jamk | biotalous

Valkeinen-järven vesiensuojelusuunnitelma 2022

Hanna Nousiainen

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

30.09.2022

Sisällys

1 Suunnitelman tausta ja tavoitteet ... 3

2 Kohdealueen yleiskuvaus ja luontoarvot ... 8

3 Valuma-alueen ihmistoiminta ja maankäyttö ... 11

4 Kokonaiskuormitus ja kuormituslähteet ... 14

5 Valkeisen hydrologia ja vedenlaatu ... 15

5.1 Vedenlaatuhavainnot vuosina 1974-2022 ... 15

5.1.1 Hankkeessa otetut ojavesinäytteet kesällä 2022 ... 26

5.2 Maatalouden vesiensuojelu Valkeisen valuma-alueella ... 28

5.3 Metsätalouden vesiensuojelu Valkeisen valuma-alueella ... 31

6 Valkeisen vesiensuojelusuunnitelma ... 33

6.1 Suojavyöhykkeen perustaminen Valkeisen länsirannalle ... 33

6.2 Ojauomien kunto ja eroosiosuojaus Valkeisella ... 36

6.2.1 Eroosiontorjuntarakenteet ... 44

6.3 Kaksitasouomat ... 50

6.4 Virtaamanhallinta pohjapadoilla tai pohjapatosarjoilla ... 55

6.5 Olemassa olevien vesiensuojelurakenteiden kunnostus ja toiminnan tehostaminen ... 58

6.6 Veden ohjaaminen Levanpurolla laskeutusaltaaseen ... 62

6.7 Vesiensuojelusuunnitelma metsätaloustoimille ... 67

6.8 Kosteikko Heralammesta laskevalle ojalle (nro 7) ... 70

7 Yhteenvetotaulukko ehdotetuista toimenpiteistä ... 73

8 Jälkiseuranta ... 74

1 Suunnitelman tausta ja tavoitteet

Valkeinen järvi sijaitsee Kalmarin kylässä noin 15 kilometriä Saarijärveltä luoteeseen. Kalmarin alue on vehreää kylämaisemaa, joka on myös suosittua mökkeily- ja virkistysaluetta. Kalmarissa sijaitsee useampia järviä ja lampia, joista vajaan 100 hehtaarin kokoinen Valkeinen on yksi. Järven ympärillä on runsaasti maa- ja metsätaloutta, mutta myös vakituista- ja vapaa-ajanasutusta sekä yritystoimintaa. Järven vedenlaatutietoja on kerätty vuodesta 1974 lähtien ja varsinkin 2000-luvulla vedenlaatutiedoista on havaittavissa merkkejä järven liiallisesta kuormittumisesta. Vaikka järven ekologinen tilaluokitus on ollut toistaiseksi hyvä, on riski hyvän tilan romahtamiseen huomioitu viimeisimmän tilaluokituksen yhteydessä 2019 (Aarnos, H. Esitys Nahjuksella 01.10.2021). Mikäli Valkeisen hyvä laatuluokitus pääsee laskemaan tyydyttävälle tasolle, putoaa Valkeinen luokittelussa hyvää huonommalle tasolle, joita Suomen luokitelluista järvistä on vain 13 %. Näiden järvien heikentyneeseen tilaan pääsyy on rehevöityminen. Toistaiseksi Suomen järvistä erinomaisessa ja hyvässä tilassa on valtakunnallisesti 87 %. (Syke, pintavesien tila 2019.)

Valkeisen vedenlaatuun vaikuttaa eniten ihmistoiminta järven valuma-alueella. Valkeisen valuma-alue määritelty alempana kuvassa 2. Suurimmat maankäyttömuodot järven valuma-alueella ovat metsätalous ja maatalous. Valuma-alue on kokonaisuudessaan ojitettu maa- ja metsätalouden tarpeiden mukaisesti. Ojitus on aiheuttanut suurimmat hydrologiset haasteet Valkeisen järvelle, joka tarkoittaa sitä, että ojat ovat rännimäisiä, pituuskaltevuudeltaan jyrkkiä ja mäkisessä maastossa varsinkin kevät- ja syysvirtaamat kuljettavat suuria vesimääriä. Maa-aineksia liikkuu ojavesien mukana runsaasti ja maa-ainekset pitävät aina sisällään myös runsaasti ravinteita ja kiintoainetta.

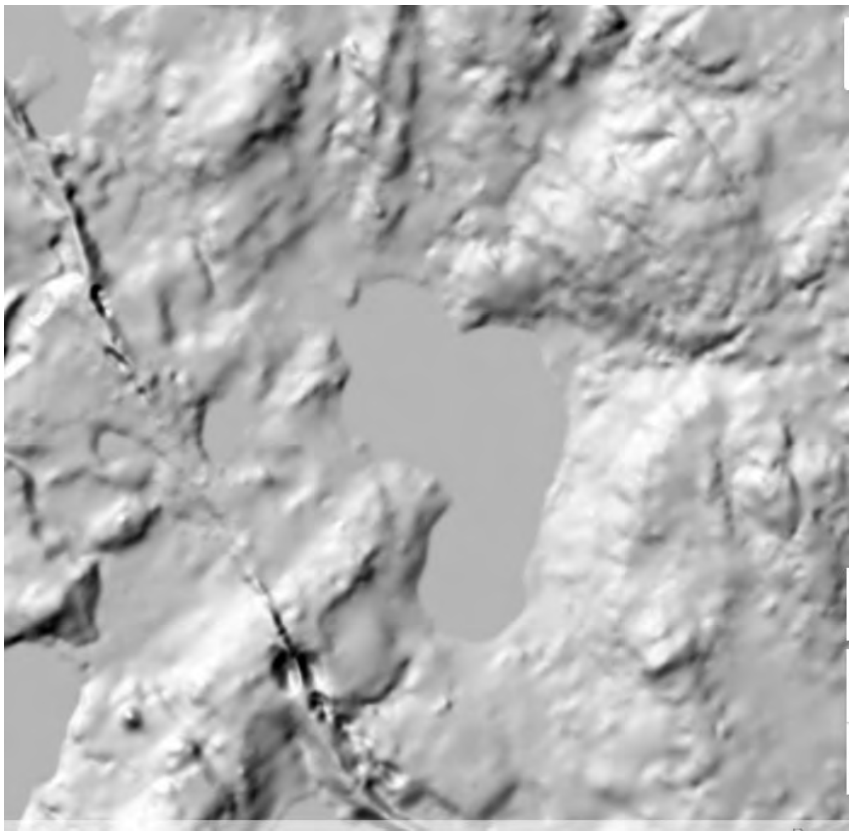
Valkeisen rannalla toimii myös lannoitteita tuottava Tikalan Oy, jonka vaikutus järven kuntoon on huolettanut paikallisia asukkaita. Paikallisien yhteydenotot Keski-Suomen

ELY-keskukseen ovat osaltaan vaikuttaneet myös tämän hankkeen käynnistymiseen. Valkeisen nykyinen tilan heikentymisenriski ovat jo havaittu, mutta järven haasteet eivät ole varmasti helpottamassa tulevaisuudessakaan. Ilmaston muuttuessa yhä lämpimämmäksi, tulevat muutokset lämpötiloissa näkymään yhä lämpimämpinä talvikuukausina, jotka tuovat lisähaasteensa Valkeisen kuormitukseen. Vaikka kevään ja syksyn sateiset kaudet tuovat suurimman osan järven vuosittaisesta kuormituksesta, vähälumiset talvet ilman kunnollista maanpinnan jäätymistä, tulee kuormittamaan järvivesiä kevään ja syksyn ylivirtaamien lisäksi myös talvikaudella. Näin ollen järvien kuormituksen sietokyky joutuu koetukselle niissäkin järvissä, jotka toistaiseksi ovat säilyneet hyvässä tilassa, kun kuormitusta voi tulla käytännössä vuoden ympäri.

Valkeinen-järven valuma-alue ei ole kovin suuri (745 hehtaaria), mutta valuma-alueen topografia on haasteellinen valumavesien kannalta. Järven ympärillä olevat maa-alueet nousevat voimakkaasti valuma-alueen reunoja kohti, muodostaen tämän alapuolisen vesistön kannalta haasteellisen kokonaisuuden, ikään kuin kuppimaisen muodostuman järven ympärille, Kuva 1. Tällöin veden virtaus järveen on runsasta, eikä valuma-alueella juurikaan ole luonnollisia ympäristöjä, kuten luonnontilaisia soita, joilla vesi pidättyisi ja virtaama hidastuisi valuma-alueella ennen järveen päätymistä. Myös maa-ainekset Valkeisen valuma-alueella on eroosioherkkää kivennäismaata, mikä lisää valuma-alueelta järveen päätyvän kiintoaineen määrää valtavasti.

Valkeisen ympäristön asukkaat ovat ilmoittaneet Keski-Suomen ELY-keskukselle huolensa järven jääpeitteen päällä ja järvivedessä esiintyvistä pölyhaitoista, jotka oletettavasti olisivat peräisin Tikalan Oy:n turpeen käsittelystä. Asiaa on lähdetty hoitamaan talvella 2021 yhdessä Keski-Suomen ELY-keskuksen valvontaviranomaisen toimesta ja tällöin Tikalan Oy:lla tehtiin tehostettua omaseurantaa pölyn mahdollisesta leviämisestä. Asukkaiden mukaan pölyhaittoja ei esiintynyt talvella

2021-2022 eikä pölyhaitoista ole ilmeisesti raportoitu kuluneena kesänäkään 2022. Ilmeisesti tilanteen seuranta on vaikuttanut tehtaan toimintatapoihin niin, että tuulensuunnat on otettu turpeen käsittelyssä huomioon paremmin tai pölyhaittojen hallintaan on satsattu jollakin muulla tavalla siten, että pölyhaitoista ei ole tullut uusia havaintoja. Turpeen käsittelyn vaikutuksia pitkällä aikajänteen järviveden laatuun on vaikea arvioida, koska pölyhaittojen seurannasta ei ole tehty laajamittaisempaa seurantaa, jonka perusteella voitaisiin määritellä kuinka paljon ja kuinka usein pölyhaittoja järvellä esiintyy. Satunnaisesti esiintyvillä pölyhaitoilla tuskin on suurempaa vaikutusta Valkeisen vedenlaatuun, koska järven vesitilavuus on kokonaisuudessaan melko suuri ja virtaamat järvessä sekoittavat pölyn järven koko vesimassaan ja ne kulkeutunevat kohtuullisessa ajassa luusuan kautta alapuoliseen vesistöön. Tämä ei tietenkään tarkoita, etteikö pölyhaitat voisi aiheuttaa vedenlaadun heikentymistä muualla vesistössä Valkeisen alapuolella tai mikäli pölyhaittoja Valkeisessa esiintyy usein, voi tällä olla vaikutusta veden laatuun ainakin samentumisen kautta.



Kuva 1. Valkeisen valuma-alueen topografiakuva osoittaa valuma-alueen pinnanmuotojen viettävän järveen päin. Kuva: maanmittauslaitos.

Tämä suunnitelma on laadittu osana Valkeisen-järven vesiensuojelusuunnitelma-hanketta, jonka toteuttajana toimii Jyväskylän ammattikorkeakoulu (JAMK). Hankkeen toteutusaikataulu on 01.05.2022-31.12.2022. Rahoitusta tämän hankkeen toteuttamiseen on saatu Keski-Suomen ELY-keskukselta (Ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelmasta), Saarijärven kaupungilta ja Kalmarin-Heijostenmäen osakaskunnalta. Hankkeessa suunnitellaan Valkeisen-järven valuma-alueen vesiensuojelutoimenpiteet, joilla pyritään säilyttämään järven hyvä tila. Pidemmällä aikatähtäimellä tavoitteena, on myös parantaa järven heikentynyttä vedenlaatua.

Hankkeen tavoitteena on koota Valkeinen-järven havainnoista ja vesinäyteanalyyseista kokonaiskuva, jonka avulla selvitetään valuma-alueelta tulevan kuormituksen määrää ja laatua. Valuma-alueella tapahtuva maankäyttö ja ojitukset

lisäävät järven kuormitusta ja kaikkein kuormittavimmille alueille ehdotetaan teknis-taloudellisesti järkeviä vesiensuojelurakenteita tai toimenpidekäytäntöjä, joiden avulla alueella voidaan jatkaa erilaisia maankäyttömuotoja samalla pienentämällä järveen päätyvää kuormitusta. Tulevaisuudessa maa- ja metsätalouden harjoittaminen kohtaa lisääntyviä haasteita muuttuvien ilmasto-olojen seurauksena, joten yhdistämällä vesiensuojelu ja maankäytön suunnittelu, on mahdollista huomioida mahdollisimman monien sidosryhmien tarpeita Valkeisen ympärillä. Tässä suunnitelmassa ehdotettujen vesiensuojelurakenteiden lopullinen rakentaminen riippuu lopulta maanomistajien halukkuudesta ja saatavilla olevista rahoitusmahdollisuuksista. Suunnitelman pohjalta haettava jatkohanke, jossa rakenteita mahdollisesti lähdetään suunnittelemaan tarkemmin ja toteuttamaan maastoon, riippuu täysin maanomistajien halukkuudesta ja tahtotilasta.

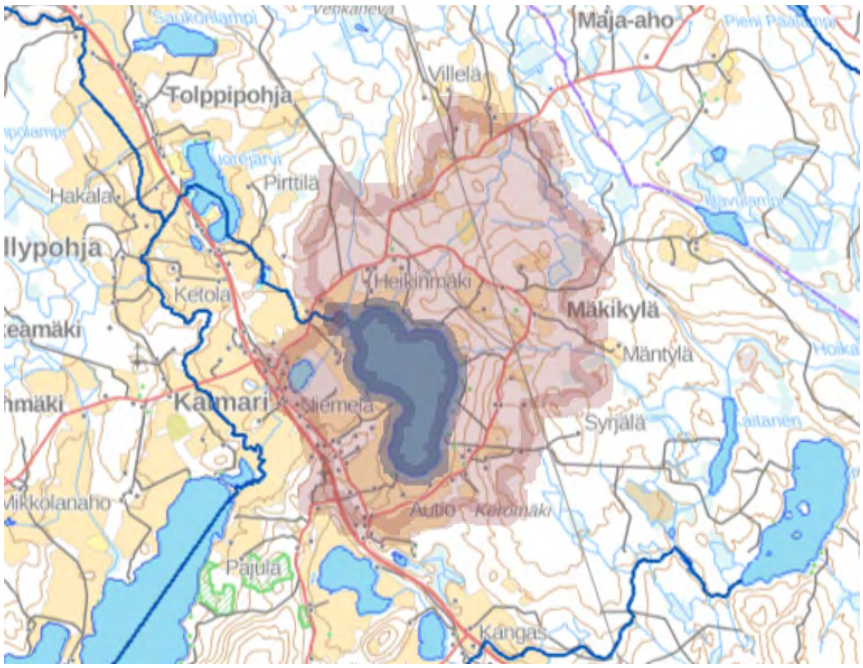
Tässä suunnitelmassa viitataan joiltakin osin jo aiemmin (2017) Freshabit-hankkeessa tehtyyn Kuorejärven luonnonhoitohankkeen vesiensuojelurakenteisiin, koska Valkeisen vedet laskevat alempana olevaan Kuorejärveen. Joihinkin Valkeiseen laskeviin ojiin on siis jo ehdotettu vesiensuojelurakenteita jo aiemmin, mutta niistä vain osa on toteutettu. Tässä hankkeessa on pyritty selvittämään myös, olisiko jo aiemmassa hankkeessa suunniteltuja rakenteita mahdollista toteuttaa loppuun tämän hankkeen puitteissa. Tällöin vältyttäisiin myös moninkertaiselta suunnittelutyöltä.

Hankkeen tarkoituksena on luoda yleisluontoinen kirjallinen suunnitelma, jossa ehdotetaan erilaisia vesiensuojelurakenteita ja/tai toimintatapoja järven ympärille. Suunnitelma ei sisällä tarkkoja rakennepiirustuksia tai mitoituslaskelmia ehdotetuista vesiensuojelurakenteista, mutta antaa suosituksia rakenteiden sijoittelusta, suuntaa-antavasta mitoituksesta ja alustavia kustannusarvioita rakenteiden perustamisesta ja ylläpidosta. Lisäksi annetaan ehdotus toteutusaikataulusta ja suositus toimenpiteiden toteutusjärjestyksestä, sekä erilaisista rahoitusvaihtoehdoista, joita toimenpiteisiin

on mahdollista hakea. Tämän vesiensuojelusuunnitelman pohjalta voidaan lähteä hakemaan rahoitusta toimenpiteiden tarkemmalle suunnittelulle ja/tai niiden toteuttamiselle. Hankkeessa on tarkoitus tehdä rahoitushakemus toteuttamishanketta varten, jossa toteutetaan ainakin yksi tai useampia suunnitelluista toimenpiteistä. Näin suunnitelmaa päästäisiin hyödyntämään jatkossa.

