EY-500 -kaikuluotaimella, jonka anturin lähettämän äänen taajuus on 120 kHz (Malinen 2018). Aineisto tallennettiin tietokoneen kovalevylle myöhempää analysointia varten. Kaikilta näytepisteiltä otettiin näytteet nostohaavilla (silmäkoko 183 µm, halkaisija 50 cm) ja Ekman-pohjanoutimella (näyteala 231 cm²). Sedimenttinäytteet seulottiin 500 µm:n haavikankaan läpi. Kaikki näytteet pakastettiin. Lisäksi mitattiin syvänteeltä lämpötila- ja happiprofiilit sekä määritettiin näkösyvyys Secchi-levyllä.

Haavi- ja sedimenttinäytteistä laskettiin sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisten ja valkokatkojen lukumäärät, joiden perusteella laskettiin sulkasääsken tiheysarviot yli 6 m ja yli 3 m syville alueille sekä jäännemassiais- ja valkokatkatitiheysarviot yli 3 m syville alueille. Laskennassa käytettiin jälkiositusta, jossa ositusperusteena olivat syvyysvyöhykkeet (esim. Pahkinen & Lehtonen 1989, s. 62-63). Lisäksi arvioille laskettiin 95 %:n luottamusvälit Poisson-jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990). Sulkasääsken toukkien keskipituuden määrittämiseksi mitattiin vuosittain n. 300 toukkaa (200 haavinäytteistä ja 100 sedimenttinäytteistä) 0,1 mm tarkkuudella. Lisäksi selvitettiin edellisen kesän lämpösumman ja sulkasääskitiheyden välistä riippuvuutta (Malinen & Vinni 2017) sekä edellisen kesän alusveden lämpötilan, edellisen kesän alusveden happipitoisuuden ja emokannan koon mahdollista vaikutusta jäännemassiaistihyeyteen.

Liite 3. Sulkasäksen toukkien, jäännemassaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (3/13)

LIITE 3

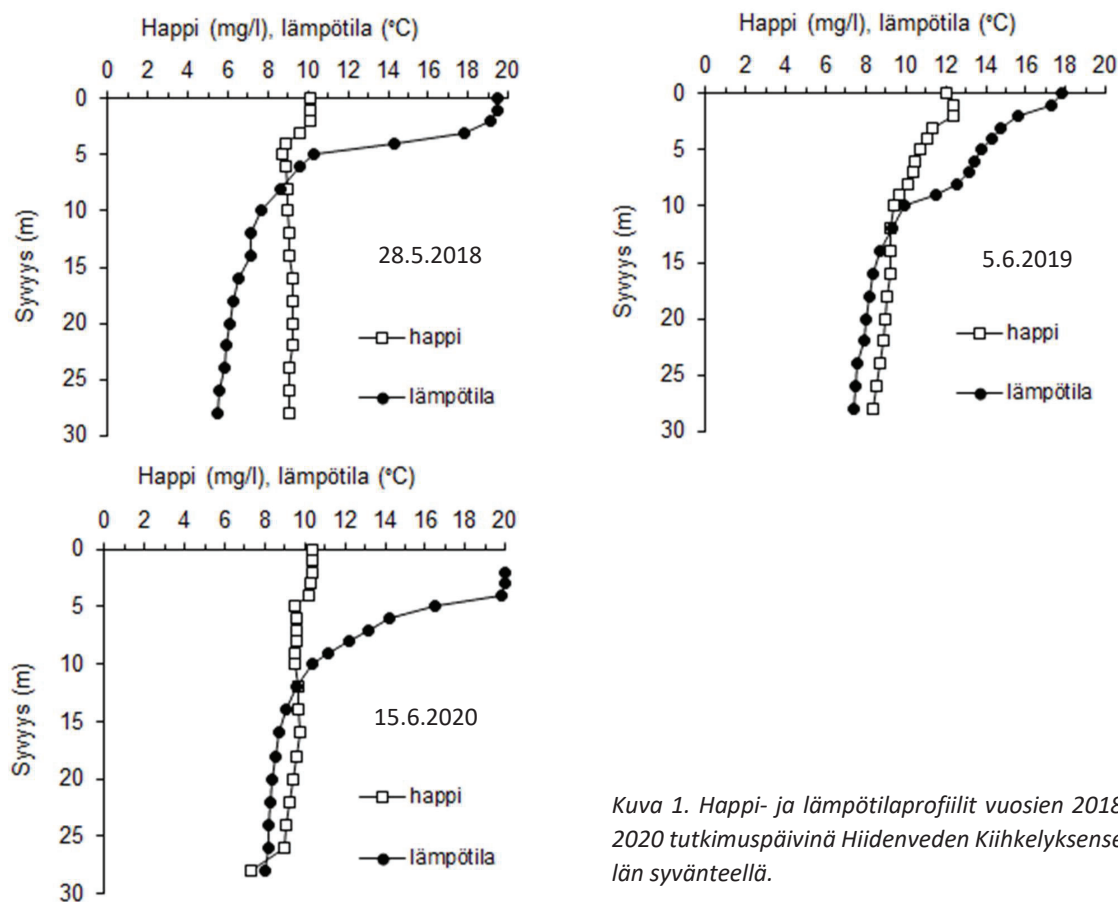
3. Tulokset

3.1 Happi ja lämpötila

Vuoden 2018 näytteenottopäivänä Kiihkelyksenselän syvänteellä päällysveden lämpötila oli 18-20°C (kuva 1). Noin neljä metriä korkean päällysvesikerroksen alapuolella lämpötila laski nopeasti ollen 10 m syvyydellä alle 8°C. Syvimmällä mittaussyvyydellä (28 m) lämpötila oli 5,5°C. Happipitoisuus oli korkea koko vesipatsaassa mutta harppauskerroksessa, 4-6 m syvyydellä, oli juuri ja juuri havaittavissa Hiidenvedellä toisinaan esiintyvä väliveden happiminimi (Horppila ym. 2000). Näkösyvyys oli 0,8 m Secchi-levyllä mitattuna.

Vuoden 2019 näytteenottopäivänä päällysvedessä oli havaittavissa oikeastaan kaksi kerrosta: pintakerroksessa (0-1 m) lämpötila oli 17-18°C, tämän jälkeen lämpötila laski metrin matkalla 15,5 asteeseen, ja sitten hitaammin 10 m syvyyteen asti, jossa lämpötila oli alle 8°C. Syvimmällä mittaussyvyydellä (28 m) lämpötila oli 7,4°C. Happipitoisuus oli melko korkea koko vesipatsaassa. Näkösyvyys oli 0,9 metriä.

Vuoden 2020 näytteenottopäivänä päällysveden (5 m syvyyteen asti) lämpötila oli n. 20°C. Tämän jälkeen lämpötila laski melko nopeasti 7 m matkalla ollen 12 m syvyydessä 9,6 °C. Tästä syvemmälle mentäessä las-kunopeus hidastui ja syvimmällä mittaussyvyydellä (29 m) lämpötila oli 7,9°C. Happipitoisuus oli korkea koko vesipatsaassa lukuun ottamatta kaikkein suurinta mittaussyvyyttä, jossa pitoisuus oli 5,9 mg/l. Näkösyvyys oli 0,55 m – eli vesi oli selvästi sameampaa kuin keskimäärin kesäkuun alkupuolella.