2 Kohdealueen yleiskuvaus ja luontoarvot

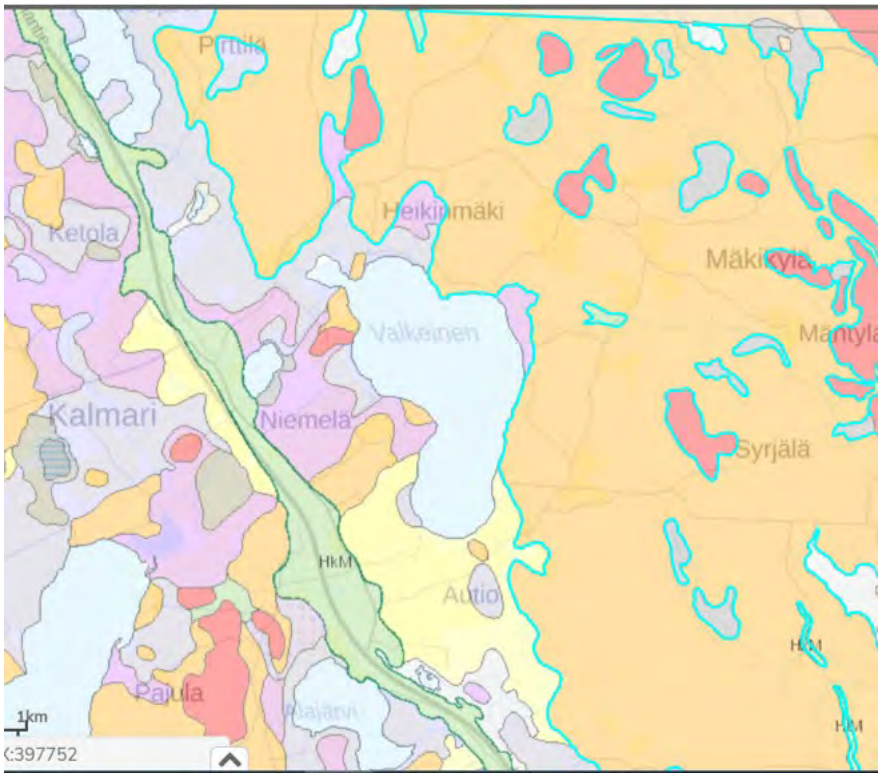
Valkeinen järvi sijaitsee Saarijärven Kalmarin kylän koillispuolella, Kokkolantien itäpuolella. Valkeinen lasketaan keskikokoiseksi järveksi ja se kuuluu Saarijärven reittiin ja Kymijoen päävesistöön. Järvi on luokiteltu keskikokoisiin vähähumuksisiin järviin (Lyhenne Vh), jonka ekologinen laatuluokka on toistaiseksi hyvä, mutta kemiallinen tilaluokka hyvää huonompi. Järven maksimisyvyys on lähes 11 metriä, keskisyvyyden ollessa 4,6 metriä. Valkeiseen laskee seitsemän isompaa laskuojaa ja järven luusua Ruokolahti, järven pohjoispäässä on voimakkaasti kasvittunut. Järven kokonaispinta-ala on 96,9 hehtaaria ja valuma-alueen pinta-ala on 731 hehtaaria ilman järven vesipinta-alaa. Järven viipymä on 625 vrk. Viipymä tarkoittaa sitä aikaa, jossa järven koko vesitilavuus ennättää vaihtua.



Kuva 2. Valkeinen järven valuma-alue merkattuna kartalle. Määritetty VALUE-työkalulla.

Valuma-alueen maa-aines on pääasiassa hienoainesmoreenia, hienoa hietaa ja hiesua (Kuva 3). Valuma-alueen pohjoispuolelta löytyy joitakin pienehköjä saraturvemaalaikkuja (GTK maankamara 2022). Pienet suoalueet järven pohjoispuolella ovat metsäojitettuja. Valuma-alueella ei ole havaittuna erityisiä luontoarvoja. Järveen laskevia isompia ojia on seitsemän kappaletta, joita tiheimmin on järven pohjoispuolella. Suurin ojista on nimetty Levanpuroksi järven koillisnurkassa ja on pituudeltaan sivuhaaroineen useita kilometrejä. Levanpuro ulottuu valuma-alueen kauimmaiseen nurkkaan Valkeisen koillispuolella. Toisin sanoen Levanpurolla on Valkeisen järveen laskevista ojista suurin valuma-alue, eli Levanpuron kautta järveen laskee kaikki valuma-alueen koillisreunan vedet. Levanpurossa virtaama on myös suurehko, eikä se kuivu kesän aikana, kuten monet muut laskuojat Valkeisen ympärillä. Koska vain yhdellä järveen laskevalla ojalla on nimi, suunnitelmassa käytetään ojista numerokoodeja 1-7. Tarkempi karttakuva ojakoodeista löytyy raportin lopusta liitteestä 1.

Valkeinen-järven valuma-alue on luonnostaankin haasteellinen valumien kannalta, koska paikoitellen pinnanmuodot ovat jyrkkiä ja näin ollen, virtaamat ojissa ovat ajoittain hyvinkin voimakkaita. Samaan aikaan järven valuma-alueen pintamaa on eroosioherkkää kivennäismaata, joka lähtee herkästi virtavesien mukaan. Vuosikymmenien saatossa ojastot ovat kuljettaneet kiintoainesta runsaasti valuma-alueelta sekä ojien pohjilta ja reunoilta. Tämä on suurella todennäköisyydellä aiheuttanut osaltaan järven veden samentumista. Maa-ainesten kasaantuminen tulouomien eteen järvessä madaltavat vesisyvyyttä ja nopeuttavat rantojen kasvittumista, koska tulo-ojat tuovat tulessaan myös ravinteita kasvillisuuden käytettäväksi. Vaikka eroosiota tapahtuu järvien valuma-alueilla luonnostaankin, ihmistoiminta on kiihdyttänyt eroosiota Valkeisen valuma-alueella huomattavasti. Alue on täysin ojitettua, joka jo lähtökohtaisesti muuttaa alueen hydrologiaa rajusti. Ojastotoista puuttuu luonnollinen mutkittelu eli meanderointi ja ojat ovat tehty tasasyvyisiksi ja tasalevyiseksi, joten ojien luontaiset mekanismit, joilla ne luonnonoloissa selviäisivät ajoittaisista tulvista ja muista mullistuksista eivät toimi alueella laisinkaan. Tulevaisuudessa lumettomat leudot talvet tulevat olemaan yhä tavallisempia ja tällaisella kohteella kuten Valkeinen kuormitus ei keskity enää pelkästään vain kevät- ja syksykausien ylivirtaamiin, vaan suurin osa kuormituksesta tulee lumettomina talvikuukausina. Talvikausien lisääntyvät valumat tulevat asettamaan järven selviytymiselle yhä suurempia haasteita, mikäli järven ulkoista kuormitusta valuma-alueelta ei saada hallintaan. Järven hyvän tilan säilyminen edellyttää akuutteja toimia, joihin tällä suunnitelmalla pyritään antamaan suuntaviivoja.



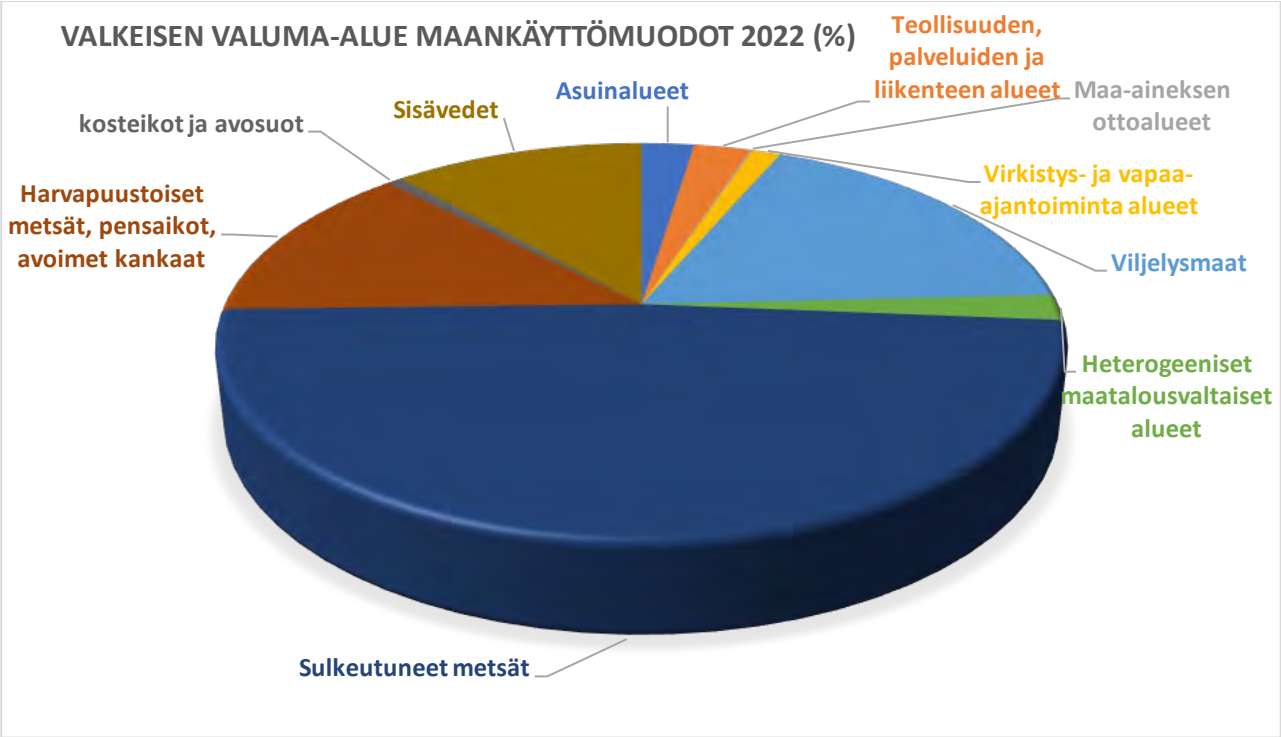
Kuva 3. Kartan väriselitteet: Vaaleankeltainen= rantakerrostuma, oranssi= hienoainesmoreeni, lila= hieno hieta, vaalea lila= hiesu, vaalea harmaa=saraturve, punainen=kalliomaa. (GTK-maankamara 2022)

3 Valuma-alueen ihmistoiminta ja maankäyttö

Valkeisen valuma-alue on kokonaisuudessaan ihmistoiminnan vaikutuksien alaisena. Luonnontilaisina säilyneitä luontokohteita ei alueella ole. Valuma-alueen maankäyttömuodot esitetty alla olevassa taulukossa 1. Suurimmat maankäyttömuodot valuma-alueella muodostavat metsä- ja maatalous. Järven ympärillä on runsaasti vakituista ja vapaa-ajan asutusta, mutta nämä kattavat kuitenkin vain parisen prosenttia maapinta-alasta. Saarijärven kaupungilta saadun tiedon mukaan, asumusten jätevesijärjestelmät ovat kunnossa ja lakisääteisesti toteutetut (Miia Rahinantti, suullinen tiedoksianto 14.06.2022).

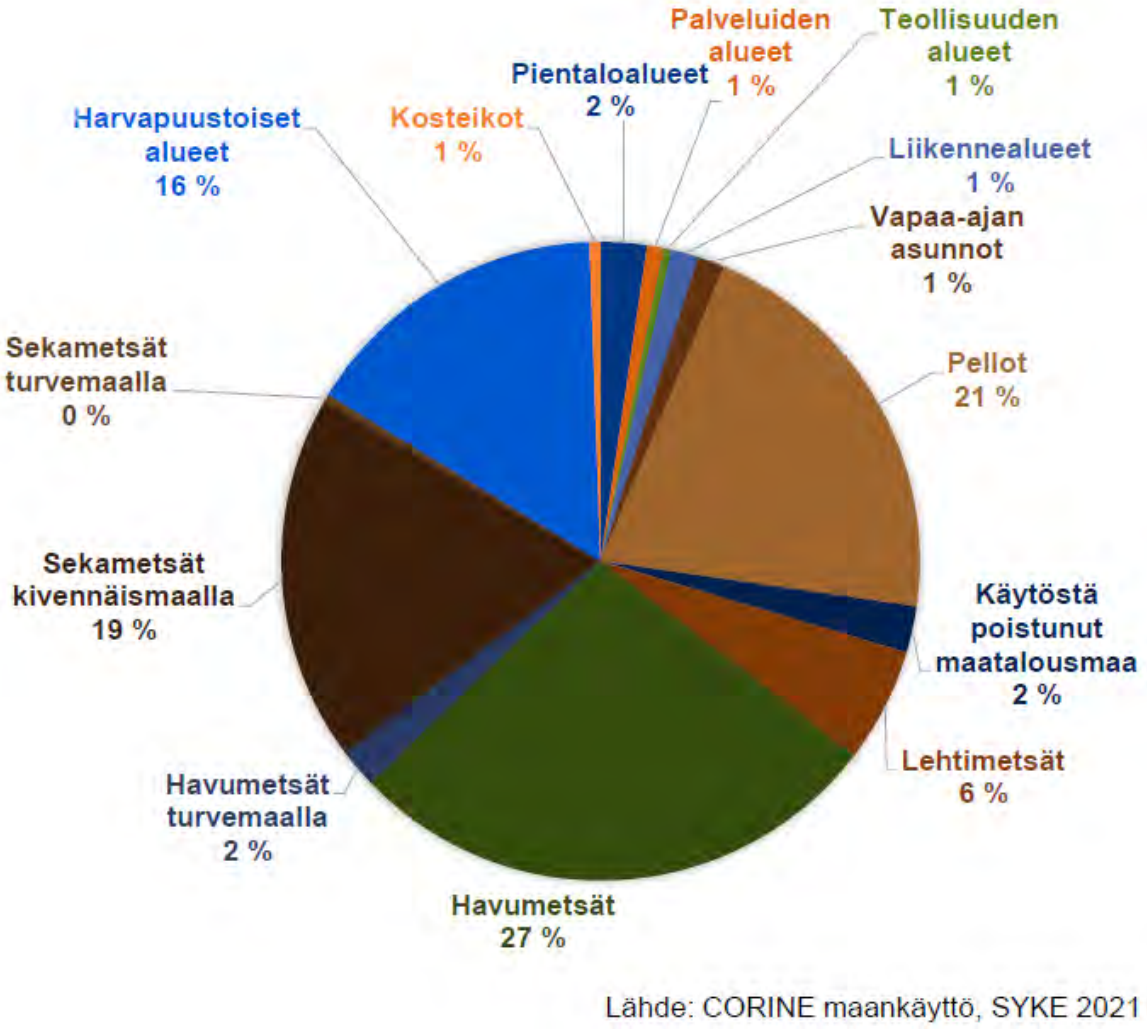
Järveen päätyvän kokonaiskuormituksen määrään vaikuttaa valuma-alueen koko ja laatu sekä valuma-alueen maankäyttömuodot. Valuma-alueelta tuleva kuormitus taas voidaan jakaa haja- ja pistekuormitukseen. Hajakuormitus on vaikeampaa määrittää ja hallita kuin pistekuormitusta, koska hajakuormitus tulee laajemmalta alueelta ja sen alkuperää on vaikea tarkasti määrittää. Hajakuormitusta valuma-alueella aiheuttaa kaikki ihmistoiminta, metsäntaloustoimet, maatalous, ojitukset, rakentaminen, jne. Pistekuormitus on usein helppo havaita (esimerkiksi jätevedenpuhdistamot, kalankasvatus, turkistarhat jne.). Valkeisen valuma-alueella pistekuormittajana toimii lannoitteita valmistava Tikalan Oy. Suuri osa Valkeisen kuormituksesta on juuri valuma-alueelta tulevaa hajakuormitusta. Hajakuormitukselle on tyypillistä se, että se on suurimmillaan keväällä ja syksyllä. Oletettavaa kuitenkin on, että ilmaston lämmetessä kuormituksesta yhä suurempi osa muodostuu lumettomina talvikuukausina, kun maa on paljas ja suurin osa sateista tulee vetenä.

Jokaiseen järveen päätyy tietty määrä kuormitusta, joka tapahtuisi muutoinkin ilman ihmistoimintaa, tätä kutsutaan luonnonhuuhtoumaksi. Ilman tätä luonnonhuuhtoumaa, järvien elämä ja kiertokulku ei olisi mahdollista. Valkeiseen päätyvä luonnonhuuhtouma on fosforin osalta 28 % ja typen osalta 35 %. Kaikki luonnonhuuhtouman lisäksi tulevasta kuormituksesta, on ihmistoiminnan seurauksena syntyvää ja järvelle haitallista. Ajan saatossa tämä ylimääräinen kuormitus alkaa rasittaa järveä, jolloin järven rehevöitymiskehitys alkaa käynnistyä. On huomioitava myös se, että mitä pidemmälle järven rehevöitymiskehitys ennättää, sen pysäyttäminen tulee yhä vaikeammaksi ja kalliimmaksi. Valkeinen-järven rehevöitymiskehitys on nyt havaittu ajoissa ja kehityksen suuntaa voidaan vielä vaihtaa kohtuullisin ponnisteluin.



Taulukko 1. Valkeisen valuma-alueen maankäyttömuodot 2022 prosentteina kuvattuna. (Corine landcover, Syke 2022)

4 Kokonaiskuormitus ja kuormituslähteet



Taulukko 2. Maankäyttömuodot Valkeisen valuma-alueella. Lähde. Aarnos 2021.

Valkeisen valuma-alueella ei ole viimeisen vuoden aikana tapahtunut merkittäviä muutoksia maankäytön suhteen. Prosentuaaliset maankäyttömuodot ovat pysyneet siis samana vuosina 2021 ja 2022. Suurimmat maankäyttömuodot ovat edelleen maatalous- ja metsätalous. Toisin sanoen nämä maankäyttömuodot yhdessä muodostavat Valkeisen vuosittaisesta laskennallisesta kokonaisfosforikuormituksesta 83 % huomioiden myös luonnonhuuhtouman ja kokonaistyppikuormituksesta 80 % huomioiden myös luonnonhuuhtouman. (Vemala-malli, Aarnos H.)