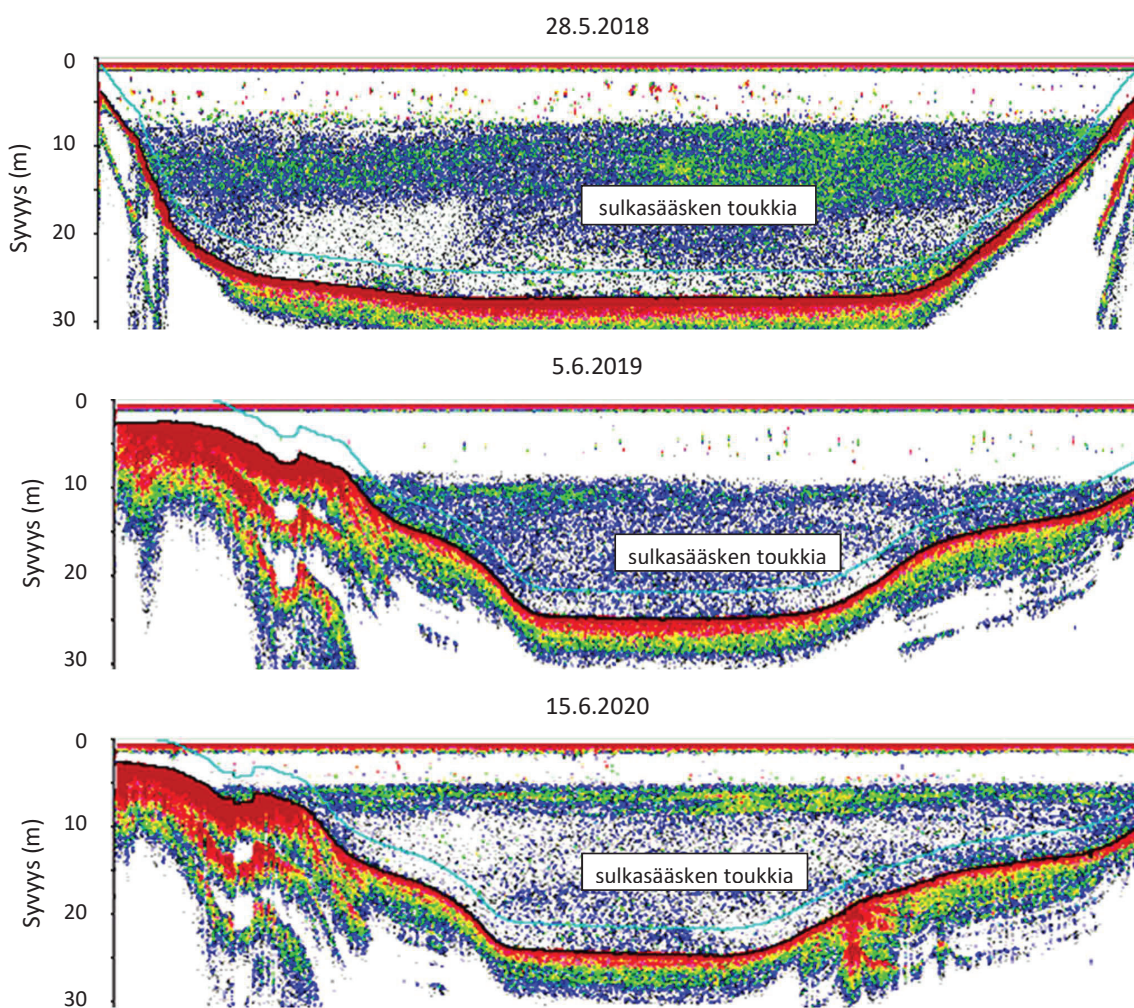
Kuva 1. Happi- ja lämpötilaprofiilit vuosien 2018-2020 tutkimuspäivinä Hiidenveden Kiihkelyksenselän syvänteellä.

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (4/13)

LIITE 3

3.2 Sulkasääsken toukkien jakauma vesipatsaassa

Toukokuun lopussa 2018 sulkasääskikerroksen yläraja oli Kiihkelyksenselällä n. 7 m syvyydellä ja kesäkuun alussa 2019 n. 8,5 m syvyydellä (kuva 2). Nämä arvot olivat Hiidenvedelle varsin keskimääräisiä (Malinen & Vinni 2017). Sen sijaan kesäkuussa 2020 toukkakerroksen yläraja oli selvästi ylempänä, n. 5 metrin syvyydellä. Tuolloin myös sulkasääsken toukkien vertikaalijakauma oli poikkeava: tiheys oli suurimmillaan heti esiintymiskerroksen ylärajan tuntumassa, 7-8 m syvyydellä. Nämä muutokset johtuivat mitä ilmeisimmin normaalia sameammasta vedestä (näkösyvyys 55 cm). Hiidenvedellä on aiemminkin todettu sameuden vaikuttavan sulkasääsken esiintymissyvyyteen (Malinen & Vinni 2017). Mitä sameampaa vesi on, sitä ylempänä vesipatsaassa toukat voivat saalistaa eläinplanktonia joutumatta itse kalojen saaliiksi. Nämä havainnot muistuttavat siitä, että pienikin sameuden kasvu parantaa sulkasääsken elinmahdollisuuksia järvessä.



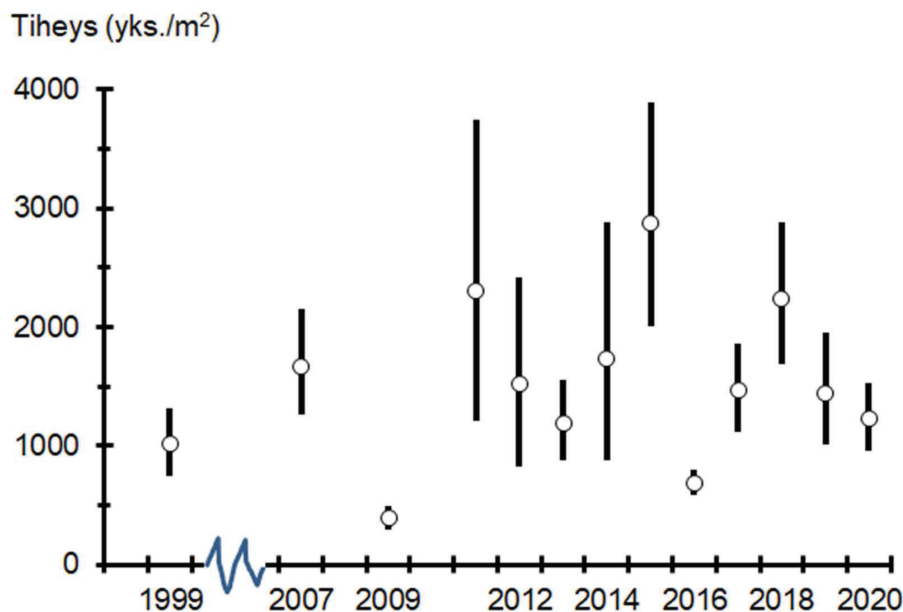
Kuva 2. Kaikuluotaukset Kiihkelyksenselän syvänteeltä vuosien 2018-2020 tutkimuspäivinä. Tiheimmät toukkakerrokset erottuvat vihreällä värillä ja harvemmat näkyvät sinisenä. Toukkakerroksen yläpuolella siellä täällä näkyvät kohteet ovat kaloja.