5 Valkeisen hydrologia ja vedenlaatu

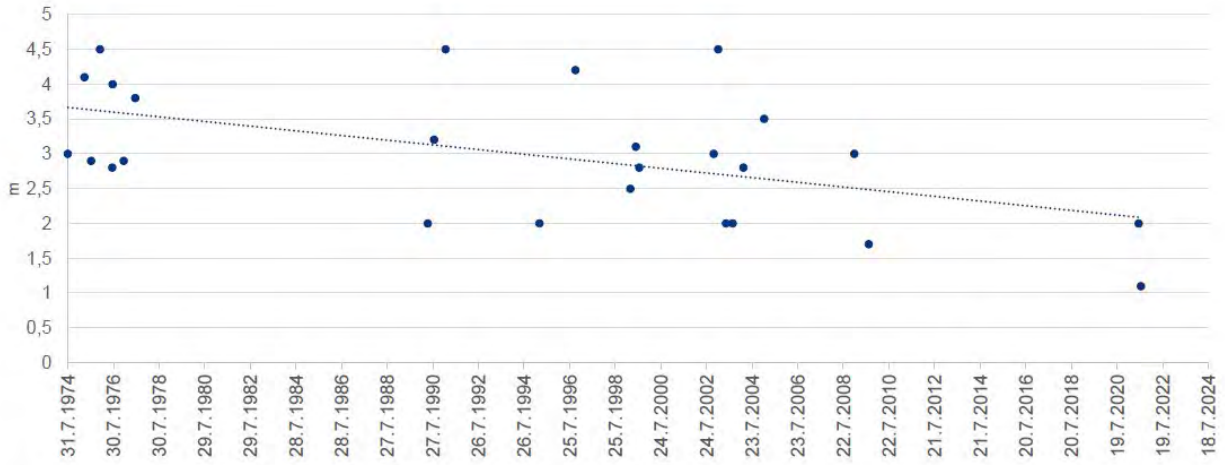
5.1 Vedenlaatuhavainnot vuosina 1974-2022

Valkeisen vedenlaatua on seurattu vesinäyteanalyysein vuodesta 1974 lähtien. Aikasarja ei ole täydellinen, koska näytteenotossa on ollut välivuosia varsinkin 1980- ja 2010-luvulla. Näytteenottokertoja on yhteensä 30 kappaletta, joista uusimmat otettu kesällä 2022. Vesinäytteitä on otettu kuitenkin sen verran pitkältä ajalta, että niistä voidaan havaita muutostrendejä, jotka järvivedessä ovat tapahtuneet 48 vuoden aikana. Hankkeessa otettiin vesinäytteitä myös järveen laskevista ojista, koska järveen laskevat ojavedet tuovat tullessaan kiintoainesta ja kuormitusta. Ojavesien analyysien avulla saadaan faktatietoa siitä, millaista kuormitusta järveen päätyy. Ojavesien analyysien avulla saatiin myös tärkeää tietoa siitä, millaisia ja minkä kokoisia vesiensuojelurakenteita eri puolelle valuma-aluetta kannattaa sijoittaa. Ojavesien analyysit otettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun toimesta 22. elokuuta. Loppukesä on otollista aikaa vesinäytteiden otolle, koska kasvukauden loppupuolella voidaan havaita mm. kohonneita levämääriä vesissä. Elokuun loppupuolella osa Valkeiseen laskevista ojista oli kuivuneet ja niistä ei saatu otettua tällöin vesinäytteitä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteivätkö kuivuneet ojat olisi järvelle kuormittavia, vaan ne voivat tuoda ylivirtaamien aikaan suuria määriä kuormitusta järveen, vaikka olisivat kesän lopussa kuivillaan. Kaikki tulo-ojat kuitenkin inventoitiin jo alkukesässä, jolloin kaikissa ojissa oli vettä runsaasti ja kevään suurten virtaamien aiheuttamat eroosiovauriot olivat havaittavissa. Pitkän seurantajakson kaikkia Valkeisen järvialtaan vesianalyysejä ei liitetä suoraan tähän suunnitelmaan, mutta niitä käydään läpi tämän osion taulukoissa.

Valkeisen-järven ekologinen vedenlaatu on toistaiseksi ollut hyvällä tasolla, mutta monien muuttujien suhteen järvessä on havaittavissa trendejä, jonka mukaan järvi on

alkanut samentumaan ja rehevöitymistä on havaittavissa. Hanna Aarnos esitteli Valkeinen-järven vedenlaadun muutoksia ja trendejä syksyllä 2021 ELY-keskuksen järjestämässä kyläillassa Nahjuksen kylätalolla. Tässä osiossa on käytetty Aarnoksen laatimia aineistoja kuvien ja taulukoiden osalta, koska suunnitelman laatimisen yhteydessä kaikkia kesän 2022 vesinäytetuloksia ei ollut vielä käytettävissä. Uusimpien vesinäyteanalyysien tulokset kuitenkin mainitaan tekstissä ja arvojen sijoittuminen pitkän ajan trendeihin huomioidaan.

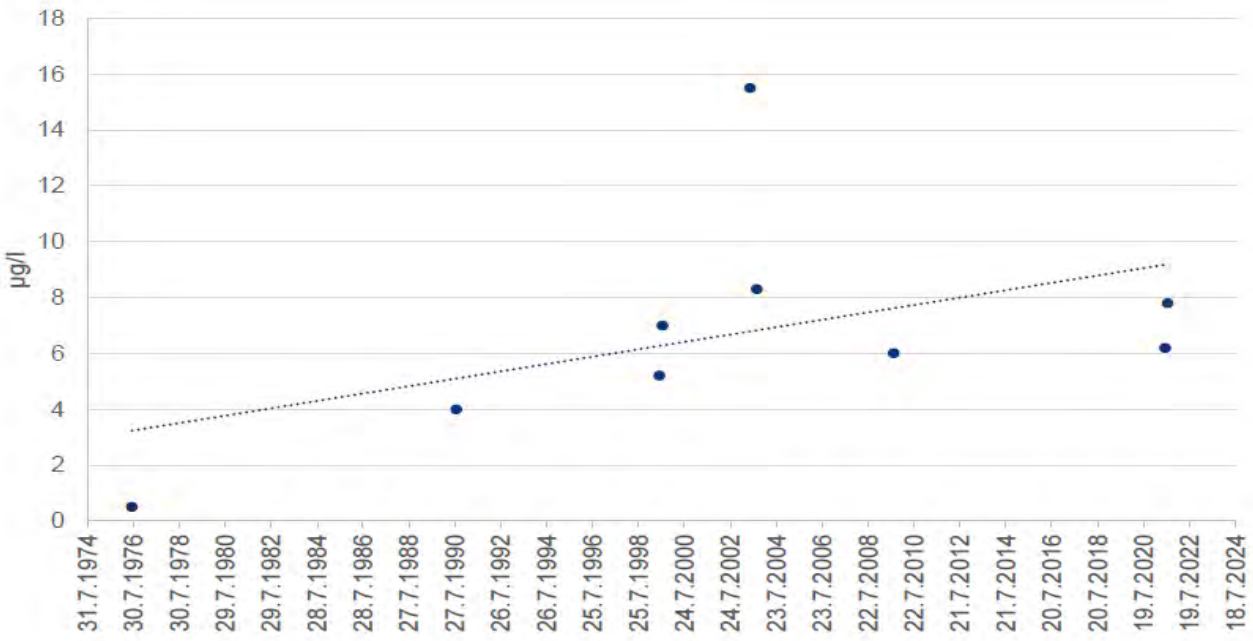
Näkösyvyys



Taulukko 3. Valkeisen näkösyvyyshavainnot ajan funktiona. Hanna Aarnos.

Näkösyvyys on pienentynyt vuosien 1974-2021 noin puolella. Näkösyvyydellä siis tarkoitetaan veden läpinäkyvyyttä, mutta sillä voidaan havainnollistaa veden rehevöitymistä, veden värin tummuutta tai humuksen ja kiintoaineen määrää. Vaikka näkösyvyys on monen asian summa, mitä huonompi on järven veden laatu, sitä pienempi on sen näkösyvyys. Vaikka havaintosarjasta puuttuu arvoja 80- ja 2010-luvuilta, näkösyvyyden pienenemisen kehitys on ollut selkeä. Kesän 2022 näkösyvyyden arvo oli 2,2 metriä, joka on yhteneväinen kesän 2021 tuloksiin, ja linjassa trendikäyrän kanssa.

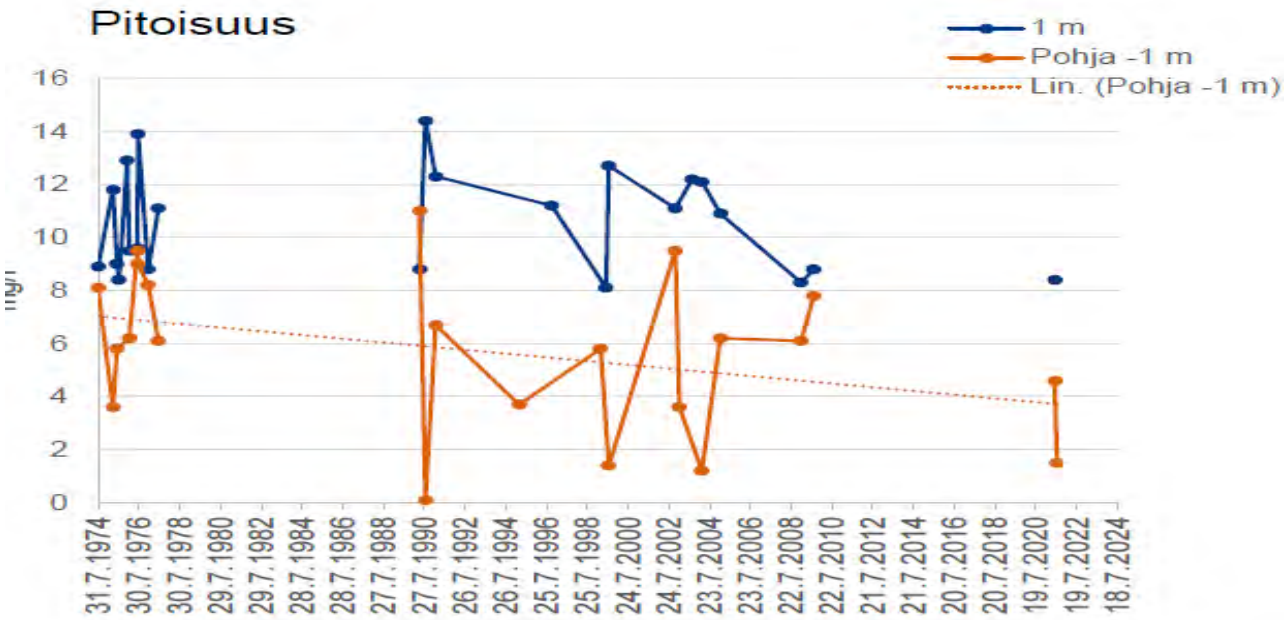
Klorofylli-A



Taulukko 4. Valkeisen klorofylli-A:n muutokset ajan funktiona. Hanna Aarnos.

Klorofylli-A kuvaa lehtivihreällisten yhteyttävien planktonlevien runsautta vedessä ja arvot ovat suoraan verrannollisia levien määrään vedessä. Analyysi otetaan järven päällysvedestä 0-2 metrin syvyydeltä. Karuissa vesissä klorofylli-A:n pitoisuudet ovat alle 4 µg/l, rehevissä järvissä määrät ovat luokkaa 10-20 µg/l ja ylirehevissä järvissä yli 50 µg/l. Valkeisen klorofylli-A määrät ovat vaihdelleet 0,5-15,5 µg/l välillä. Klorofylli-A:n arvot ovat pääsääntöisesti vain hieman rehevöityneiden järvien tasolla, mutta merkittävää on, että klorofyllin määrä on havaintojaksolla noussut alun matalista luvuista tasaisesti ylöspäin. Klorofylli-A nousseet arvot kertovat myös siitä, että mikäli tämä trendi jatkuu, Valkeinen-järven riesaksi tulevat todennäköisesti ajan kanssa myös haitalliset sinileväkasvustot. Kesäkuun 2022 otetun klorofylli-A:n tulos oli 4,2 µg/l. On kuitenkin muistettava, että klorofylli-A:n arvot ovat yleensä korkeimmillaan loppukesästä kasvukauden lopulla. Tätä suunnitelmaa laadittaessa käytettävissä ei ollut kuin kesäkuun vesinäytetiedot.

Happipitoisuus



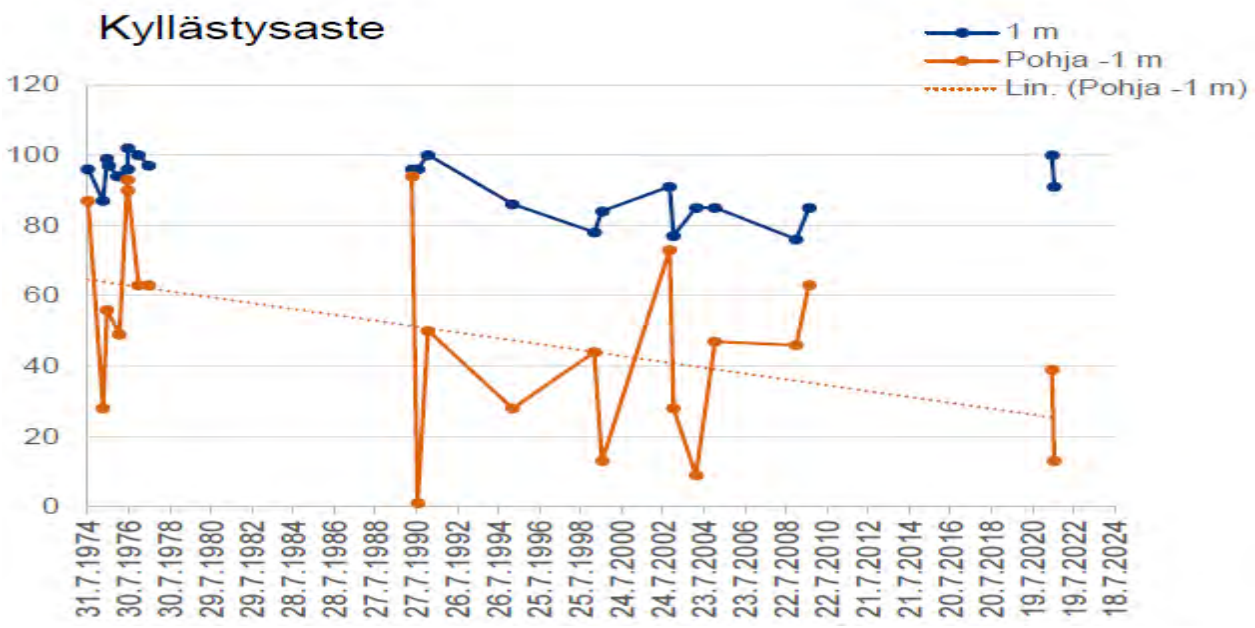
Taulukko 5. Valkeisen veden happipitoisuudet pinta- ja pohjavedessä ajan funktiona. Hanna Aarnos.

Liuennut happi kertoo paljon vesistön yleiskunnosta, mutta sillä on myös talviaikana suuri merkitys varsinkin kalaston elinolosuhteiden kannalta. Merkittävin osa hapesta liukenee veteen ilmasta, mutta varsinkin järven syvänteissä voi esiintyä happikatoa niin kesällä kuin talvellakin. Talviaikainen happikato on erittäin haitallista järven kaloille ja muullekin eliöstölle, koska jääkannen alta loppuvaan happeen ei tule täydennystä ilmasta, ennen jääkannen sulamista. Toisaalta kesäaikaiset happikadot alusvesissä aiheutuvat siitä, että lämpötilakerrostuneisuuden takia, alimmat vedet eivät saa happitäydennystä ja samaan aikaan pohjaan vajonneet materiaalit, kuten hajoavat kasvit ja levät, kuluttavat pohjan vähiä happivarantoja loppuun. Kesäaikaiset happikadot ovat ongelmallisia siitäkin näkökulmasta, että hapettomat pohjan olot voivat käynnistää vuosikymmenten varrella pohjaan saostuneen fosforin vapautumisen takaisin vesipatsaaseen, joka voi pahimmassa tapauksessa käynnistää

järvessä voimakkaan sisäisen kuormituksen ja rehevöitymiskehitys kiihtyy entistä voimakkaammaksi. Tällöin järven pitäisi selviytyä fosforista, jota tulee järven valuma-alueelta valumavesien mukaan, mutta samaan aikaan järven pohjasta vapautuvasta fosforikuormasta. Sisäisen kuormituksen käynnistyttyä järven luontaiset puhdistautumisprosessit ovat jo pitkälle häiriintyneitä ja selviytyminen rehevöitymisestä on varsin vaikeaa.

Valkeisen pohjanläheisen veden happipitoisuudet vaihtelevat havaintojaksolla 0,1-13,2mg/l välillä. Yksittäiset arvot ovat kohtuullisen normaaleja mutta happipitoisuudessa ajan funktiona, pohjan läheisissä kerroksissa on kuitenkin havaittavissa laskeva trendi. Tämän kehityksen jatkuessa Valkeisen rehevöitymiskehitys pitkittyy ja ajaa järven kalastoa yhä syvempään ahdinkoon. Kesäkuun 2022 vedenhappipitoisuus päällysvedessä oli 8,6mg/l ja alusvedessä 4,4 mg/l. Molemmat arvot ovat samaa suuruusluokkaa vuoden 2021 kanssa ja ovat päällys- että alusvedessä linjassa pitkän ajan trendin kanssa.

Hapen kyllästysaste

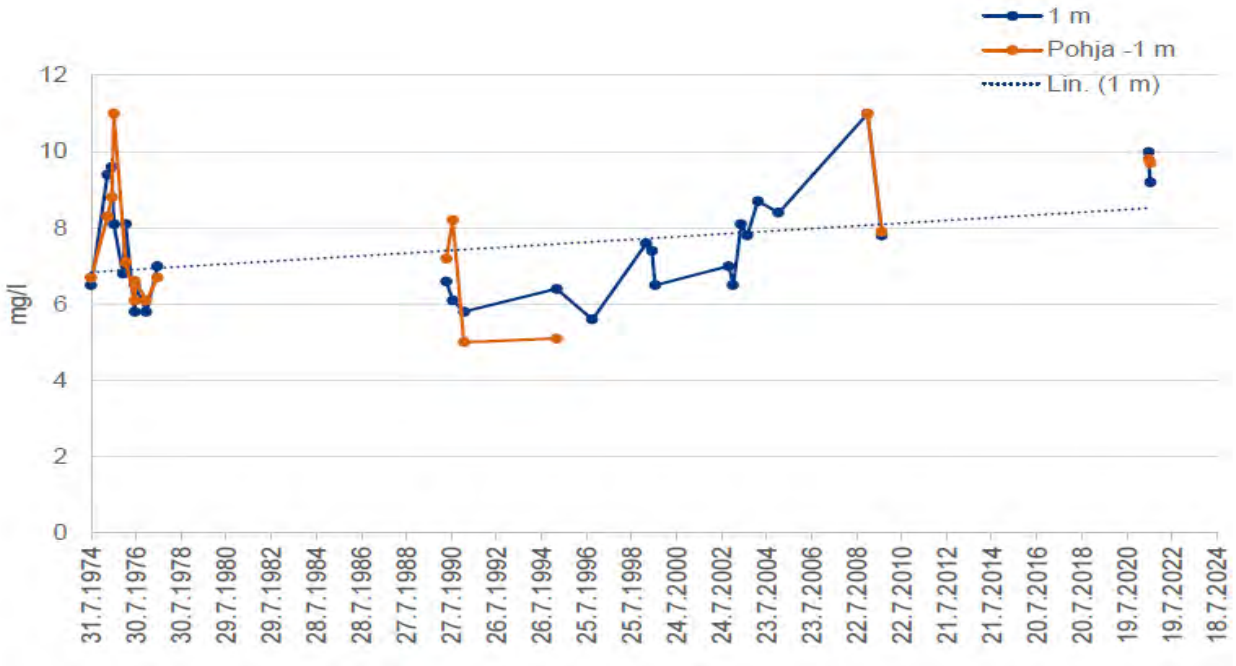


Taulukko 6. Hapen kyllästysaste ajan funktiona. Hanna Aarnos.

Hapen kyllästysaste kuvaa veden happimäärää kyseistä lämpötilaa vastaavasta maksimimäärästä. Kylmään veteen sitoutuu enemmän happea kuin lämpimään veteen. Kesällä hapen kyllästysaste voi nousta yli 100 %, koska vedessä tapahtuva kasvien ja levien yhteyttäminen vapauttaa veteen happea. Korkea hapen kyllästysaste siis kertoo kasvukaudella korkeasta perustuotannosta ja voi kertoa myös suurista levämääristä vedessä. Usein miten hapen kyllästysasteen noustessa yli 100 % havaittavissa on myös myrkyllisiä sinileväesiintymiä.

Kesäkuun 2022 päällysvedestä otettu hapen kyllästysaste oli 100 % sekä pohjanläheisestä kerroksesta 38 %. Molemmat arvot ovat hyvin lähellä vuoden 2021 arvoja ja samalla myös linjassa järvessä olevan pitkäaikaistrendin kanssa.

Kemiallinen hapenkulutus (COD)

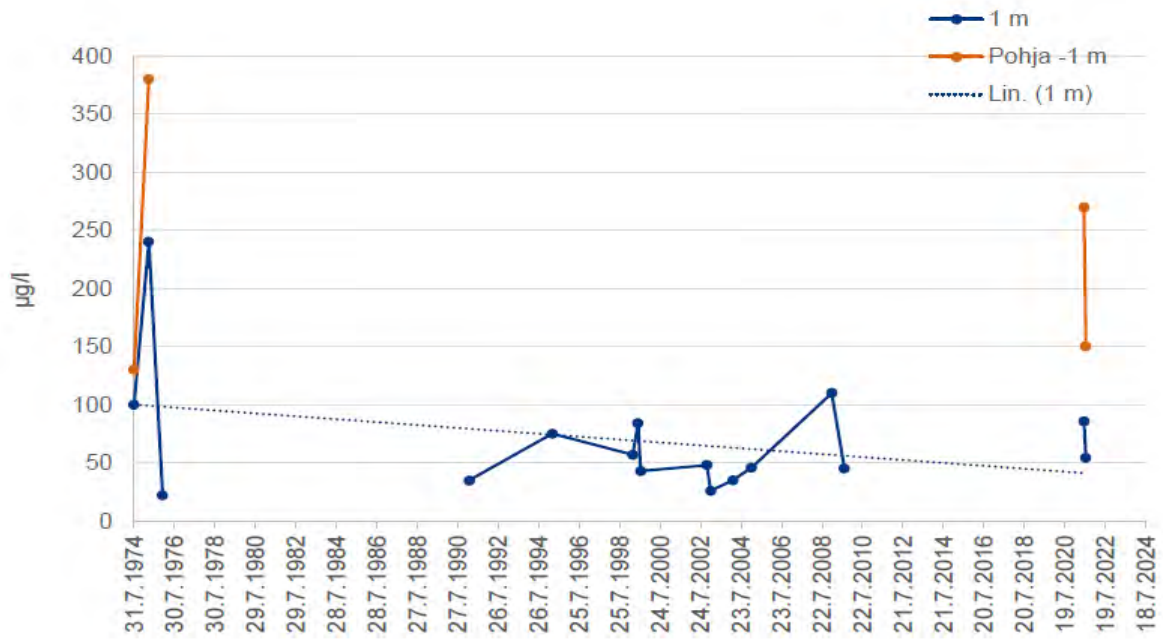


Taulukko 7. Valkeisen päällys- ja alusveden kemiallinen hapenkulutus (COD) ajan funktiona. Hanna Aarnos.

Järven happitilannetta tarkasteltaessa määritetään usein myös kemiallista hapenkulutusta (COD). Tämä tarkoittaa kemiallisesti hapettavaa orgaanisen aineksen määrää vedessä. Orgaanista ainesta kulkeutuu järviveteen luonnonhuuhtoumankin mukana, mutta sen määrää voi lisätä mm. vesistöön päätyvät jätevedet. Tällä analyysillä voidaan määrittää, millainen humusleima järvivedessä on. Valkeisen kemiallinen hapenkulutus on vaihdellut 5-11 mg/l välillä ja pääsääntöisesti orgaanisen aineksen määrä on ollut kohtuullinen. Kuitenkin kemiallisen hapenkulutuksen arvoissa on tapahtunut nousua varsinkin 2000-luvulta eteenpäin ja vaikka arvot ovat vielä kohtuulliset, trendi on hienoisesti nouseva.

Kesäkuun 2022 päällysveden kemiallinen hapenkulutus arvo oli 9,8 mg/l ja pohjan läheisen kerroksen 9,6 mg/l. Molemmat arvot myötäilevät edellisvuoden arvoja, eikä siten ole ristiriidassa pitkän ajan trendikuvaajan kanssa.

Rauta

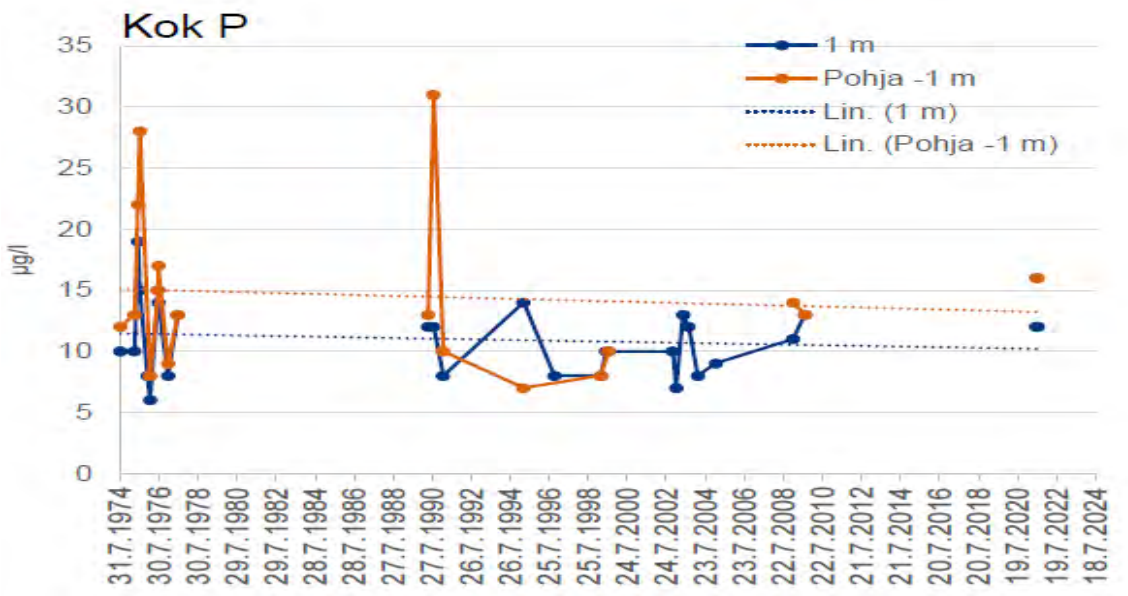


Taulukko 8. Rauta-arvot Valkeisen päällys- ja pohjavedessä ajan funktiona. Hanna Aarnos.

Rautapitoisuus järvivedessä on yleisesti vesistölle tyypillinen arvo. Raudan alkuperä on kallioperän mineraaleissa, joten rautaa esiintyy vesistöissä luonnostaankin. Valuma-alueelta tuleva eroosio voi kuitenkin nostaa järven rautapitoisuuksia, joten tällä voi olla vaikutusta Valkeisessa ajoittain kohoaviin rauta-arvoihin. Rauta-arvot ovat vaihdelleet Valkeisessa 22-380µg/l, mutta järven pohjakerroksen arvot pyörivät säännöllisesti kahdensadan paikkeilla. Valkeisen pohjaan siis mitä todennäköisimmin saostunut vuosikymmenten varrella sinne kertynyttä rautaa. Raudan esiintyminen alusvedessä voi kertoa osansa myös pohjan happitilanteesta, koska raudan liukoisuus sedimentistä veteen riippuu paljon happitilanteesta (redox-potentiaalista). Hapettomissa oloissa rauta-ioni muuttaa muotoaan siten, että sen liukoisuus veteen kasvaa. Valkeisessa alusveden rauta-arvoista ei ole kovin kattavaa analyysisarjaa, mutta pohjan rauta-arvot ovat hiukan kohonneet, ja tämä voi aiheuttaa pohjaeliöstön ja kalojen elinolojen heikkenemistä. Tärkeää olisi hillitä eroosion seurauksena järveen päätyvien maa-aineksien määrää ja samalla estettäisiin järven pohjaan kertyvän raudan määrää.

Kesäkuussa 2022 otetut vesinäytteet antoivat rauta-arvoksi päällysveteen (1m syvyys) 64 µg/l, (5m syvyys) 79 µg/l ja alusveteen 280 µg/l. Kesän 2022 rauta-arvoissa ei ollut mitään normaalista poikkeavaa ja arvot asettuvat normaaliin vaihteluväliin, jossa rauta-arvot ovat pitkänajan seurannassa olleet.

Kokonaisfosfori (Kok P)



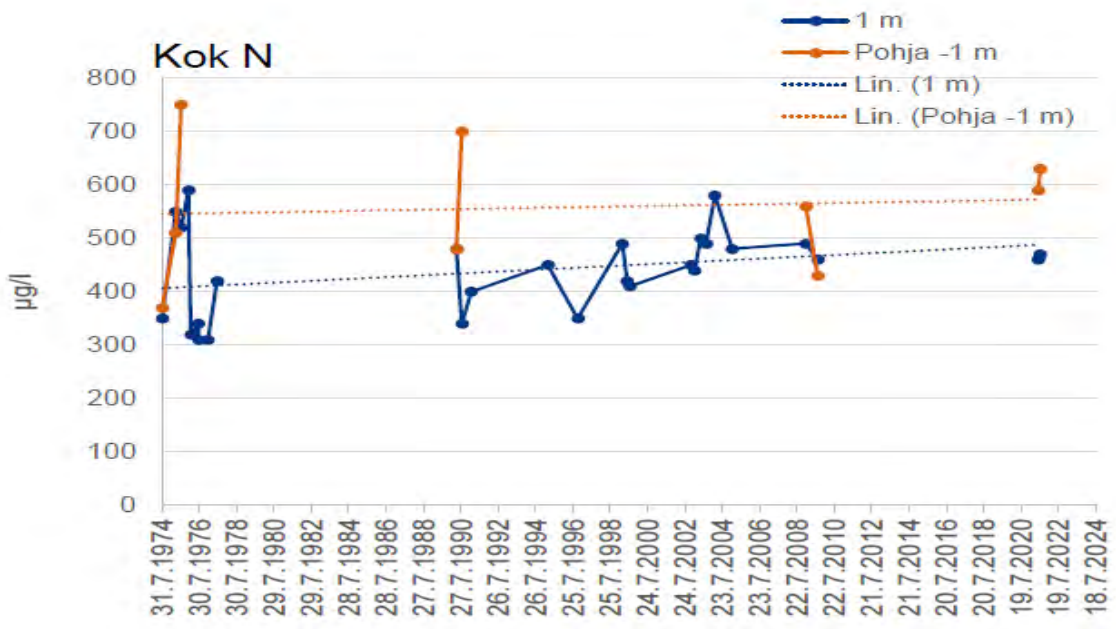
Taulukko 9. Kokonaisfosforimäärät päällys- ja alusvedessä ajanfunktiona. Hanna Aarnos.

Kokonaisfosfori kertoo kaikkien erilaisten fosforimuotojen yhteismäärää järvivedessä. Fosforipitoisuus on tärkeä muuttuja määritettäessä vesistöjen rehevyysasteita ja fosfori onkin suurimmassa osassa Suomen järviä minimitekijä perustuotannossa. Tämä voitaisiin sanoa myös toisin: Fosfori on se tekijä järvivedessä, joka rajoittaa ja säätelee vedessä levien määrää. Lievästi rehevien vesien fosforipitoisuus vaihtelee 10-20 µg/l välillä. Kokonaisfosforipitoisuuden ollessa 20 µg/l levätuotanto on kuitenkin selvästi kiihtynyt verrattuna karuihin järviin. Järvi on siis rehevä kokonaisfosforipitoisuuden ollessa yli 20 µg/l ja laajat sinileväkukinnotkin ovat todennäköisiä silloin kun kokonaisfosforipitoisuus nousee yli 50 µg/l. Valkeinen järven fosforipitoisuudet päällysvedessä ovat toistaiseksi olleet niukkaravinteisten järvien tasolla, mutta alusvedessä on esiintynyt kohonneita fosforipitoisuuksia joinakin vuosina. Terveessä järvessä, jossa ei ole happipitoisuuden kanssa ongelmia, fosfori saostuu hiljalleen järven pohjaan, jolloin sen katsotaan poistuvan järven ravinnekierrosta. Valkeisen kokonaisfosfori-arvot ovat toistaiseksi maltillisella tasolla päällysvedessä, kuvastaen vähäisiä rehevöitymisen merkkejä.

Kokonaisfosfori-arvot ovat olleet hiljalleen laskussa järven 40 vuoden seurantajaksolla, joten fosforin ei todennäköisesti ole aiheuttajana järven rehevöitymiskehitykselle. Valkeisen alusveden fosforiarvoissa on pari korkeampaa piikkiä. Todennäköisesti kesinä -75 ja -90 järven pohjaan on muodostunut happikatoa, esimerkiksi kesän vilkkaan hajotustoiminnan seurauksena ja pohjaan saostunutta fosforia on alkanut liukenemaan takaisin veteen. Tämä ilmiö ei onneksi ole muodostunut säännölliseksi ongelmaksi järvellä, mutta ilmaston lämmetessä ilmiö voi toki yleistyä, kun veden lämpötila myös pohjan läheisissä kerroksissa kohoaa aktivoiden hajotustoimintaa.

Kokonaisfosforiarvot kesällä 2022 olivat päällysvedessä 9,3 µg/l ja alusvedessä 14 µg/l. Arvot ovat samalla tasolla edellisvuoteen verrattuna. Koska vuoden 2022 analyysit oli otettu enemmän alkukesästä, ovat loppukesän arvot saattaneet todellisuudessa olla hieman korkeammat.

Kokonaistyppi (Kok N)



Taulukko 10. Kokonaistyppiarvot päällys- ja alusvedessä ajan funktiona. Hanna Aarnos.

Kokonaistyppi ilmoittaa veden kokonaistyppipitoisuuden ja siihen sisältyy kaikki typen eri muodot. Typpi on fosforin ohella tuotantoon ja rehevöitymiseen vaikuttava toinen pääravinne. Typpipitoisuudesta ei kuitenkaan voida suoraan päätellä vesistön rehevöitymisastetta, mutta se on tärkeä arvioitaessa järven tuotantoa ja kuormitusta. Typpeä tulee järveen valumavesien mukana kulkeutumalla maa- ja metsätaloudesta sekä asutusten ja teollisuuden jätevesistä sekä sateen mukana. Valuma-alueen peltovaltaisuus nostaa usein typpikuormituksen määrää. Valkeisen kokonaistyppi-arvot ovat vaihdelleet kesäkuukausina 300-700 µg/l välillä ja ilmentävät arvoja jotka ovat tyypillisiä humusvesille. Valkeinen-järven typpiarvot ovat hieman korkeammat, kuin mitä järven tyypittelyn mukaisesti voisi siis olettaa. Kokonaistyppi-arvot ovat humusvesien tasolla, vaikka itse järven humusleima on vähäinen. Kokonaistyppi-arvot ovat olleet tarkastelujaksolla hienoisessa nousussa, joka voi kertoa esimerkiksi valuma-alueella tapahtuvan voimallisen maankäytön lisääntymisestä. Luonnonvarakeskuksen tekemä tutkimus Suomessa (MetsäVesi-hanke 2020, Finer ym.) osoitti, että metsätalouden aiheuttama vesistökuormitus typen osalta olisi huomattavasti suurempaa, kuin mitä aikaisemmat arviot Suomessa antoivat ymmärtää. Metsäojitusten vaikutus alapuolisiin vesistöihin olisi aliarvioitu, nyt kun tutkimusaineistoa oli käytettävissä aiempaa suurempi määrä. Finerin mukaan Suomen metsätalouden osuus kokonaistyppikuormituksesta olisi noin 16 % (7300 tonnia/vuosi) verrattuna aikaisempaan 3250 tonnia/vuosia. Tätä pienempää lukua on Suomessa käytetty laajalti hallinnossa ja raportoinnissa.