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (5/13)

LIITE 3

3.3 Sulkasääsken toukkien tiheys

Toukokuun lopussa 2018 sulkasääsken toukkien tiheys oli Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla 2240 yks./m² (95 %:n luottamusväli 1690-2890 yks./m², kuva 3). Kesäkuussa 2019 sulkasääskitiheys oli selvästi pienempi, 1450 yks./m² (1020-1950 yks./m²) ja kesäkuussa 2020 vielä pienempi: 1230 yks./m² (960-1540 yks./m²). Laajemman alueen (yli 3 m syvän) tiheysarvot antoivat kutakuinkin samanlaisen kuvan sulkasääskikannan kehityksestä: vuonna 2018 tiheysarvio oli 1900 yks./m², vuonna 2019 vain 1200 yks./m² ja vuonna 2020 enää 1100 yks./m².



Kuva 3. Hiidenveden sulkasääskitiheys yli 6 m syvillä alueilla 95 %:n luottamusväleinen vuosina 1999-2020. Vuodesta 2011 alkaen tiheyttä on arvioitu vuosittain.

Hiidenveden aikaisempien vuosien aineiston (vuoteen 2017 asti) perusteella edellisen kesän lämpösunnan ja seuraavan kesän sulkasääskitiheyden välillä oli voimakas riippuvuus (lineaarisen regressiomallin selitysaste oli 0,65, Malinen & Vinni 2017). Lämpintä kesää näytti seuraavan suuri tiheys seuraavana kesänä ja viileää kesää alhainen tiheys seuraavana kesänä. Vuosien 2018-2020 havainnot olivat kuitenkin melko poikkeavia (kuva 4). Vuonna 2018 havaittiin korkea tiheys viileästä kesästä 2017 huolimatta. Tämän jälkeen lämmin kesä 2018 ennusti suurta sulkasääskitiheyttä kesälle 2019, mutta havaittu tiheys oli kuitenkin varsin alhainen. Myös kesällä 2020 havaittiin edellisen kesän lämpösunnan nähden keskimääräistä pienempi sulkasääskitiheys. Päivitetyn regressiomallin selitysaste on ainoastaan 0,23. Eli lisäämällä kolme havaintoa selitysaste tipui alle puoleen alkuperäisestä! Päivitetyn mallin yhtälö on:

$$\text{Tiheys (yks./m}^2\text{)} = 1,9554 * \text{lämpösomma (}^\circ\text{C)} - 2316,1$$

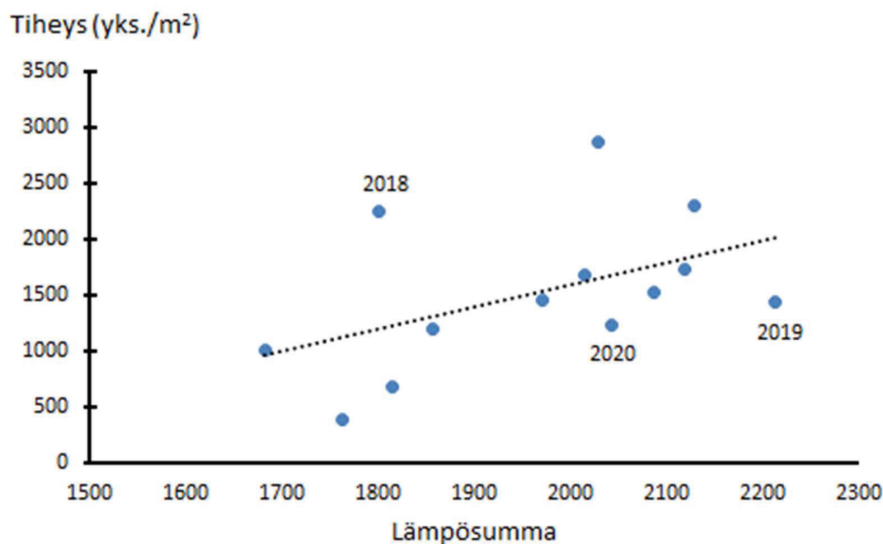
Mallissa esiintyvä lämpösomma on laskettu Helsinki-Vantaan lentoaseman päivittäisistä (15.5.-14.9.) keskilämpötiloista. Päivitetyn regressiomallin perusteella kesän 2020 lämpösomma (1957,9 °C) ennustaa melko keskimääräistä sulkasääskitiheyttä vuodelle 2021 (n. 1500 yks./m²). Heikon selitysasteen takia ennuste on kuitenkin ainoastaan suuntaa antava, jos sitäkään. Lisäksi normaalia sameampi vesi kesällä 2020 on saattanut voimakkaastikin suosia sulkasääsken toukkia. Asiaa pohditaan enemmän tulosten tarkastelussa.

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (6/13)

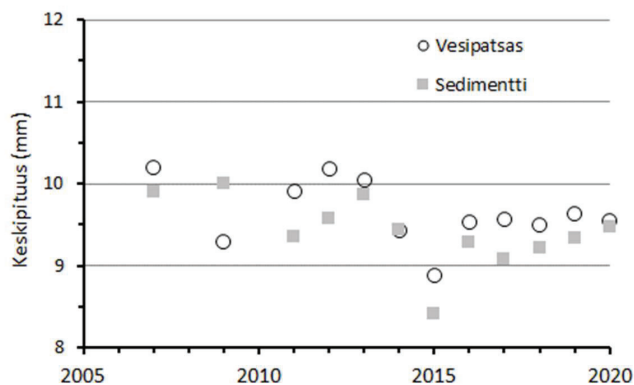
LIITE 3

Sulkasääsken emokannan koolla ja muodostuvan sukupolven koon välillä ei näyttäisi olevan yhteyttä ($R^2=0,10$). Tätä ei kuitenkaan voida yleistää koskemaan kovin pieniä tiheyksiä, koska pienin tiheys tässä aineistossa oli vuoden 2017 arvio 690 yks./m². On selvää, että erittäin pieni emokannan tiheys vaikuttaa syntyvän sukupolven runsauteen negatiivisesti.

Sulkasääsken toukkien keskipituus oli vuosina 2018-2019 varsin keskimääräisellä tasolla (kuva 5). Vesipat-
saasta saadut toukat olivat normaaliin tapaan hieman suurempia kuin sedimentistä löytyneet toukat. Korkeimman havaitun tiheyden aikaan, vuonna 2015 (kuva 3), sulkasääsken toukat olivat selvästi pienempiä kuin muina seurantavuosina. Tämä viittaa siihen, että tuolloinen sulkasääskitiheys oli niin suuri ravintoresurssihin nähden, että toukkien kasvu hidastui. Näin ollen vuonna 2015 havaittu lähes 3000 toukkaa neliometrillä lienee jo lähellä sulkasääsken alkukesäistä maksimitiheyttä Hiidenvedellä. Syksyllä toukkia voi olla paljonkin enemmän, mutta valtaosa niistä kuolee ennen seuraavan vuoden kesäkuuta (Schröder 2013).



Kuva 4. Sulkasääsken toukkien tiheys Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla edellisen kesän lämpösumman (Helsinki-Vantaan lentoaseman päivittäiset keskilämpötilat 15.5.-14.9.) suhteen esitettyinä. Kolmen viime vuoden havainnot on merkitty kuvaan.