Kesän 2022 kesäkuussa otetut vesinäyteanalyysit ovat linjassa Valkeisessa esiintyneisiin kokonaistyppiarvoihin. Kokeet osoittivat tänä kesänä kokonaistypen olleen päällysvedessä 450 µg/l ja alusvedessä 640 µg/l.

5.1.1 Hankkeessa otetut ojavesinäytteet kesällä 2022

Hankkeen alussa päätettiin, että järven ympärillä olevista tulo-ojista otetaan kertaalleen vesinäyteanalyysit kuormituksen arvioinnin tueksi. Yksittäisistä vesinäytteistä ei kannata vetää kovin vahvoja johtopäätöksiä, mutta niistä saadaan kuitenkin lisätietoa tulo-ojien mahdollisista kuormittavuuseroista. Ojavesissä on yleisesti suuria vuosittaisia laatueroja ja ojavesien laatu vaihtelee esimerkiksi sateiden vaikutuksesta paljon enemmän kuin kokonaisen järvialtaan. Aikaisempia ojavesinäytteitä ei Valkeisen ympäristöstä ollut otettu, joten ojavesien laatutietoja ei ollut käytettävissä muilta vuosilta. Vesinäyte-analyyseistä on kuitenkin ollut apua yhdessä maastohavaintojen kanssa.

Ojavesinäytteet otettiin loppukesästä, koska kasvukauden loppupuolella vesistä on yleensä havaittavissa korkeimpia tuloksia esimerkiksi ravinteiden osalta. Loppukesällä veden perustuotanto ja levien määrä on yleisesti korkeimmillaan. Tästä syystä esimerkiksi kesäkuun alussa otetut näytteet olisivat saattaneet osoittaa alhaisempia arvoja, kuin lämpimän kesän loppupuolella. Paras tilanne olisi ollut saada vesinäytteitä useampaan kertaan, esimerkiksi kevään ja syksyn tulvien aikaan, mutta aikataulullisesti tämä ei ollut mahdollista.

Vesinäytteiden ottamisesta vastasi vesinäytteenottaja Samuli Lahtela Jyväskylän ammattikorkeakoulusta 22.08.2022 ja ne vietiin analysoitavaksi akkreditoituun Eurofins-laboratorioon Jyväskylässä, akkreditointitunnus SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039. Valitettavasti osa ojista oli elokuun lopussa kokonaan ilman vettä, joten kaikista ojista ei saatu vesinäytettä otetuksi. Ojavesinäytteet saatiin otettua ojista 3,4,6 ja 7. Vesinäytetulokset ojista, on esitetty suunnitelman lopussa liitteessä 2.

Ojavesinäytteissä monet arvot ovat yleisestikin järvialtaan veteen verrattuna korkeammalla tasolla, koska virtaavan veden mukaan kertyy helposti valuma-alueelta ravinteita ja kiintoainetta. Sameus, väri, pH ja sähkönjohtavuus on kaikkien ojien

kohdalla tyypillisellä ojavesien tasolla. Samoin kiintoaineen osalta sekä kemiallisen hapenkulutuksen osalta. Typpipitoisuus vaihtelee luontaisesti siten, että alimmat arvot sattuvat loppukesään ja korkeimmat talvikauteen. Kesällä on vallalla tuotanto, joka kuluttaa typpivarastoja. Talvella typen käyttö on vähäistä, jolloin pitoisuustaso pysyy korkeampana. Kokonaistyppiarvot osoittavat, että valuma-alueelta tulee järvialtaaseen runsaasti typpeä, koska elokuussa otetut arvot ovat matalia verrattuna muihin vuoden aikoihin ja varsinkin kevään ja syksyn ylivirtaamiin. Suurimpia poikkeavuuksia esiintyi kokonaistyppiarvojen osalta Heralammesta laskevassa ojassa nro 7. Vaikka typen määrää ojavedessä lisää valuma-alueen peltovaltaisuus, ei näin korkeat typpiarvot selity pelkästään peltojen valumilla. Toisaalta typpiarvoihin voi tulla luonnostaankin piikkejä, joten ilman useampaa vesinäyteanalyysiä on vaikea sanoa, onko ojassa numero 7 ympärivuoden näin korkeita typpiarvoja vai satuttiinko näytteenotossa lyhytaikaiseen kokonaistyppipiikkiin. Kokonaisfosforin osalta tilanne oli samansuuntainen Heralammesta tulevassa ojassa. Varsinkin fosfaattifosforin korkea arvo on huolestuttava, koska fosfaattifosfori on järvelle huomattavasti kuormittavampi fosforimuoto. Fosfaattifosfori on suoraan leville käyttökelpoinen fosforimuoto. Valkeinen järvessä fosforin määrä on kuitenkin hyvälaatuisen veden tasolla, joten mahdollista on, että fosforiarvot eivät ole säännöllisesti näin korkealla tasolla. On myös mahdollista, että järven luusuaan laskevan ojan fosfori ei leviä laajemmalle Valkeisessa, vaan virtaama vie ravinteet alapuolella olevaan Kuorejärveen. Joka tapauksessa tämän alueen järvien vedet laskevat lopulta Saarijärven reitille, joka on Suomen reittivesistöistä huonokuntoisimpia.

On todennäköistä, että ojan 7 korkeammat fosfori- ja typpipitoisuudet johtuvat alueella toimivasta Tikalan Oy:n lannoitetehtaasta. On kuitenkin muistettava, että yritystoiminta on ympäristöluvan alaista toimintaa. Ympäristöluvan on myöntänyt aluehallintovirasto ja ympäristöluvan seurantaa hoitaa Keski-Suomen ELY-keskuksen ympäristövalvoja. Yrityksellä on käytössä hulevesien hallintajärjestelmä ja erityinen

fosforin saostusjärjestelmä, jossa suuri osa hulevesien fosforista saostetaan vedestä pois. Vasta käsittelyn jälkeen vedet lasketaan Heralammesta tulevaan ojaan. Tästä toimintamallista huolimatta kaikkia ravinteita ei vedestä saada pois ja tavoitteena on ollut pitää vesien ravinteisuus ELY-keskuksen asettamien suositusten rajoissa. Suositeltavaa tietenkin olisi, että Tikalan Oy tahtoisi panostaa vesiensuojeluun ja ympäristövastuuseen enemmän kuin suositukset velvoittavat.

Joka tapauksessa typpi- ja fosforiarvojen perusteella ojan 7 kuormitusta olisi syytä vähentää, olipa ravinteet minkä tahansa vesistön kuormittajana. Tässä suunnitelmassa tullaan suosittelemaan ojaan vesiensuojelurakennetta, joka kiinniottaa erityisesti kahta pääravinnetta typpeä ja fosforia. Tästä enemmän kappaleessa 6.9.

5.2 Maatalouden vesiensuojelu Valkeisen valuma-alueella

Maatalouden vesistövaikutukset aiheutuvat pääasiassa peltoviljelyssä syntyvästä kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta. Lähellä rantaa olevalta kaltevalta pellolta voi päätyä järveen maa-aineksia jopa 5000 kg hehtaarilta vuodessa (Tattari & Linjama 2004; Väisänen & Puustinen 2010). Suurin osa pellon eroosiosta ja kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta tulee järveen muulloin kuin kasvukauden aikana, syksyn sateiden ja kevään sulamisvesien valumahuippujen aikana. Tämän vuoksi erityisesti syksyllä tehtävä maanmuokkaus kuten kyntö, kultivointi ja äestys ovat toimenpiteitä, joilla on suuri vaikutus talvikauden valumiin. Mitä syvempää maanmuokkausta pellolla käytetään, sen suuremmat valumariskit ne aiheuttavat.

Valkeista ympäröivillä pelloilla kevyemmät maanmuokkausmenetelmät olisivat erittäin suositeltavia. Kesällä 2022 järven rantapellot olivatkin monivuotisella

nurmella, joka onkin järven kuormittumisen kannalta suotuisa vaihtoehto, kuin yksivuotiset viljakasvit ja vuosittainen maanmuokkaus.

Eroosiohuippuja voidaan hillitä pitämällä pellot kasvipeitteisinä talven yli, mikäli tämä on mahdollista. Kasvipeitteisyyden lisäksi valumien määrän vuositasoon vaikuttaa suuresti pellon sijainti vesistöön nähden, peltojen maalaji, kaltevuus sekä vesitalous. Nämä edellä mainitut asiat ovat yksi merkittävä tekijä, miksi peltoviljely muodostaa suurimman riskin Valkeinen-järvellä. Käytännössä eroosiontorjuntaan käytetyt menetelmät ovat juuri maan muokkauskäytännöt, peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys, suojakaistat ja suojavyöhykkeet. Lähestulkoon puolet järven ympäristöstä olevasta maa-alasta on peltoja ja monin paikoin maan pinnanmuodot viettävät järveä kohti. Riskeihin luetaan myös hienojakoinen maalaji, joka jo pintavalunnan seurauksena irtoaa helposti vesien mukaan. Nämä seikat yhdessä muodostavat peltoviljelystä kokonaisuuden, jonka kuormitusriskiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Asiaan on kiinnitetty huomiota jo Keski-Suomen vesienhoidon vanhassa toimenpideohjelmassa 2016-2021 sekä uusimmassa toimenpideohjelmassa vuosille 2022-2027. Näissä raporteissa mainitaan peltoviljelyn aiheuttavan suurimman riskin Valkeisen-järven kunnolle. Peltoviljelyn määrä ei järven ympärillä ole vuosien saatossa paljoakaan muuttunut, mutta peltoviljelyn vaikutus järveen voi kasvaa yhä suuremmaksi, koska ilmaston lämmetessä talviaikaiset valumat tulevat olemaan suurempia myös pelloilta.

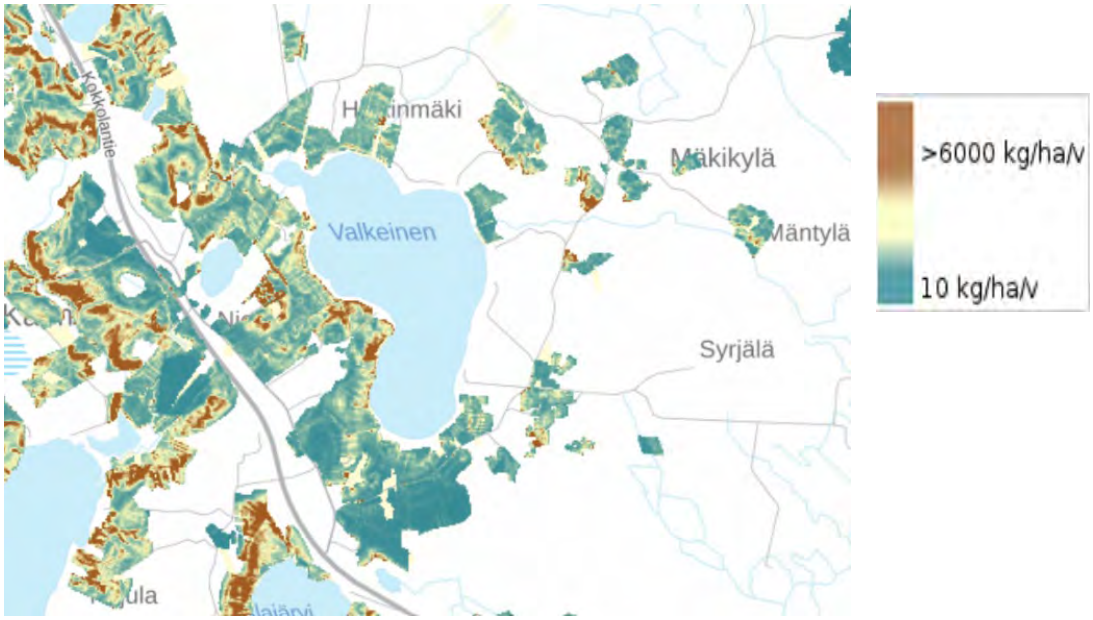
Taulukko 2. KUSTAA -työkalun sisältämät ominaiskuormitusluvut (keskiarvot ja vaihteluvälit). Ominaiskuormituslukuvut perustuvat Liitteen 1 kuormitustutkimuksiin ja selvityksiin.

TAUSTAKUORMA JA LASKEUMA	Typpi, kg/ha/v			Fosfori, kg/ha/v			Kiintoaine, kg/ha/v		
	Keskiarvo	Min	Max	Keskiarvo	Min	Max	Keskiarvo	Min	Max
Taustakuorma	**1.25**	0.29	2.3	**0.049**	0.018	0.146	**5.1**	0.9	47
Laskeuma	**3**	2	4	**0.1**	0.07	0.15	**0.0**	0	0
METSÄTALOUS									
Uudistushakkuu+maanmuokkaus, kivennäismaat	**0.5**	0.0	1.0	**0.03**	0.000	0.08	**0**	0	0
Uudistushakkuu, turvemaat	**2.6**	1.2	4.0	**0.06**	0.03	0.09	**0**	0	0
Uudisojitus	**2.3**	1.2	3.4	**0.17**	0.00	0.39	**246**	17	855
Kunnostusojitus	**0.0**	0.0	0.0	**0.10**	0.00	0.22	**97**	50	150
Lannoitus, kivennäismaat	**1.5**	0.0	3.0	**0.00**	0.00	0.00	**0**	0	0
Lannoitus, turvemaat	**0.0**	0.0	0.0	**0.14**	0.00	0.28	**0**	0	0
TURVETUOTANTO									
Kuntoonpanovaihe, pintavalutuskenttä	**7.8**	0.0	17.6	**0.23**	0.00	0.46	**17**	0	34
Kuntoonpanovaihe, perustaso	10.1	0.0	20.2	0.41	0.00	0.81	74	0	148
Perustaso	8.6	0.0	17.1	0.3	0.00	0.60	53	0	106
Virtaamansäätö	9.1	0.0	18.2	0.22	0.00	0.44	42	0	84
Kasvillisuuskenttä	5.7	0.0	11.4	0.27	0.00	0.54	24	0	48
Pintavalutus, ympärivuotinen	4.6	0.0	9.2	0.11	0.00	0.22	11	0	22
Pintavalutus, sulan maan aika	5.7	0.0	11.4	0.24	0.00	0.48	35	0	35
Kemikalointi, sulan maan aika	6.4	0.0	12.8	0.22	0.00	0.44	48	0	96
PELTOVILJELY									
Syyskyntö	**17.9**	15.0	20.0	**1.14**	0.84	1.64	**925**	720	1090
Syysvilja	**21.4**	17.2	21.4	**0.93**	0.67	1.26	**690**	540	815
Kultivointi	**11.9**	10.6	12.7	**1.06**	0.76	1.48	**775**	605	910
Sänkimuokkaus kevennetty	**9.9**	5.1	15.5	**0.95**	0.64	1.43	**625**	485	735
Sänkipeite talven yli	**12.1**	9.3	14.3	**1.03**	0.67	1.49	**605**	470	710
Suorakylvö syysvilja	**9.9**	9.0	11.1	**1.59**	0.99	2.67	**330**	290	355
Suorakylvö kevätvilja	**9.9**	9.0	11.1	**1.21**	0.80	1.77	**330**	290	355
Pysyvä nurmipeite	**7.2**	5.2	8.2	**1.00**	0.70	1.43	**305**	290	320
Viherkesanto	**7.2**	5.2	8.2	**1.13**	0.80	1.50	**305**	290	320
Avokesanto	**17.9**	15.0	20.0	**1.29**	0.9	1.80	**925**	720	1090

Taulukko 11. Peltoviljelyn perustoimenpiteiden kuormitusmääriä Kustaa-työkalulla määriteltynä. Finer ym. (2010); johdettu Mattson ym. (2003), Kortelainen ym. (2006) aineistosta.

Yllä olevassa taulukossa 11, on nähtävissä koko Suomen keskiarvoja keskimääräisistä ravinne- ja kiintoainevalumista, joita aiheutuu peltoviljelyn erilaisilla muokkausmenetelmillä. Kun laskelmissa otetaan huomioon peltolohkojen maalajit ja kaltevuus, on hyvinkin mahdollista, että Valkeisen rantapeltojen ravinne- ja kiintoainemäärät nousevat keskiarvoja suuremmaksi riippuen toimista, joita pellolla suoritetaan. Suomessa on tehty laajasti töitä mm. VIHMA-mallinuksella, jossa todellisia koekenttiä seuraamalla pystymään mallintamaan peltolohkokohtaisia ravinne- ja kiintoainevalumia. Tätä tutkimusta on Suomessa tehty paljon ja tästä syystä peltoviljelyn vesistökuormituksesta tiedetään varsin paljon. Valkeisen ympäristössä sijaitsevien peltolohkojen eroosioriskit on huomioitu myös Luonnonvarakeskuksen RUSLE2015-aineistoissa, joka on päivitetty vuoden 2018 tiedoilla (Kuva 5). RUSLE-aineistot ovat Luonnonvarakeskuksen laatimia aineistoja, joilla peltolohkojen eroosioherkkyyttä voidaan mallintaa korkeusaineiston pohjalta jopa kahden metrin tarkkuudella ja huomioiden toimet, joita pelloilla on suoritettu. Aineistojen tarkoituksena on helpottaa maatalouden vesiensuojelun suunnittelua ja

kohdentamista. Valkeisen valuma-alueen pinnanmuodot ovat paikoitellen jyrkkiä ja mallinnuksesta voidaan nähdä että, Valkeisen ympäristöstä löytyy peltolohkoja, joilta eroosion määrä voi nousta yli 6000 kg hehtaarilta vuodessa. Luonnonvarakeskuksen eroosioherkkyyden luokittelussa pidetään raja-arvona 1000 kg/ha/v. (Lilja ym. 2017).



Kuva 5. Eroosioherkät alueet peltoviljelyssä Valkeisen ympärillä. Herkimmät alueet merkattu karttaan ruskealla. Luke 2022.

5.3 Metsätalouden vesiensuojelu Valkeisen valuma-alueella

Metsätalous on Valkeisen valuma-alueen maankäyttömuodoista suurin. Siksi, alueella lähitulevaisuudessa tapahtuvat metsätalouden toimet olisi syytä suunnitella tarkemmin kuin yleensä. On hyvinkin mahdollista, että aikaisemmin mainitun MetsäVesi-hankeen tulokset tulevat muokkaamaan Suomessa aiemmin käytettyjä metsätalouden kuormitusarvioita uudelleen. Tällöin Valkeisen valuma-alueen metsätalouden vaikutukset voi nousta Valkeisen-järven rehevöitymiskehityksen

ensisijaiseksi syyksi peltoviljelyn sijasta. Riippumatta sijaluvuista, maa- ja metsätalous ovat Valkeisen ympärillä kaksi suurinta maankäyttömuotoa, joiden kuormituksen hillitsemiseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota.

Metsätalouden kuormitus syntyy metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamasta valunnan ja eroosion lisääntymisestä, sekä ravinteidenoton vähentymisestä ja kiintoaineen irtoamisesta. Merkittävimmät metsätaloustoimet, jotka aiheuttavat valumia, ovat metsän uudistushakkuut, metsän lannoitus ja kunnostusojitus. Metsäalueilla tehdyt toimet rikkovat maanpinnan ja kiintoainesta valuu pintavalunnan kautta ojiin. Suuret vesimäärät ojissa taas aiheuttavat ojien syöpymistä, joka lisää kiintoaineskuormaa alapuoliseen vesistöön. Alueen maalajit vaikuttavat siihen, kuinka herkästi maa-ainesta irtoaa virtaavan veden kuljetettavaksi. Valkeisen valuma-alueen maalajit ovat hienojakoisia ja siten herkästi irtoavaa ja kulkeutuvaa. Valkeisen ympäristössä on havaittavissa syöpyneitä ojia, joista on havaittavissa suurien vesimäärien liikkuminen ojastossa. Paikoin ojissa liikkuu niin paljon vettä, että kasvillisuus puuttuu ojista kokonaan. Kasvit ojanpenkoilla sitovat juurillaan maa-ainesta paikoilleen ja estävät uomaeroosiota. Nämä kasvittomat ojanpenkat ovat merkki siitä, että vesimäärä ojassa on liian suuri ja virtaus liian kovaa. Nämä alueen ominaisuudet yhdessä voivat aiheuttaa Valkeisen järvialtaalle kohtuutonta kuormitusta, jos ongelmiin ei puututa tai toimet alueella suoritetaan suunnittelemattomasti.

Vaikka metsätalouden toimet eivät ole vuosittaisia, niistä aiheutunut kuormitus voi kestää varsin kauan. Toinen kuormituksen määrään vaikuttava tekijä on, että kun raskaampia metsätaloustoimenpiteitä tehdään, voi niiden pinta-ala olla useita hehtaareita, kymmeniäkin kuten esimerkiksi avohakkuiden tapauksessa. Metsätaloustoimenpiteiden kuormituksen määrä on suurinta heti ensimmäisinä vuosina toimenpiteiden jälkeen ja valumat arvioidaan pienenevän vuosien saatossa. Toimenpiteestä riippuen kuormituksen on kuitenkin havaittu kestävän kahdesta aina

kymmeneen vuoteen saakka (Finer ym. 2010). Esimerkiksi kivennäismaan typpilannoitus kuormittaa kaksi vuotta ja uudistushakkuu ja kunnostusojitus kymmenen vuotta.

Tuoreempien tutkimuksien mukaan (Finer ym. 2020, Nieminen ym. 2020) kuitenkin ovat havainneet, että erityisesti metsäojituksen kuormituksen laajuus ja kesto on Suomessa arvioitu alakanttiin. Aikaisemmin metsätaloustoimien kesto on laskettu Suomessa maksimissaan 10 vuoden mittaiseksi, mutta nykytiedon valossa kuormitus voi olla 30 vuotta tai pysyvämpikin. Tämä lisää metsätalouden kuormitusmääriä siten, että metsätalous muodostuu monille järville ensisijaiseksi kuormituksen aiheuttajaksi. Metsätaloustoimien vaikutus muuttuu myös tulevaisuudessa aina uusien metsänkäsittelymenetelmien kehittyessä ja ilmaston lämmetessä.

Suomen metsäkeskuksen aineistoista on saatavissa vapaasti käytettävissä olevia materiaaleja, kuten korjuukelpoisuuskarttoja (Kuva 23). Korjuukelpoisuuskartat kertovat maaston kantavuudesta ja Valkeisen ympärillä on metsäpalstoja, joiden kantavuus on erittäin heikkoa. Samaan tapaan kuin peltoviljelyssä eroosioherkkyyden tulisi vaikuttaa peltoviljelyn menetelmien valintaan, herkällä maaperällä myös metsätaloustoimet tulisi suunnitella huolellisesti, jotta toimet eivät aiheuttaisi liikaa kuormitusta alueen vesistöille. Tästä lisää kappaleessa 6.7.

6 Valkeisen vesiensuojelusuunnitelma

6.1 Suojavyöhykkeen perustaminen Valkeisen länsirannalle

Suojavyöhykkeellä tarkoitetaan pellon ja valtaojan tai vesistön väliin jätettävää monivuotista kasvittunutta aluetta, joka on vähintään 15 metriä leveä. Kasvustoa hoidetaan niittämällä, mutta siihen ei saa levittää lannoitteita tai

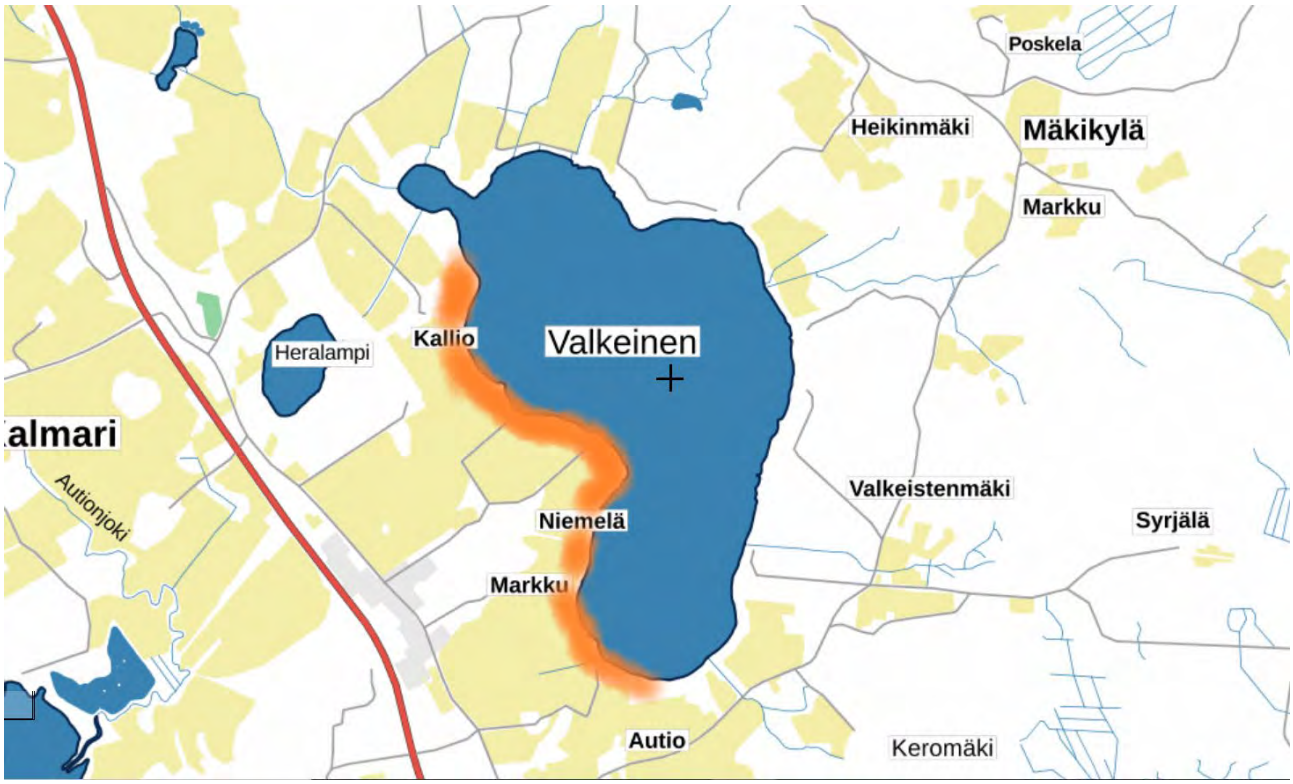
kasvinsuojeluaineita. Niittomassat on kuljetettava pois vyöhykkeeltä tai niitä voi käyttää myös eläinten laidunnukseen. Suojavyöhykkeiden tarkoituksena on ehkäistä eroosiota ja vähentää kiintoaine- ja ravinnevalumien päätymistä vesistöön. Suojavyöhykkeiden perustaminen on suositeltavaa erityisesti eroosioherkille maalajeille ja rantapelloille ja pelloille, jotka viettävät voimakkaasti vesistöön päin. Suojavyöhykkeistä ei ole hyötyä ainoastaan itse vesistölle, vaan suojavyöhykkeillä on mahdollista myös parantaa maan rakennetta ja kasvukuntoa sekä toimia monimuotoisuusvyöhykkeenä riistalle ja pölyttäjille. Suojavyöhykkeillä voidaan myös vähentää hiilidioksidipäästöjä estämällä maan orgaanisten hiilivarantojen kulumista ja edistää hiilen sitoutumista maaperään. Vaikka Valkeisen ympärille jätetyt lakisääteiset suojakaistat ovatkin kunnossa, on maaston topografia järven ympärillä sellainen, että järven hyvän kunnon ylläpitämiseksi, olisi hyödyllistä perustaa laajempi ja tehokkaampi vyöhyke kiintoaineiden ja ravinteiden pidättämiseksi peltolohkoilla.

Maa- ja metsätalousministeriön arvion mukaan asianmukaisesti perustetut ja hoidetut suojavyöhykkeet vähentävät eroosiota ja sen mukana tulevaa fosforikuormitusta noin 10 % ja typpikuormitusta noin 5 %. MTK:n tutkimuksissa eroosion aiheuttama kiintoainekuormitus väheni 10 metriä leveän suojavyöhykkeen ansiosta 50–60 %, typpihuuhtouma 50 % ja maa-ainekseen sitoutuneen fosforin määrä 30 % neljän vuoden koejakson aikana. Suojavyöhykkeiden havaittiin olevan erittäin tehokkaita poikkeuksellisen sateisissa ja vetisissä oloissa, jolloin kiintoainekuormitus väheni jopa 80–90 %. (Suoninen 2000.) Peltojen jyrkkyys lisää ravinteiden huuhtoutumista ja suojavyöhykkeiden tulisikin olla sitä leveämmät, mitä jyrkempi pelto on kyseessä.

Valkeisella suojavyöhykkeen edut olisivat juuri järveen päätyvien maa-ainesten ja ravinteiden pienentäminen, onhan maatalouden kuormituksen osoitettu olevan yksi suurimmista järven tilaa heikentävistä maankäyttömuodoista. Varsinkin järven länsipuolella olevat pellot viettävät voimakkaasti järveen päin ja maalaji on paikoin

hyvinkin eroosioherkkää. Luonnonvarakeskuksen avoimen tietokannan tiedoista Valkeinen-järven ympärillä olevien erityisen eroosioherkkien peltoalueiden paikat on esitetty yläpuolella olevassa kuvassa 5.

Suositeltavaa olisi, että Valkeisen länsirannalla perustettaisiin useamman tilan yhteistyössä suojavyöhykekokonaisuus. Myös suojavyöhykkeen hoitamisen/niiton voisi toteuttaa tilojen yhteistyöllä. Suojavyöhykkeen suositeltu sijoittaminen merkattuna alapuolella kuvaan 6.



Kuva 6. Kartassa ehdotettu suojavyöhykealue oranssilla merkattuna.

Suojavyöhykkeen perustamiseen on mahdollista saada vuoden 2023 EU-tukikauden alkaessa erityisympäristötukea 500e/ha vuodessa (Keränen, suullinen tiedoksianto 20.09.2022).

6.2 Ojauomien kunto ja eroosiosuojaus Valkeisella

Mitä on eroosio?

Eroosio tarkoittaa maaperän kulumista ja maaperästä irronneen kiintoaineksen kulkeutumista ja kasautumista jonkin ulkoisen voiman, esimerkiksi virtaavan veden tai tuulen vaikutuksesta. Vaikka maaperän eroosio on luonnollinen ilmiö, ihmistoiminnan seurauksena eroosio voi kiihtyä ja aiheuttaa monenlaisia ongelmia. Paikallisesti eroosio aiheuttaa rantojen ja uomien syöpymistä, mutta samalla se myös vaikuttaa laajemmin ekosysteemiin. Alapuolinen vesistö vastaanottaa irtoavat maa-ainekset, jotka rehevöittävät niitä. Seurauksena voi olla vedenlaadun heikkeneminen, värin tummeneminen ja samentuminen. Näitä ilmiöitä on havaittu myös Valkeinen-järvellä.

Veden aiheuttama eroosio on Suomessa yleisin eroosion aiheuttaja (Jormola ym. 2003). Veden aiheuttama eroosio voidaan jakaa pinta- ja uomaeroosioon. Pintaeroosiossa sadepisarat ja maanpinnan rapautumisprosessit irrottamat kiintoainehiukkaset kulkeutuvat sade- ja sulamisvesien mukana pintavaluntana vesistöihin. Uomassa kulkeutuvat maa-ainekset ja pienet kivet kuluttavat uoman pohjaa ja reunoja kiihdyttäen uoman maa-ainesten irtoamista. Tätä ojan kulumista kutsutaan uomaeroosioksi. (Keto 2022).

Kuva 7. Suorissa ja tasakaltevissa uomissa veden virtausnopeus kasvaa ja edistää uoman syöpymistä (Keto 2022). Valkeinen-järveen johtavan ojan reunat ovat jyrkät ja maa-aineksia liikkuu virtaavan veden mukana. Kuva otettu Mäkikylältä laskevasta ojasta (nro 4) 16.06.2022, Hanna Nousiainen.

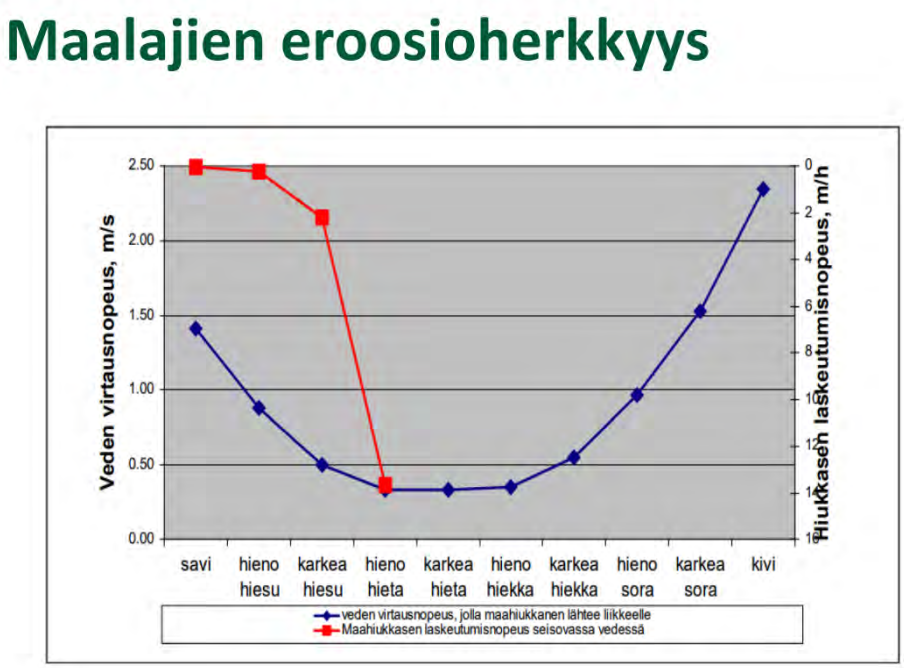
Uomaeroosiota tapahtuu virtaavien vesien irrottaessa ojauoman pohjalta ja reunoista maa-ainesta virran vietäväksi. Ojituksissa luonnostaan mutkittelevat ojat ja purot suoristetaan ja ojien pituuskaltevuus muuttuu, jolloin virtaamat uomissa kasvavat ja ne altistuvat virtavesien syövyttäville vaikutuksille. Uomaeroosiota esiintyy erityisesti kivennäismailla, joissa maalajit ovat helposti irtoavia. Uomaeroosion seurauksena ojien pohjat ja reunat voivat syöpyä, jolloin myös ojanreunojen sortumia pääsee tapahtumaan. Ojareunojen sortumat taas lisäävät maa-ainesten ja ravinteiden kulkeutumista alapuoliseen vesistöön. Ojasto voi myös tukkeutua liikkuvista maa-aineksista, jolloin ojat eivät toimi toivotulla tavalla ja edessä voi olla mm. vettymishaittoja ja lisääntynyt ojien perkaamistarve.

Kuva 8. Maa-aineksia liikkuu runsaasti Valkeinen-järveen laskevissa ojissa. Kuva otettu 08.06.22 ojalta nro 1. Hanna Nousiainen.

Kuva 9. Maa-aineksia kasaantuu runsaasti Valkeiseen johtavissa ojissa. Kuva otettu ojalta nro 3, 20.06.2022. Hanna Nousiainen.