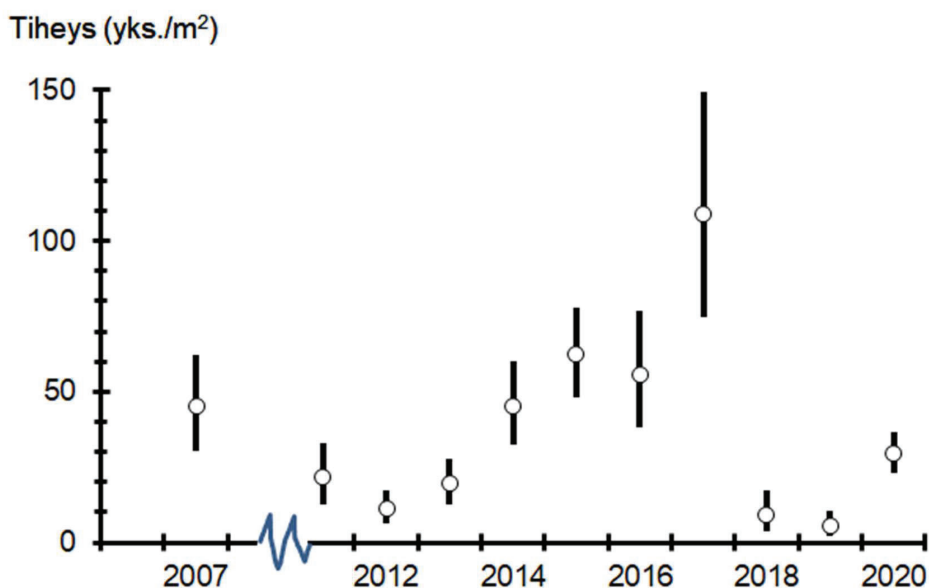
Kuva 5. Vesipatsaan ja sedimentin sulkasääsken toukkien keskipituudet vuosina 2007-2020.

Liite 3. Sulkasäksen toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (7/13)

LIITE 3

3.4 Jäännemassiainen

Alkukesään 2017 asti jatkunut jäännemassiaiskannan suotuisa kehitys kääntyi nopeasti suoranaiseksi kannan romahtamiseksi (kuva 6), ilmeisesti loppukesän ja alkusyksyn 2017 alusveden heikon happitilanteen ja normaalia korkeamman lämpötilan takia (Malinen & Vinni 2017). Jäännemassiaistiheys oli toukokuun lopussa 2018 ainoastaan n. 9 yks./m² (95 %:n lv:t 4-17 yks./m²). Vuonna 2019 havaittiin vieläkin alhaisempi tiheys, n. 6 yks./m² (2-10 yks./m²). Tämän jälkeen kanta alkoi kuitenkin jälleen runsastua: kesäkuussa 2020 tiheys oli noussut jo moninkertaiseksi ollen n. 30 yks./m² (23-37 yks./m²).



Kuva 6. Hiidenveden jäännemassiaistiheys yli 3 m syvillä alueilla 95 %:n luottamusväleinen vuosina 2007-2020. Vuodesta 2011 alkaen tiheyttä on arvioitu vuosittain.

Hiidenveden aineisto viittaa siihen, että jäännemassiaistiheyttä säätelevät kesäkerrostuneisuuskauden loppupuolen alusveden lämpötila ja happipitoisuus sekä emokannan koko (kuva 7). Vuosien 2007-2020 aineistossa tiheyttä voitiin kohtuullisen hyvin selittää näillä kolmella muuttujalla. Alusveden lämpötilan (20 m syvyydessä elokuun näytteenotokerralla) kasvaessa tiheys pienenee mutta suurenee alusveden happipitoisuuden kasvaessa. Emokannan koon (tiheys edellisen vuoden kesäkuussa) kasvaessa tiheys luonnollisesti kasvaa. Kun nämä kolme tekijää yhdistettiin samaan regressiomalliin, saatiin yhtälöksi:

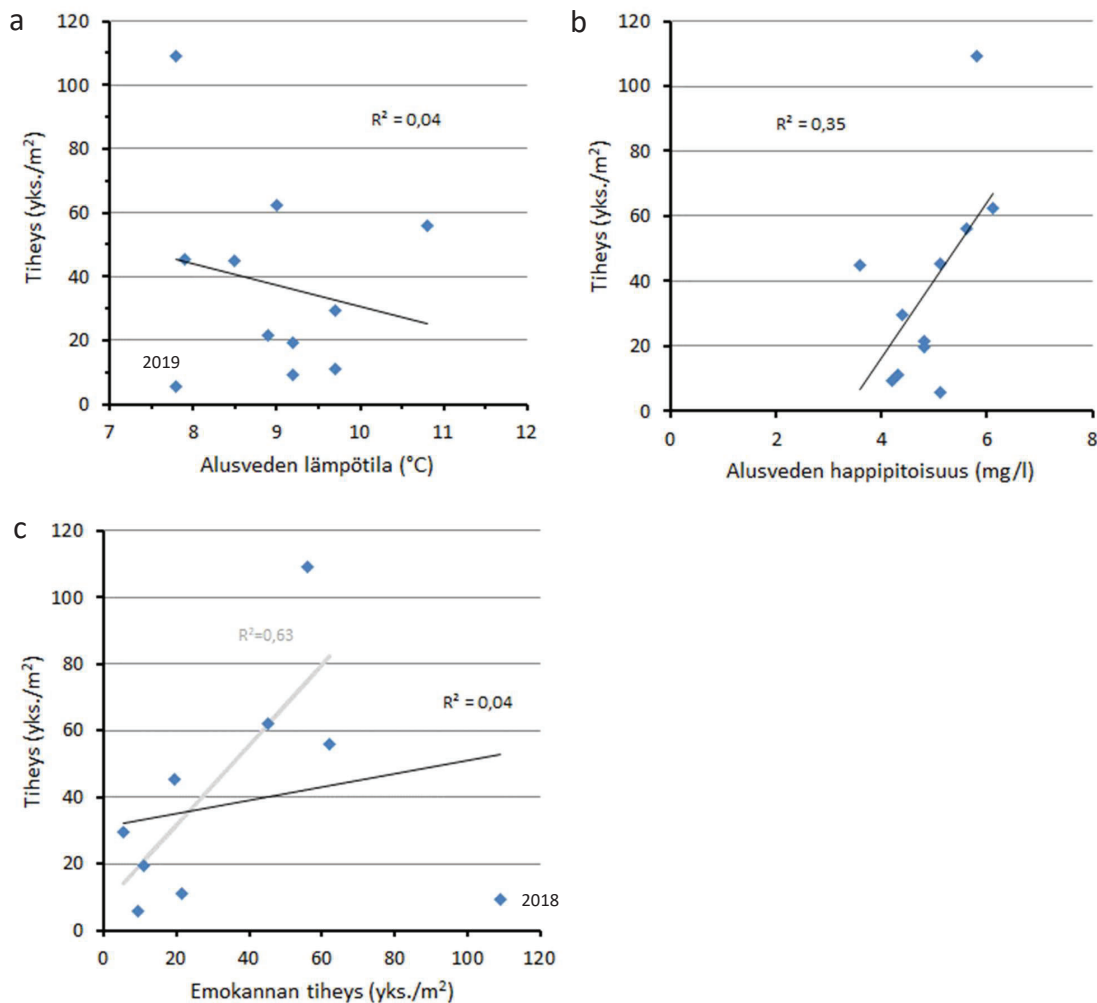
$$\text{Tiheys (yks./m}^2\text{)} = -130,878 - 2,403 * \text{lämpötila (}^\circ\text{C)} + 36,635 * \text{happipitoisuus (mg/l)} + 0,168 * \text{emokanta (yks./m}^2\text{)}$$

Mallin selitysaste (R^2) on 0,63 ja ennuste vuoden 2021 jäännemassiaistiheydelle 72 yks./m². Malli ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä, ja yksittäisistä tekijöistäkin ainoastaan happipitoisuus oli merkitsevä ($p < 0,05$). On ilmeistä, että mallissa käytetyt vedenlaatu muuttujat (elokuun näytteenottopäivän lämpötila ja happipitoisuus 20 m syvyydellä) ovat liian summittaisia kuvaamaan lämpötilan ja hapen vaikutusta jäännemassiaiskantaan. Olosuhteet saattavat kehittyä vielä tämän näytteenotokerran jälkeen huonoiksi, minkä vuoden

Liite 3. Sulkasäksen toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (8/13)

LIITE 3

2017 syyskuun näytteenotto osoitti selvästi. Tuolloin jäännemassiaisilla oli todennäköisesti hyvin tukalat oltavat korkean lämpötilan uhatessa ylhäältä ja alhaisen happipitoisuuden uhatessa alhaalta. Ainakin 10 m syvyydellä vesi oli liian lämmintä (15,2°) ja 15 m syvyydellä happipitoisuus liian alhainen (2,1 mg/l). Tilanne oli lähes yhtä huono kuin loppukesällä 1999, jolloin jäännemassiaiskanta romahti (Horppila ym. 2003). Valitettavasti syyskuun vedenlaatutietoja ei voida ottaa malliin mukaan, koska niitä on käytettävissä vasta vuodesta 2017 lähtien.



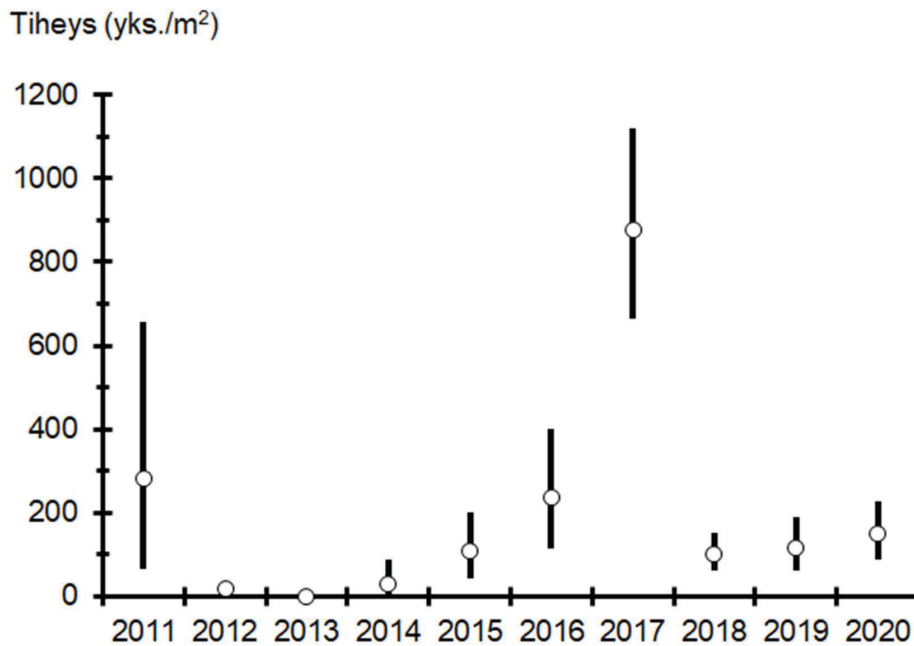
Kuva 7. Hiidenveden Kiihkelyksenselän ja Retlahden yli 3 m syvien alueiden jäännemassiaistiheys kesäkuun alussa edellisen elokuun alusveden lämpötilan (a), edellisen elokuun alusveden happipitoisuuden (b) ja edellisen kesäkuun alun jäännemassiaistiheyden (c) suhteen vuosien 2007-2020 aineistossa. Poikkeavat havainnot: (2018) edellisen vuoden syyskuussa jäännemassiaisille sopiva vesikerros kutistunut olemattomiin (liian korkea lämpötila ja alhainen happipitoisuus), (2019) emokanta todella pieni edellisenä vuonna. Jäännemassiaistiheyden ja emokannan riippuvuutta on arvioitu myös ilman vuosien 2017-2018 havaintoparia (harmaa viiva ja selityssaste).

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (9/13)

LIITE 3

3.5 Valkokatka ja okakatka

Hiidenveden valkokatkakannan kehitys muistuttaa suuresti jäännemassiaiskannan kehitystä. Loppukesällä-alkusyksyllä 2017 alusveden heikko happitilanne ja normaalia korkeampi lämpötila johtivat kannan romahtamiseen (kuva 8). Toukokuun lopussa 2018 tiheys oli ainoastaan n. 100 yks./m² (95 %:n lv:t 60-150 yks./m²). Myös valkokatkakantakin on alkanut toipua, mutta erittäin hitaasti. Vuonna 2019 tiheysarvio oli n. 120 yks./m² (95 %:n lv:t 60-190 yks./m²) ja vuonna 2020 n. 150 yks./m² (95 %:n lv:t 90-230 yks./m²).



Kuva 8. Hiidenveden valkokatkatiheys yli 3 m syvillä alueilla 95 %:n luottamusväleinen vuosina 2011-2020.

Toinen Hiidenvedellä esiintyvä katkalaji, okakatka (kuva 9) on ollut viime vuosina hyvin harvalukuinen. Sekin lienee kärsinyt alkusyksyn 2017 huonoista olosuhteista. Vielä kesäkuussa 2017 niitä saatiin näytteenotossa kuusi yksilöä, mutta vuonna 2018 niitä ei saatu lainkaan ja vuosina 2019-2020 vain yhdet yksilöt molempina vuosina.



Kuva 9. Hiidenveden okakatka. Lajin tunnistaa takaruumiin selkäkilpien piikkien perusteella (merkitty nuolilla). Kuva: Mika Vinni.

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (10/13)

LIITE 3

4. Tulosten tarkastelu

4.1 Hiidenveden sulkasääskikannan kehitys

Hiidenveden sulkasääskikannan koko on vaihdellut voimakkaasti vuodesta toiseen. Useimpina vuosina toukkatiheys on ollut suuri, mutta viileät kesät näyttävät aiheuttavat kannan tilapäisen romahduksen seuraavana kesänä. Koska kanta ei ole toistaiseksi laskenut niin pieneksi, että emokannan koko olisi rajoittanut lisääntymistä, se toipuu hyvin nopeasti näistä sääolojen aiheuttamista notkahduksista. Lämpötilan lisäksi sulkasääskitiheyteen vaikuttavat varmasti monet muutkin tekijät, kuten kuoriutumisaajan (heinäkuu) olosuhteet ja veden sameus. Todennäköisesti lisääntyminen on tehokkainta tyyninä ja sateettomina öinä, ja niiden määrä saattaisi selittää syntyvän sukupolven runsautta. Lisäksi on mahdollista, että koko kesän lämpösumman sijaan kannattaisi mallissa käyttää erillisinä selittäjinä joko alkukesän lämpötilaa tai loppukesän lämpötilaa. Alkukesän viiveys viivästyttää kuoriutumisen ajankohtaa (Ouimet 2001) lyhentäen uuden sukupolven kasvukautta, loppukesän viiveys puolestaan heikentää toukkien kasvunopeutta. Molempien luulisi lisäävän toukkien kuolleisuutta talven aikana (Schröder 2013), mutta jompikumpi voi olla selvästi toista merkittävämpi tekijä Hiidenvedellä. Näiden asioiden tarkastelu ei ollut tässä hankkeessa mahdollista. Se voidaan kuitenkin toteuttaa tulevaisuudessa, koska esimerkiksi Helsinki-Vantaan lentoaseman säätiedot ovat kyllä saatavilla.