Valkeinen-järven valuma-alueella esiintyy eroosioherkkiä maalajeja. Osalla valuma-alueesta maalaji ja rakenne on hienojakoista hiesua ja hietaa, joiden eroosioherkkyys on korkea. Toisin sanoen, nämä maalajit ovat sellaisia, jotka lähtevät herkästi liikkeelle alhaisemmillakin veden virtausnopeuksilla. Kaavio 1 alapuolella kuvataan

erilaisten maalajien eroosioherkkyyttä (sininen viiva). Taulukon mukaisesti kaikkein herkimmin veden kuljettamaksi irtoavat maa-ainekset ovat hieno hieta, karkea hieta, hieno hiesu ja karkea hiesu. Samassa kaaviossa kuvataan myös erilaisten maalajien laskeutumisnopeutta (punainen viiva) seisovassa vedessä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että mitä hienompaa maalaji on, sitä hitaammin maahiukkaset laskeutuvat ja sitä vaikeampaa näiden maalajien kiinniottaminen on esimerkiksi laskeutusaltaiden avulla. Savi ja hieno hiesu ovat niin hienojakoisia, että niiden kiinniottaminen perinteisillä laskeutusaltailla on varsin haastavaa. Mitä isommaksi maapartikkelit käyvät, sen tehokkaammin maahiukkasia voidaan kiinniottaa laskeutusaltaiden avulla.

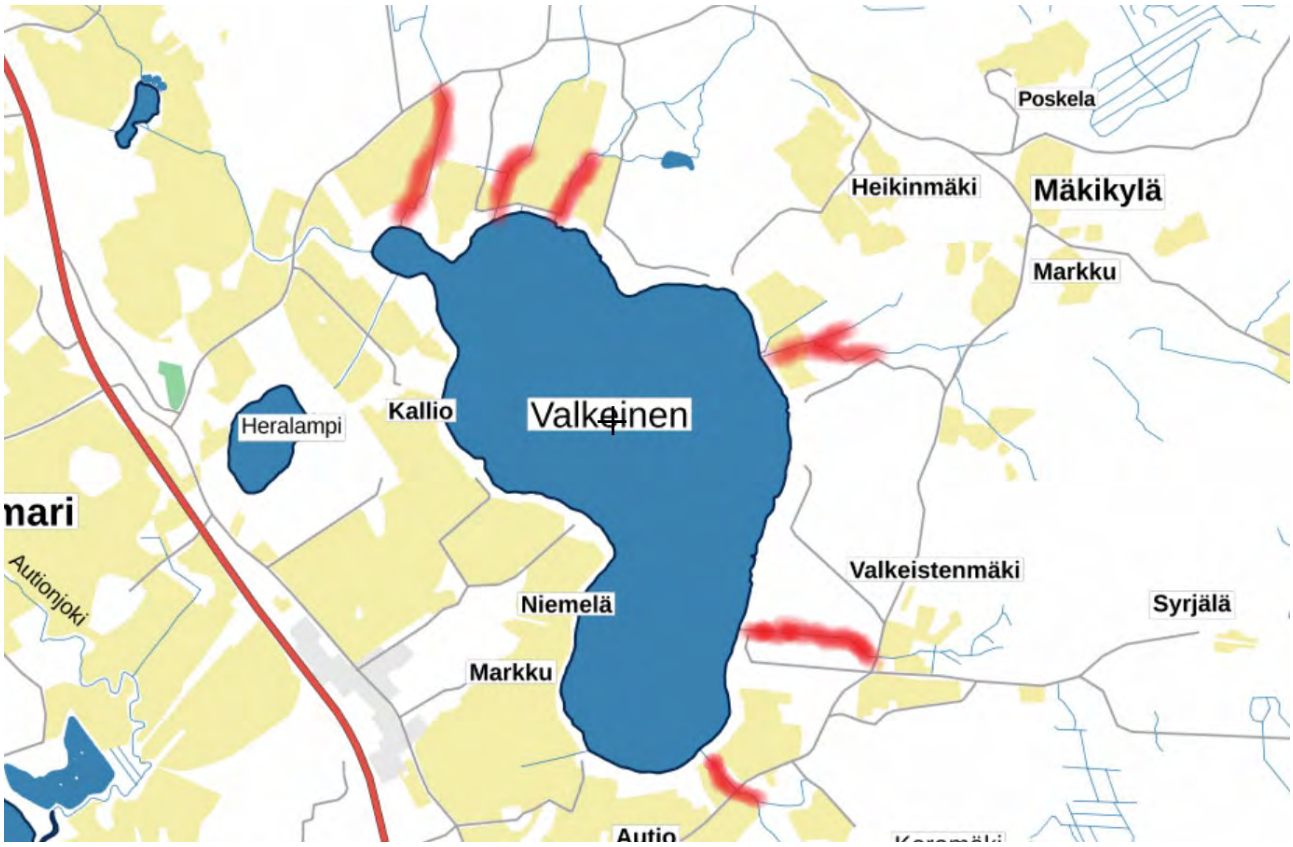


Kaavio 1. Eri maalajien eroosioherkkyys virtavedessä ja maapartikkelien laskeutumisnopeus seisovassa vedessä taulukoituna. Potila 2021.

Maalajien rakenteellisista eroista johtuen perinteisten vesiensuojelurakenteiden tehokkuus vaihtelee. Kaikkein hienojakoisimpien maalajien kiinniottaminen vedestä

on siis haastavaa, jolloin kustannustehokkaammaksi vaihtoehdoksi nousee itse uoman suojaaminen siten, ettei maapartikkeleita päädy niin paljon virtaavan veden kuljetettavaksi. Ojia on mahdollista vahvistaa siten, että maa-aineksia ei pääse irtoamaan erityisesti ojauomien mutkissa ja ojaosuuksilla, joissa virtaamat ovat kiihtyviä. Erilaisista eroosiontorjuntamenetelmistä enemmän luvussa 6.2.1.

Maastokartoituksessa kesällä 2022 Valkeinen-järven valuma-alueella, ojien kulumia ja syöpymisiä oli havaittavissa kaikissa ojissa. Pohjoispään ojien alajuoksuilla oli vahvoja merkkejä ojien syöpymisestä, joka tarkoittaa sitä, että ylivirtaamien aikaan suoristetuissa rännimäisissä ojissa kulkee paljon vettä, eikä ojaverkostossa ole rakenteita, jotka pidättäisivät vettä ja tasaisivat tulvahuippuja. Virtaveden mukana kulkeva kiintoaines pahentaa uoman kulumista entisestään. Ojat olivat paikoin syöpyneet hyvin syvälle maaperään ja ojien syvyys saattoi olla 2-3 metriä. Lisäksi ojan penkkojen jyrkkyys kertoo siitä, että ojan reunat olivat syöpyneet vuosien varrella varsin paljon. Veden virtauksen ja kiintoaineen kulkeutumisen seurauksena ojaluiskien kaltevuudet olivat hyvin jyrkkiä, joten reunan sortumisia on odotettavissa ja aiempien sortumisien merkkejä oli havaittavissa ojan reunoilla. Maastohavaintoja tehtiin kesäkuussa 2022 ja liian suuresta vesimäärästä ja virtausnopeudesta ojissa kertoi myös se, että ojanpenkoja oli paljaana kasvillisuudesta. Luultavimmin kevään sulamisvesiä oli virrannut ojissa niin paljon, että se on vienyt kasvillisuuden mukanaan. Näin on voinut mahdollisesti tapahtua joka kevät ja syksy, eikä luonnon oma eroosiosuojaus riitä suojelemaan ojastoa kulumiselta. Ojaeroosion torjuntaa suositellaan tehtäväksi käytännössä kaikilla ojilla. Eniten eroosion merkkejä havaittiin punaisella merkityillä alueilla, kuva 10.



Kuva 10. Ojien syöpymisiä esiintyi erityisen selvästi punaisella merkityillä ojaosuuksilla.

Ennen eroosiosuojauksien rakentamista, syöpyneiden ojaosuuksien luiskia tulisi loiventaa, koska ojan reunat ovat syöpyneet varsin jyrkiksi. Jyrkät ojanpientareet ovat alttiita sortumaan, eikä niille rakennetut eroosiosuojaukset toimi oikealla tavalla, mm jyrkille ojanpientareille on vaikea saada kasvillisuutta juurtumaan tarpeeksi nopeasti, jotta ne kiinnittyisivät reunoihin tarpeeksi ennen seuraavaa tulvahuippua. Hauraat jyrkät ojanpenkat eivät myöskään kestä painavia rakenteita, jolloin jyrkkään kohtaan tehty eroosiosuojaus voi jopa lisätä ojien sortumariskiä ja lisätä kiintoaineksen määrää.

Vaikka suurimmat eroosion merkit olivat nähtävillä lähes kaikkien uomien alajuoksuilla, maa-aineksen irtoaminen ei ole hiesu- ja hietamailla vain alajuoksujen ongelma, vaan kiintoainesta irtoaa myös ylempää valuma-alueelta. Tästä kertovat lukuisat kohdat ojissa, joihin oli kasaantunut maa-aineksia varsinkin uoman pienten mutkien sisäkaarteiseen ja uoman pohjille oli paikoin kasautunut deltamaisia

hiekkakasoja (kuva 8, kuva 9). Suurimpia kasautumat olivat ojien alajuoksulla järvenpuoleisissa päädyissä, joka kertoo siitä, että ainekset kulkeutuvat tulva-aikoina ylempää valuma-alueelta järveä kohti. Tästä syystä esimerkiksi avohakkuiden aiheuttamia virtaaman lisäyksiä tulisi hallita paremmin. Eroosioherkässä maastossa metsätaloustoimien vesiensuojelu tulisi suunnitella tämän vuoksi mahdollisimman huolellisesti. Valkeisen valuma-alueelle suositellaankin tässä raportissa tarkempaa usean maanomistajan alueelle ulottuvaa metsätalouden korjuusuunnitelmaa, jossa vesiensuojeluasiat huomioitaisiin erityisen huolellisesti. Ehdotuksesta enemmän kappaleessa 7.8.

6.2.1 Eroosiontorjuntarakenteet

Kasvillisuus eroosion torjunnassa

Yksi luonnonmukaisimmista eroosiosuojauksista tapahtuu kasvillisuuden avulla. Ojan varsien kasvillisuusvalinnalla on siis suuri merkitys. Ruohovartiset kasvit ovat hyviä ehkäisemään eroosiota, jota syntyy pintavalunnan ja tulvien seurauksena. Puuvartisilla kasveilla, joiden juuret ylettyvät syvemmälle maahan ovat parempia vakauttamaan jyrkkiä ojanpientareita ja estävät paremmin sortumien syntymistä. Puuvartisista kasveista erityisesti tervaleppä (*Alnus Glutinosa*) ja koivut (*Betula ssp*.) ovat usein käytettyjä kasveja uomaeroosion hillitsemiseen. Myös paju kosteiden maiden pioneerilajina kasvaa nopeasti ja on siksi sopiva eroosiontorjunnassa käytettäväksi. Myös havupuita on mahdollista käyttää eroosiontorjuntaan, koska lehtipuista poiketen, havupuiden latvustoilla on ympärivuotinen vaikutus sadeveden ohjaamiseen. Liian suurien puiden istuttamista tulee kuitenkin välttää alueilla, jossa maalaji on liian eroosioherkkää, koska suuri juuriset puut voivat toisaalta kuormittaa herkkää ojanpenkkaa liiaksi.

Puustoa istutetaan ojan varsiin usein pistokkaiden avulla. Pistokkaita tulisi istuttaa 1-1,5 metrin välein ja pistokkaiden väliin kannatta istuttaa myös ruohovartisia kasveja

pitämään maa-aineksia paremmin paikoillaan, koska puuvartiset kasvit toimivat eroosion torjunnassa vasta kun ne juurtuvat ja alkavat levitä. Ruohovartiset kasvit eivät suojaa maata kovin syvältä, mutta ne suojaavat maanpintakerroksia, joka altistuu sadepisaroiden iskuille. Samalla monivuotinen nurmi myös pidättää osan ravinteista, ennen kuin ne päätyvät alapuoliseen vesistöön. Syväjuuristen kasvilajien ja ruohokasvien yhdisteleminen siis toimii yhdessä hyvin eroosion torjunnassa, mutta myös parantaa ojanvarsien monimuotoisuutta niin kasvien, eläinten kuin hyönteistenkin näkökulmasta. (ymparisto.fi: Luonnonmukaiset eroosiosuojaukset, Keto 2022).

Yksi vaihtoehto on käyttää ojareunojen suojaamiseen elävää pajua, joko ns. oksakatteena tai punottuna pajumattona. Tästä on Suomessa kokemusta melko paljon ja toimenpiteet on osoittautuneet kohtuullisen edullisiksi ja vaivattomiksi toteuttaa. Pajukate rakennetaan siten, että ojanpiennar tai rantaliuska suojataan kerroksella eläviä pajun oksia. Oksat asetellaan luiskalle tyvi alaspäin, jotta kasvin juurtuminen onnistuu. Oksat on mahdollista punoa myös pajumatoksi, joka kiinnitetään ojaluiskaan siten, että pajun on mahdollista juurtua itsestään ja samalla helpottaa muiden kasvien kiinnittymistä penkkaan. Pajumatto on helposti liikuteltavaa ja kevyttä materiaalia, joka on helposti sortuvilla ja eroosioherkillä maalajeilla eduksi. Tuore joustava pajumateriaali kestää muuta puurakennetta paremmin myös mahdollista jäiden kuluttavaa vaikutusta. Suomessa on kokemusta myös ns. oksakimppujen eli risunkien käytöstä eroosion torjunnassa (kuva 11). Risungit tehdään elävistä ja kuolleista pajun oksista siten, että nipun paksuus on 25-50cm (Keto 2022). Pajun elävät oksat asetellaan nipun ulkoreunoille. Risungit tulee kiinnittää luiskille kunnolla ja niiden suojavaikutus on välitön. Ajan kanssa niiden teho paranee, kun pajut alkavat juurtua paikoilleen.

Kuva 11. Risungin käyttöä ojaeroosion torjunnassa Suomessa. Keto 2022.

Geotekstiilit ojaeroosion torjumisessa

Rinne-eroosion ehkäisemiseen voidaan käyttää myös erilaisia suodatinkankaita. Kankaiden käyttö on kuitenkin melko hintavaa ja niitä voidaan käyttää vain hyvin pienille alueille. Geotekstiilit ovat usein luonnonkuituihin perustuvia tekstiilejä (esimerkiksi kookoskuitu, oljet, juutti) ja ne hajoavat 2-5 vuoden jälkeen, jolloin pysyvä kasvipeite on ennättänyt jo muodostua. Valkeisen ympärillä esiintyy eroosiota kautta koko ojaverkoston, joten geotekstiilien käyttäminen muodostuu taloudellisesti kannattamattomaksi eroosion torjuntamenetelmäksi.

Puusuisteiden ja uppopuunkäyttö uomissa

Luonnontilaisissa virtavesissä liikkuu runsaasti puunlehtiä ja muuta orgaanista materiaalia, mutta siellä on myös rakenteita, jotka pidättävät näiden ainesten siirtymisen. Uoman vaihteleva rakenne, kaatuneet puut ja oksat, kivet ja lohkareet. Nämä kaikki puuttuvat peratuista peruskuivatusuomista niin maa- kuin metsätaloudenkin puolella. Suomi kuuluu boreaaliseen metsävyöhykkeeseen, jonka

virtavesissä on luonnostaan ollut paljon puumateriaalia. Puuta on kaatunut ja kasvanut pienempien jokien ja purojen päälle ja veden keskelle. Suomessa virtavesien tila on nykyisin varsin heikko, mutta Suomen rajojen lähellä Venäjän puolella on säilynyt luonnontilaisia puroja, joista on tutkittu, että puumateriaalia on keskimäärin 300 kuutiota hehtaarilla. (Liljaniemi ym. 2002). Peratut ojauomat ovat siis varsin erilaisia kuin luonnontilaiset ja näiden perattujen uomien aiheuttamia ongelmia joudutaan korjailemaan joka puolella maata. Puu on tärkeä osa luonnonmukaista toimivaa virtavesiekosysteemiä ja uomaympäristöjen ongelmia voidaan lähteä kunnostamaan luonnonmukaisen vesirakentamisen keinoin puumateriaalia apuna käyttäen. Kuolleen puumateriaalin kun on huomattu parantavan vedenlaatua useissa tutkimuksissa mm. (MT Metsä 11.02.2021, Keskinen 2020).

Puumateriaalit itsessään voivat toimia virranohjaimina ja kiinniottaa liikkuvia maa-aineksia, mutta puumateriaalin lisäämisellä on myös muita hyötyjä virtavissa vesissä. Vedessä puumateriaali tarjoaa kasvualustaa yhteyttäville leville, suojapaikkoja kaloille ja selkärankaisille sekä pidättää orgaanisen materiaalin maa-ainesten liikkumista ojastoissa. Virtavesissä viihtyvät kasvi- ja eläinlajit voivat tehokkaasti käyttää vedessä olevia energiaa ja ravinteita hyödykseen. Puumateriaalin katsotaan toimivan tässä tehtävässä paremmin kuin käytettäessä pelkästään kiviä virtavesien monimuotoistajana (Roni ym. 2014).

Puumateriaali virtavedessä muokkaa uoman pohjaa ja samalla vaikuttaa virtausolosuhteisiin. Hitaammin virtaavat alueet ovat tärkeässä roolissa, kun yritetään kiinniottaa eroosion aiheuttamaa kiintoainesta ja ravinteita. Vaikka metsätalouden toimintaohjeistuksissa toistaiseksi neuvotaankin puuaineksen poistoon ojista ja virtavesistä, vesiensuojelun menetelmissä näiden materiaalin jättämisessä ja lisäämisessä voi olla kuitenkin monin paikoin hyötyä. Todennäköistä on, että metsätalouden vesiensuojelun ohjeistuksetkin tulevat tulevaisuudessa suosittelemaan puumateriaalien kohtuullista käyttämistä metsäojissa.