Vuosina 2017-2020 lämpötila selitti erityisen heikosti sulkasääsken runsausvaihteluita. Vuonna 2018 tiheys oli suurempi kuin edellisen kesän lämpötilan perusteella olisi voinut olettaa, mutta vuosina 2019 ja 2020 tilanne oli päinvastainen. Vuoden 2018 suuri sulkasääskitiheys voi ainakin osittain selittyä alusveden keskimääräistä heikommalla happitilanteella loppukesällä 2017 (Malinen & Vinni 2017). Heikompi alusveden happitilanne tarjoaa sulkasääsken toukille paremman suojan kalojen saalistusta vastaan. Lisäksi normaalia lämpimämpi alusvesi on saattanut nopeuttaa toukkien kasvua ja siten vähentää toukkien kuolleisuutta talven aikana (Schröder 2013). Tätä olettamusta vastaan sotii kuitenkin se, että toukkien keskipituus oli alkukesällä 2018 varsin keskimääräinen. Vuoden 2019 alhainen tiheys edellisen kesän lämpösummaan nähden voisi selittyä kalojen keskimääräistä voimakkaammalla saalistuksella. Viileänä kesänä 2017 muodostui monilla Etelä-Suomen järvillä poikkeuksellisen runsaita kuorevuosisilukoita (Malinen & Vinni 2019a ja 2020). Mikäli näin on käynyt myös Hiidenvedellä, on tämä runsas vuosisiluokka aiheuttanut voimakkaan saalistuspaineen sulkasääskille nimenomaan seuraavana kesänä (2018), jolloin kuoret olivat kasvaneet riittävän suuriksi hyödyntääkseen sulkasääsken toukkia ravintonaan (Vinni ym. 2004). Harmillista kyllä, Hiidenveden ulapan kalaston seuranta kolmen vuoden välein (2016 ja 2019, Malinen & Vinni 2019b) ei anna vastausta siihen, oliko kuorevuosisiluokka 2017 poikkeuksellisen runsas.

Vaikka kesän 2020 lämpösumma ennustaa melko keskimääräistä sulkasääskitiheyttä kesälle 2021, saattaa toteutuva sulkasääskitiheys olla paljonkin suurempi. Talvi 2019-2020 oli Kiihkelyksenselällä käytännössä jäätön, ja vesi oli koko talven ajan erittäin sameaa. Normaalia sameamman veden jakso kesti pitkälle heinäkuuhun, ja se on todennäköisesti parantanut selvästi sulkasääsken toukkien ravinnonsaantimahdollisuuksia. Mitä sameampaa vesi on, sitä ylempänä vesipatsaassa toukat voivat saalistaa eläinplanktonia joutumatta itse kalojen saaliiksi. Alkukesällä tällä on erityisen suuri merkitys, koska lämpimässä pintavedessä eläinplanktonia on paljon enemmän tarjolla kuin syvemmillä. Myös 15-16.6.2020 sulkasääskiaineisto tukee tätä: sulkasääsken koteloiden (toukkavaihetta seuraava kehitysvaihe) osuus kaikista sulkasääskistä oli koko seurantahistorian suurin (> 5 %). Vaikuttaa siis siltä, että toukat todella olivat päässeet hyödyntämään normaalia parempia ravintovaroja ja niiden kuoriutumiskausko oli normaalia aiemmin. Tämä puolestaan johtanee siihen, että toukat ovat syksyllä kasvukauden päättyessä keskimääräistä suurempia, jolloin ne selviävät todennäköisemmin hengissä talven yli. Jos kesällä 2021 havaitaan kesän 2020 lämpösummaan nähden suuri sulkasääskitiheys, voidaan perustellusti olettaa, että ilmaston lämpenemisen seurauksena mahdollisesti lisääntyvät jäättömät talvet suurentaisivat ajoittain Hiidenveden sulkasääskitiheyttä, millä voi olla seurauksia aina sinileväkukintoihin asti.

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (11/13)

LIITE 3

Joka tapauksessa sulkasääskellä tulee edelleen olemaan lähivuosina merkittävä rooli Hiidenveden ulapan ravintoverkossa. Sulkasääsken takia hoitokalastus on tehoton ja mahdollisesti jopa haitallinen kunnostusmenetelmä Kiihkelyksenselällä ja Retlahdella. Kalaston vähentäminen saattaisi johtaa sulkasääsken runsastumiseen ja entistä pahempiin sinileväkukintoihin. Sen sijaan Hiidenveden matalilla selillä sulkasääskellä on niin pieni merkitys ravintoverkossa, ettei sitä tarvitse ottaa huomioon kunnostustoimia suunniteltaessa.

4.2 Jäännemassiaainen

Hiidenveden jäännemassiaiskanta romahti loppukesällä-alkusyksyllä 2017 alusveden heikon happitilanteen ja normaalia korkeamman lämpötilan seurauksena. Kanta on kyllä alkanut vähitellen toipua ja kesän 2020 melko hyvien olosuhteiden perusteella voidaan olettaa, että suotuisa kehityssuunta jatkuu. Jäännemassiaisen runsastuminen olisi toivottavaa, koska se on tärkeä ravintokohde esimerkiksi kuhanpoikasille. Ne ovat erityisen arvokasta ravintoa hieman suurempikokoisille kuhanpoikasille, joiden pitää siirtyä eläinplanktonista suurempiin ravintokohteisiin. Jäännemassiaisten turvin kuhanpoikaset kasvavat pian niin suuriksi, että ne voivat siirtyä kaikkein nopeimman kasvun mahdollistavaan kalaravintoon. Lisäksi jäännemassiaiset ovat Hiidenvedellä tärkeitä ravintokohteita kuhanpoikasille ensimmäisen talven aikana (Lappalainen ym. 2005) ja niiden runsaudella saattaa olla suurikin merkitys kuhanpoikasten selviytymiseen talvesta. Kattavien ravintoineistojen puuttuessa jäännemassiaisen merkitys Hiidenveden kuhantuotannolle jää kuitenkin vielä arvailujen varaan. Saattaa kuitenkin olla, että Hiidenveden kuhakannan runsastuottoisuus perustuu osittain jäännemassiaiseen.

Jäännemassiaainenkin voi liikaa runsastuessaan aiheuttaa monenlaisia haitallisia vaikutuksia ravintoverkossa ja yritykset kohentaa kalojen ravintotilannetta jäännemassiaisistutuksilla ovat useimmiten johtaneet alkupe-
räistä huonompaan tilanteeseen (Nesler & Bergesen 1991). Tärkein syy epäonnistumisiin on ollut se, että jäännemassiaiset ovat pystyneet pakenemaan kalojen saalistusta pimeyden suojaan syviin vesikerroksiin. Näin ollen niistä ei ole ollut merkittävää hyötyä kalojen ravintokohteena mutta niistä on kuitenkin tullut merkittäviä ravintokilpailijoita planktonisyökaloille. Hiidenvedellä jäännemassiaisen liiallinen runsastuminen ei ole todennäköistä, koska runsaana esiintyvä kuore pystyy syömään tehokkaasti hämärässä ja jopa säkkipimeässä (Horppila ym. 2004). Myös kuhanpoikaset näyttäisivät pystyvän samaan. Näin ollen jäännemassiaisen runsastumista on pidettävä Hiidenvedellä pelkästään positiivisena kehityksenä.

4.3 Valkokatka ja okakatka

Hiidenveden valkokatkakantakin romahti alkusyksyllä 2017 vallinneiden heikkojen olosuhteiden takia. Kanta on kyllä alkanut toipua, mutta kovin hitaasti. Aikaisempikin aineisto viittaa siihen, että valkokatkakanta toipuu romahduksista hitaammin kuin jäännemassiaiskanta. Koska valkokatkakin on hyvä ravintokohde monille kalalajeille, olisi sen runsastuminen toivottavaa. Järven pohjalla viihtyvänä se on merkittävä ravintokohde erityisesti ahvenelle ja mateelle. Hämärän tullen se kuitenkin nousee vesipatsaaseen saalistamaan eläinplanktonia. Tällöin myös välivedessä esiintyvät kalat, kuten kuore ja kuhanpoikaset, pystyvät hyödyntämään sitä ravintonaan.

Myös Hiidenvedellä nykyään harvinaisen okakatkan runsastuminen olisi toivottavaa. Hiidenvedellä okakatka on aiemmin ollut melko lämmintä vettä sietävänä (Mathisen 1953) lähinnä matalien alueiden laji (Jääskeläinen 1930). Voikin olla, että tämän tutkimuksen näytteenotto (yli 3 m syvät alueet) ei ole riittävän kattava okakatkan kannan kehityksen seurantaan. Jääskeläisen (1930) aineiston perusteella okakatka on ollut Hiidenvedellä hyvin yleinen noin sata vuotta sitten. Tuolloin okakatkoja löytyi kuhien, lahnojen, pasureiden ja kiiskien mahoista. Näin ollen sen huomattavakin runsastuminen vaikuttaa mahdolliselta järven tilan parantumisessa. Okakatka on erityisen hyvää ravintoa esimerkiksi kuhanpoikasille, koska se kasvaa melko suurikokoiseksi, jopa 2 cm pituiseksi.

Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (12/13)

LIITE 3

4.4 Hiidenveden kunnostus ja ulapan ravintoverkon seuranta

Hiidenveden syvien altaiden, kuten Kiihkelyksenselän ja Retlahden kunnostuksessa painopiste kannattaa pitää edelleen valuma-alueella. Hoitokalastus ei sovellu näiden alueiden kunnostukseen, koska sulkasääsken toukilla on niin merkittävä rooli ulapan ravintoverkossa. Toisaalta näillä selillä ei olisi ilman sulkasääskeäkään tarvetta hoitokalastukselle nykyisen kalaston (kuore ja kuha) vallitessa. Näitä tuloksia ei voida kuitenkaan yleistää koskemaan koko Hiidenvettä. Matalat selät, kuten Mustionselkä, ovat särkikalavaltaisia (Sairanen 2016) eikä niillä juuri esiinny sulkasääskeä. Näillä alueilla hoitokalastusta voidaankin tehdä ilman pelkoa haitallisista ravintoverkkovaikutuksista (Malinen & Vinni 2013).

Hiidenveden kunnostuksen vaikutusten seurannassa on hyödyllistä tutkia vedenlaatu muuttujien lisäksi myös ulapan ravintoverkon tärkeimpiä tekijöitä. Tällä hetkellä sulkasääsken toukat, kuore ja kuha ovat avainasemassa. Järven tilan kohentuessa ravintoverkossa saattaa kuitenkin tapahtua suuria muutoksia. Sulkasääsken toukkien määrä ja käyttäytyminen voivat muuttua. Jos toukkia on vähemmän ja ne pystyvät hyödyntämään ylempiä vesikerroksia entistä heikommin esimerkiksi veden kirkastuessa, niiden vaikutus eläinplanktoniin ja sitä kautta myös sinileviin heikkenee. Veden laadun parantuessa jäännemassiaiset ja katkat todennäköisesti runsastuisivat. Myös kalayhteisön rakenteessa saattaisi tapahtua muutoksia, esimerkiksi muikku ja made voisivat runsastua. Kaikilla näillä muutoksilla olisi vielä lukuisia epäsuoria vaikutuksia ulapan ravintoverkossa. Hiidenveden kalojen, erityisesti kuhan, nykyisen ravinnon selvittäminen olisi hyödyllistä ulapan ravintoverkossa mahdollisesti tapahtuvien muutosten aiheuttamien seurausten ymmärtämiseksi. Ilman ravintoverkon rakenteen ja toiminnan seuranta voi olla vaikea ymmärtää järven tilassa tapahtuvia muutoksia ja arvioida kunnostustoimien vaikutuksia.

Hiidenveden selkärangattomien petojen (sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisten ja katkojen) seuranta kannattaa toteuttaa vuosittain, koska kaikilla niillä esiintyy voimakasta ja äkillistä kannanvaihtelua. Lisäksi vuosien 2007-2020 sulkasääskiseurannan pohjaeläinnäytteiden laajempi hyödyntäminen saattaisi olla mielekäästä. Toistaiseksi niistä on raportoitu ainoastaan sulkasääsken toukat ja katkat. Näytteiden perusteella voisi arvioida myös esimerkiksi surviaissääsken toukkien määrän kehitystä Kiihkelyksenselällä ja Retlahdella. Järven tilan kohentuessa surviaissääsken toukat saattavat runsastua sulkasääsken toukkien kustannuksella.

5. Johtopäätökset

Sulkasääsken toukilla on edelleen merkittävä rooli Hiidenveden ulapan ravintoverkossa, mutta kannan koon vuosittainen vaihtelu on voimakasta. Viileät kesät johtavat pienempään sulkasääskitiheyteen seuraavana kesänä. Veden sameus suosii voimakkaasti sulkasääskeä ja tulevana kesänä 2021 sulkasääskitiheys saattaa olla suuri jäättömän talven 2019-2020 aiheuttaman voimakkaan samennuksen takia. Voimakkaan kannanvaihtelun takia myös sulkasääsken vaikutus eläinplanktoniin ja sitä kautta sinileväkukintoihin voi vaihdella paljon vuodesta toiseen. Joka tapauksessa Hiidenveden syvien selkien sulkasääskikanta on niin runsas, että hoitokalastus ei sovellu Hiidenveden niiden kunnostukseen.

Jäännemassiaisen, valkokatka ja mahdollisesti myös okakatka olivat happiolojen kohenemisen seurauksena runsastumassa vielä keväällä 2017, mutta elo-syyskuun 2017 heikot olosuhteet romahduttivat niiden kannat. Tämän jälkeen kannat ovat alkaneet hitaasti elpyä ja hyvät happiolot loppukesällä 2020 ennustavat suotuisan kehityksen jatkumista. Näiden reliktiäyriäisten runsastuminen olisi toivottavaa, koska ne ovat arvokasta ravintoa monille kaloille. Tiedot niiden merkityksestä Hiidenveden kalojen, erityisesti kuhan ravinnossa ovat kuitenkin vielä puutteelliset.

Sulkasääsken ja reliktiäyriäisten runsauden seuranta on hyödyllistä Hiidenveden kunnostustoimien onnistumisen arvioinnissa. Sulkasääski vähenee mutta reliktiäyriäiset runsastuvat järven tilan kohentuessa.

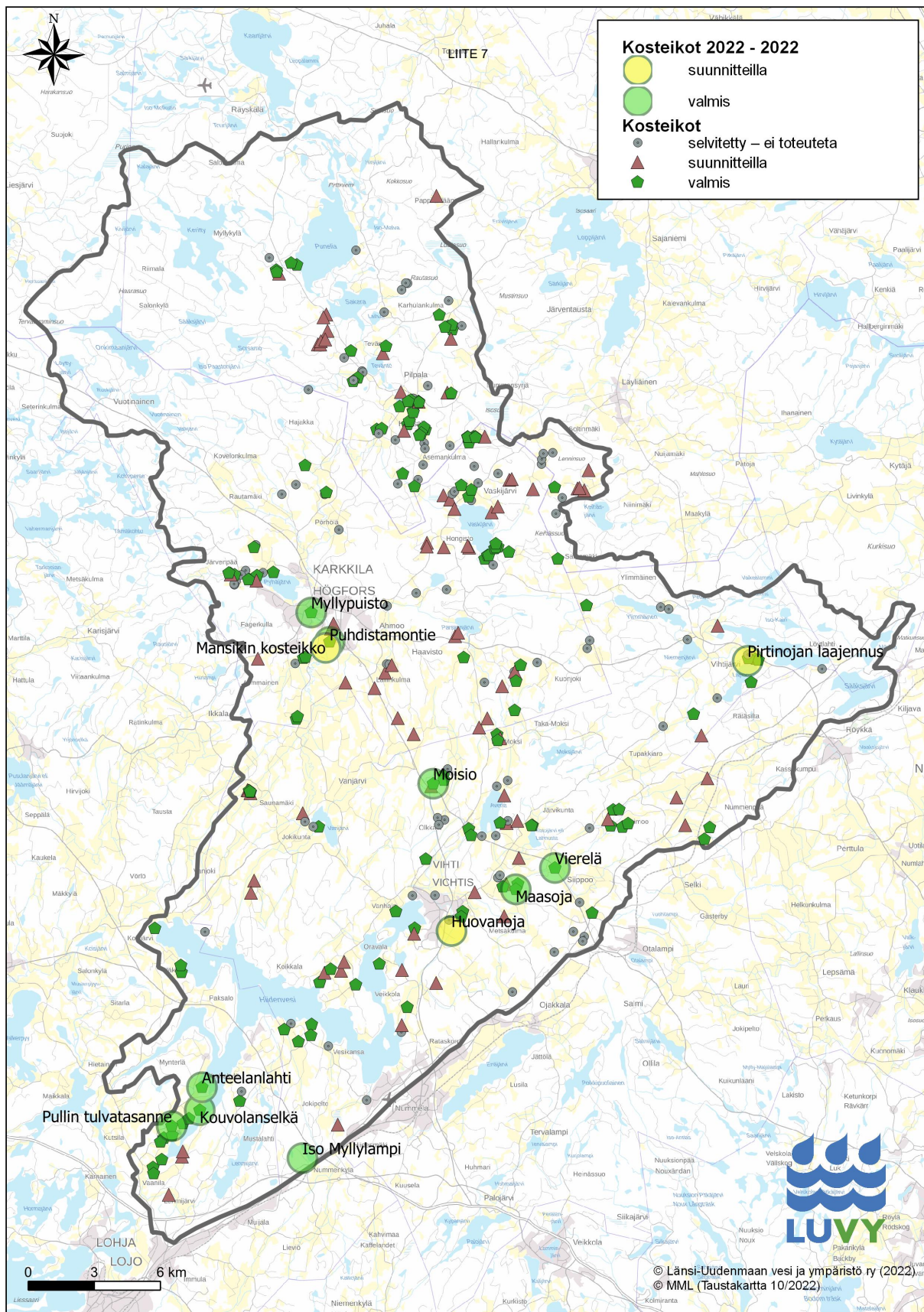
Liite 3. Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2018-2020 (13/13)

LIITE 3

Lähdeluettelo

- Horppila, J., Liljendahl-Nurminen, A. & Malinen, T. 2004: Effects of clay turbidity and light on the predator-prey interaction between smelts and chaoborids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 1862-1870.
- Horppila, J., Liljendahl-Nurminen, A., Malinen, T., Salonen, M., Tuomaala, A., Uusitalo, L. & Vinni, M. 2003: *Mysis relicta* in a eutrophic lake – consequences of obligatory habitat shifts. *Limnology and Oceanography* 48: 1214-1222.
- Horppila, J., Malinen, T., Nurminen, L., Tallberg, P. & Vinni, M. 2000: A metalimnetic oxygen minimum indirectly contributing to the low biomass of cladocerans in Lake Hiidenvesi – a diurnal study on the refuge effect. *Hydrobiologia* 436: 81-90.
- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990: Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. *Rapp. P.-v Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 189: 415-420.
- Jääskeläinen, V. 1930: Hiidenvesi kalavetenä. Suomen kalatalous 11-14. Kalataloudellinen tutkimustoimisto, Maataloushallituksen tiedonantoja nro 298. Valtioneuvoston kirjapaino, Helsinki. s. 1-38.
- Lappalainen, J., Vinni, M. & Kjellman, J. 2005: Diet, condition and mortality of pikeperch (*Sander lucioperca*) during their first winter. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 59: 207-217.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Eloranta, P., Valtonen, S. & Peckan-Hekim, Z. 2005: Searching for the missing peak – an enclosure study on seasonal succession of cladocerans in Lake Hiidenvesi. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 59: 85-103.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Malinen, T., Eloranta, P., Vinni, M., Alajärvi, E., & Valtonen, S. 2003: The supremacy of invertebrate predators over fish – factors behind the unconventional seasonal dynamics of cladocerans in Lake Hiidenvesi. *Arch. Hydrobiol.* 158: 75-96.
- Malinen, T. 2018: Hydroacoustic fish stock assessment in southern and northern boreal lakes – potential and constraints. Väitöskirja. Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto. Hansaprint, Turenki. 62 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013: Järvi Hoi -hankkeen ravintoverkkotutkimukset Hiidenvedellä ja Lohjanjärvellä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 18 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2017: Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2016 ja 2017. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 19 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2019a: Vesijärven Enonselän ulapan kalayhteisön kehitys vuosina 2017 ja 2018. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 14 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2019b: Hiidenveden ulapan kalasto elokuussa 2019 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 12 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2020: Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2019. Tutkimusraportti. Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2020. 16 s.
- Mathisen, O. A. 1953: Some investigations of the relict crustaceans in Norway with special reference to *Pontoporeia affinis* Lindstrom and *Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars. *Nytt Mag. Zool.* 1: 49-86.
- Nesler, T. P. & Bergersen, E. P. (toim.) 1991: Mysids in fisheries: Hard lessons from headlong introductions. *American Fisheries Society Symposium* 9. 199 s.
- Quimet, C. 2001: Implication of *Chaoborus* pupation and edcysis in cold water. *Freshwat. Biol.* 46: 1169-1177.
- Pahkinen, E. & Lehtonen, R. 1989: Otanta-asetelmat ja tilastollinen analyysi. *Gaudeamus*. Helsinki. 286 s.
- Sairanen, S. 2016: Hiidenveden verkkokoekalastukset vuonna 2016. *Luonnonvarakeskus*. Moniste. 20 s.
- Schröder, A. 2013: Density- and size-dependent winter mortality and growth of late *Chaoborus flavicans* larvae. *PlosOne* 8: e75839.
- Vinni, M., Lappalainen, J., Malinen, T. & Peltonen, H. 2004: Seasonal bottlenecks in diet shifts and growth of smelt in a large eutrophic lake. *J. Fish Biol.* 64: 567-579.

Liite 4. Hiidenveden kunnostushankkeen kosteikot (1/1)





Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry
Västra Nylands vatten och miljö rf

PL 51, 08101 Lohja

Puh. 019 323 623

vesi.ymparisto@luvy.fi

www.luvy.fi

ISBN 978-952-250-275-9

ISSN 1798-2677