Kiveäminen ja sorastaminen ojaeroosion torjumisessa

Uoman luiskien ja ojanpenkkojen kiveäminen on yksi vaihtoehto eroosion torjumiseksi. Usein käytetään joko kokonaista luonnon kiveä tai kivimurskaa. Suomessa varsinkin maatalousojia on yleisesti verhottu kauttaaltaan kivimurskalla kiintoaineen irtoamisen ja kulkeutumisen estämiseksi (kuva 12). Kivimurskaa suositaan varsinkin ojilla, joissa esiintyy lohikaloja. Soraistamisen haittapuolena on sen korkea hinta, mutta mikäli Valkeisen ympäristössä esiintyisi esimerkiksi luonnonsoraa, voisi sen hyväksikäyttö ojareunojen tukemisessa olla kannattavaa, toisin kuin kivimurskan ostaminen valmiina. Kiviä sen sijaan ojien lähistöltä löytyy yleensä luonnostaan, kun kivimateriaalia on ojanperkuissa nostettu ojien penkoille. Kivien sijoittaminen tulee usein sorastamista halvemmaksi juuri tästä syystä, kun paikalla olevaa materiaalia ei tarvitse kuljettaa kovin kaukaa.

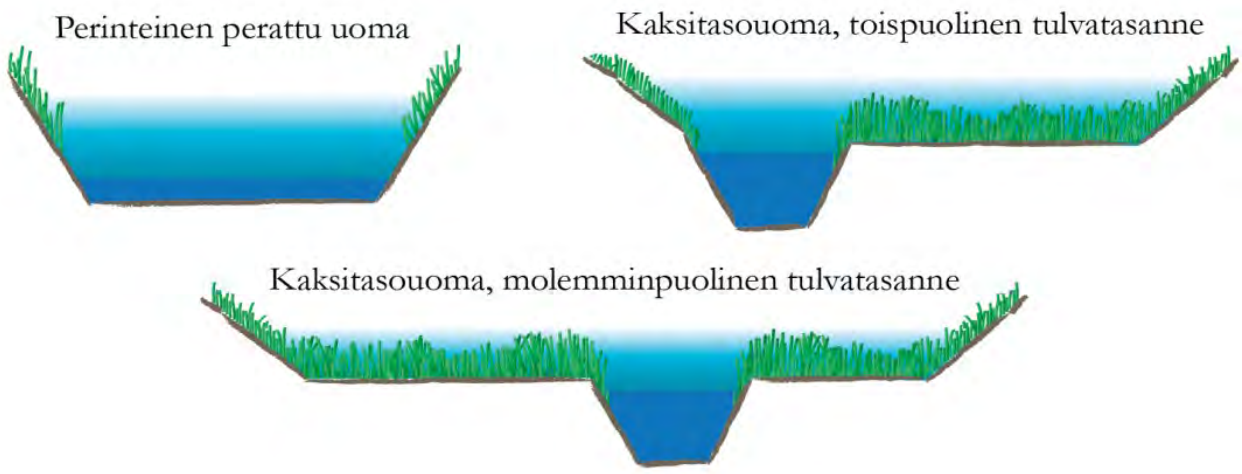
Kuva 12. Esimerkki kohde kivetystä pelto-ojasta eroosioherkällä kohteella. Kuva. Piritta Salminen, E-P ELY.

Kiveämisen kustannukset

Kiveäminen on järeä keino ojaeroosion torjunnassa, mutta sen vaikutukset ovat järeimmät, mutta kustannukset myös suurimmat. Toisaalta jos ajatellaan pitkän aikavälin ojaston korjaamista, kaikkein eroosioherkimpien ojaosuuksien kiveäminen olisi valmistautumista tulevaisuuden yhä suuremmille mahdollisille sademäärille ja tulville. Valkeisella kiveämiseen otollisia kohteita on merkattu kaikkein eroosioherkimmille osuuksille (kuva 10). Koska kiveämisellä ei saada juurikaan kiinni kiintoainesta, suositeltavampaa olisi pelto-ojien varteen sijoittaa kaksitasouomat kiveämisen sijaan. Mikäli näin tehtäisiin, kiveämisen voisi sijoittaa uomien kaarteisiin ja risteyskohtiin. Ojien kiveämisessä olisi kustannustehokkainta käyttää hyödyksi aikaisemmissa perkauksissa poistettua kivimateriaalia, jota varmasti löytyy Valkeisen ympäriltä runsaastikin. Tällöin kiveäminen olisi mahdollista tehdä osin talkootyöperiaatteella, jolloin konekalusto löytyisi varmasti alueelta ja kivien kuljetusmatkat olisivat lyhyet. Paikallisista kivistä ja paikallisten omilla kalustoilla tehtynä kiveämiskustannukset olisi mahdollista saada 100 metriä kohden murto-osaan ostokivien hinnasta, joilla kiveäminen tulisi maksamaan useita kymmeniä tuhansia euroja. Tässä kustannusarviossa käytetään taustatietona Kuorejärven luonnonhoitohankkeessa rakennetun kivillä vahvistetun ojan todellisia rakennuskustannuksia. 250 metriä kivettyä uomaa maksaa hintojen nousu huomioituna 13 200 euroa.

6.3 Kaksitasouomat

Kaksitasouomat ovat maa- ja metsätalouden vesiensuojelun uusimpia menetelmiä, joiden toteuttaminen voisi olla mahdollista myös Valkeisen valuma-alueella. Kaksitasouomat ovat ojia, joita reunustaa erilliset tulvatasanteet Ne jäljittelevät toiminnaltaan luonnon puroja. Kaksitasouoma rakentuu pääuomasta, jossa vesi virtaa ympäri vuoden, myös alivirtaamalla ja tulvatasanteista, jotka mahdollistavat ylivirtaamien suuret vesimäärät.



Kuva 13. Kaksitasouoman rakennekuvia verrattuna perinteiseen ojauomaan. (Valumavesi-hanke 2021)

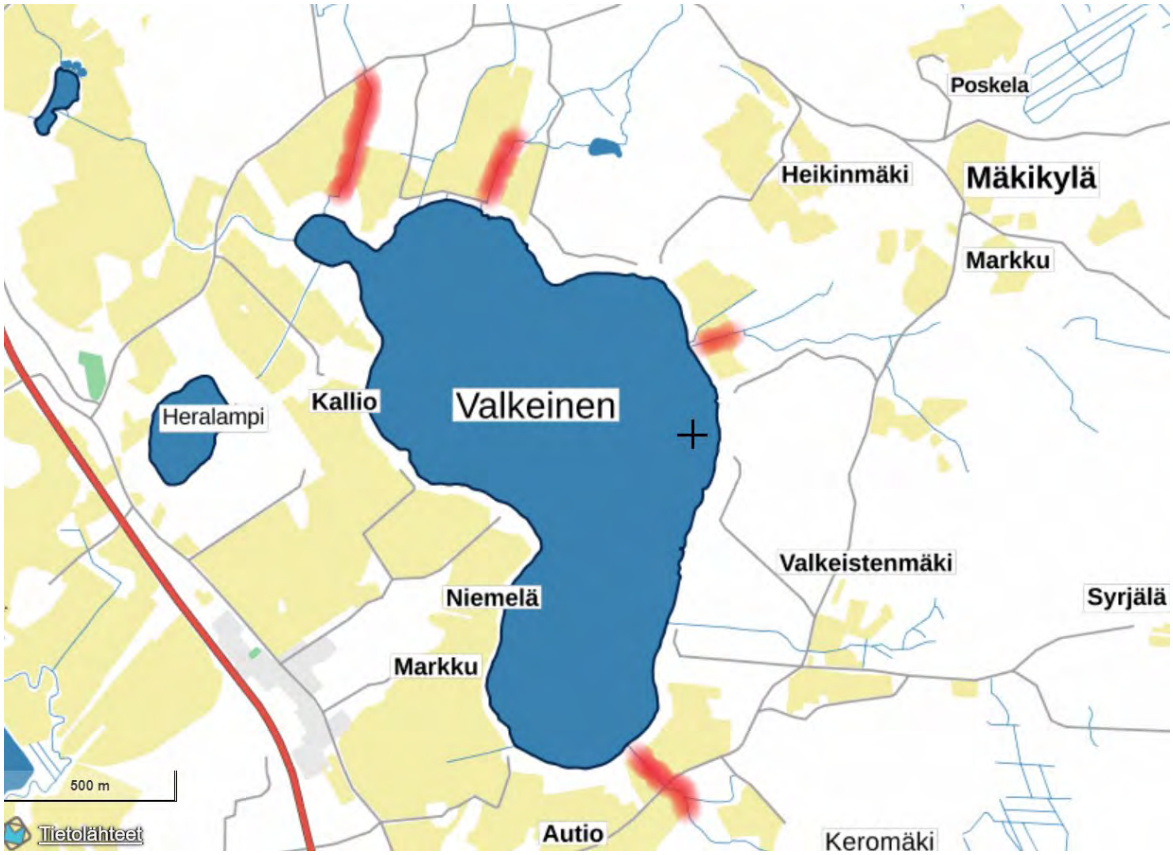
Molempien maankäyttömuotojen niin maa- kuin metsätaloudenkin perusedellytys on toimiva peruskuivatus, mutta kaksitasouomilla pystytään saman aikaisesti kiinniottamaan kiintoainesta ja ravinteita sekä huomioidaan monimuotoisuus- ja maisema-arvot. Aliveden aikaan pääuomassa virtaava vesi mahdollistaa virtavesiekosysteemien säilymisen, mutta tulvien aikaan tulvatasanteelle nousevan veden virtaus hidastuu ja veden mukana kulkeutuva kiintoaines pääsee laskemaan. Lisäksi tulvatasanteilla kasvava kasvillisuus kiinniottaa sekä kiintoainesta että ravinteita. Kaksitasouomilla pystytään siis vaikuttamaan virtaamahuippuja tasaavasti sekä kiinniottamaan jo liikkeelle lähtenyttä maa-ainesta. Perinteiseen uomaan

verrattuna kaksitasouomilla pystytään toteuttamaan sekä virranhallintaa että hallitsemaan eroosiota ja maa-ainesten kasautumista.

Kaksitasouomat vaativat tilaa enemmän kuin perinteiset kuivatusojat ja niiden rakentamisen yhteydessä joudutaan siirtämään enemmän maamassoja, joka nostaa niiden rakennuskustannuksia. Pidemmällä aikajuoksulla kaksitasouoman ylläpitokulut jäävät kuitenkin alhaisiksi. Suomessa on seurattu useilla kohteilla kaksitasouomien toimintaa rakentamisen jälkeen. Niiden kuivatustilan ja vedenjohtokyvyn on osoitettu toimivan varsin hyvin vuosikymmenen ajanjaksolla ilman suurempia ylläpitotoimia (Hjerppe ym. 2019). Samoissa tutkimuksissa on havaittu ojaeroosion pienentyneen kaksitasouomien seurauksena ja kiintoainetta on nähty kasaantuvan runsaasti tulvatasanteille vuosittain tarkasteltuna. Suomalaisissa tutkimuksissa on myös havaittu, että kaksitasouoman itsepuhdistuskyvyn olevan parempi alivirtaamillakin kuin perinteisissä ojauomissa. Tämä perustuu siihen, kun perinteisissä peratuissa ojissa verrattuna kaksitasouomiin, virtausnopeus on tulva-aikojen ulkopuolella pienempi. Tällöin perinteisen uoman pohjalle kasaantuu helposti kiintoainetta, joka madaltaa ojien syvyyttä ja pahimmassa tapauksessa tukkii salaojien purkuaukkoja. Tällaisissa uomissa pienet virtaamat eivät riitä pitämään yllä ojien itsepuhdistumiskykyä. Vaikka tulvatasanteelle kasautuva maa-aines hieman pienentääkin uoman poikkipinta-alaa, turvaa alivesiuoman puhtaana pysyminen kaksitasouoman toimivuuden ja kuivatussyvyyden riittävyyden pitkälle tulevaisuuteen.

Kaksitasouomia suositellaan erityisesti alueille, joissa eroosiota tapahtuu runsaasti ja joissa virtaa runsaasti vettä. Kaksitasouomaa ei tarvitse eikä pystykään tekemään kokonaisille uomaverkostoille, vaan rakenne kannattaa tehdä sinne, missä esiintyy eroosiosta ja kasautumisesta suurimmat haitat. Kaksitasouomien rakentaminen 10-20% uomaverkoston pituuksista, voidaan havaita hyötyjä mm. vedenlaadun paranemisena.

Valkeisella kaksitasouomilla olisi mahdollista vaikuttaa moneen esiintyvään ongelmaan: Ojaeroosioon, maa-ainesten ja ravinteiden kulkeutumiseen ja kasautumiseen. Näillä kaikilla on vaikutusta Valkeinen-järven rehevöitymiskehitykseen. Luonnollisesti kaksitasouomia voisi suositella suurempien peltojen kohdille/niiden jälkeen alajuoksulle, joissa suurimmat virtaamat ja ongelmat esiintyvät. Tässä suunnitelmassa kaksitasouomia ehdotetaan samoilla ojaosuuksille kuin kiveämistäkin, joten maanomistajalla on mahdollisuus valita olisiko mieluisampi vaihtoehto ojanpengerten kiveäminen vai kaksitasouoma. Kaksitasouomille potentiaalisia kohtia voitaisiin valita myös siten että uoman varrella olevia kitu-ja joutomaita sekä pusikoituneita maaosuuksia käytettäisiin kaksitasouomien rakentamiseen. Tällöin olisi mahdollista välttää, ettei maanomistajien tarvitsisi käyttää korkeatuottoisia maa-alueita rakenteiden toteuttamiseen. Kaksitasouomille potentiaalia uomanosuuksia on esitetty alla olevassa karttakuvassa 14.



Kuva 14. Ehdotus kaksitasouomien sijoittamiseksi Valkeisen tulo-ojiin.

Kaksitasouoman kustannusarvio ja kunnossapito

Mikäli ravinteiden kulkeutumista halutaan estää mahdollisimman tehokkaasti, kasvillisuus tulvatasanteelta on suositeltavaa niittää ja kerätä pois vuosittain loppukesästä. Ruohovartinen kasvillisuus ei ole ongelma rakenteen auki pysymisessä mutta puuvartisten kasvien, kuten pajujen poistaminen voi olla tarpeen muutaman vuoden välein. Tulvatasanteen maanpinta todennäköisesti nousee ajankuluessa kiintoaineen sedimentaation seurauksena. Esimerkiksi Suomessa Ritobäckenin kaksitasouoman tulvatasanteelle sedimentoitui maa-ainesta vuodessa keskimäärin 5-15 mm. (Västilä & Järvelä 2017). Tämä tarkoittaa sitä, että tulvatasannetta voidaan joutua aika-ajoin puhdistamaan riippuen myös siitä, paljonko alueelle kasaantuu kiintoainesta. Oletuksena kuitenkin on, että tulvatasanteen puhdistusväli lasketaan ennemmin vuosikymmenissä kuin vuosissa.

Kaksitasouoman rakentaminen vaatii alkuun puuvartisen kasvillisuuden raivaamista tulvatasanteelta. Suurin kustannus rakentamisvaiheessa muodostuu kaivinkone/traktorikaivurin maansiirtotöistä. Peltojen kohdalla kaivuumassa voidaan asetella pellon mataliin kohtiin, jolloin maanpinta nousee ja kuivavara kasvaa. Tulvatasanteista on kohtuullisesti tutkimusmateriaalia saatavissa ja näiden mukaan tasanteen leveyden tulisi olla 3-5 kertaa alivesiuoman levyisiä. Tulvatasanteet kannattaa rakentaa myös niin mataliksi, että vesi tulvii niille helposti. Suositeltavaa on että tulvatasanteen korkeus olisi keskivirtaaman korkeudella tai hieman alempana, siten että tulvatasanteella olisi vettä 2-4 kk vuodesta (Västilä ym. 2021).

Kustannukset

Kaksitasouomien virallisia rakennuskustannuksia ei kerrota missään, mutta Suomen ympäristökeskuksen kaksitasouomien rakennusohjeessa mainitaan tällaisten uomien rakennuskustannusten olen keskimäärin 3-4 kertaa kalliimpia perinteiseen perkaamiseen verrattuna (tarkempia hintatietoja kirjallisuudessa saatavilla hyvin

vähän). Perinteisen perkaamisen hinta on liikkunut viimeisen kahden vuoden aikana noin 0.75e/m. mikäli kaksitaso uomaa tehdään esimerkiksi 100 metrin matkalle, tällöin karkeasti laskettuna kaksitasouoman perustamiskustannus 100 metriä kohti olisi noin 0,75e x 100m=750e, 750ex4= 3000 euroa. Valkeisen ympäristössä kaksitasouomien alustavia paikkoja on ehdotettu karttakuvassa 14. Kaksitasouomien toimivuus on varmistettu Suomessa varsinkin maatalouden vesiensuojelurakenteena, mutta valkeisella alajuoksulle sijoitetut kaksitasouomat varmasti hillitsisivät myös metsätaloustoimien aiheuttamaa kuormitusta, jolloin nämä rakenteet palvelisivat vesiensuojelussa molempia maankäyttömuotoja, peltoviljelyä ja metsätaloutta. Karttakuvaan merkittyjen ojaosuuksien kokonaispituus on karkealla karttatarkastelulla yhteensä 810 metriä, jolloin kaksitasouomien perustamiskustannuksena olisi 24 300 euroa. Hinta ei pidä sisällään suunnittelua, jota kaksitasouomien perustaminen saattaa vaatia.

Rahoitus

Tähän saakka kaksitasouomien rakentamiseen on voinut saada peruskuivatusavustusta. Nyt vuoden 2023 vuoden alusta alkava uusi maatalouden ympäristökorvausjärjestelmän ei-tuotannollinen investointituki lupaa rahoitusta kaksitasouomille perustamisvaiheessa 21euroa/ metri ja hoitokorvausta 500e/ha/v. (Keränen 2022).

Mikäli kaksitasouomaa tehtäisiin luonnonmukaisena peruskuivatushankkeena, tällöin on mahdollista saada korotettua peruskuivatustukea. Peruskuivatushankkeen edellytyksenä on, että hanke on kahden tai useamman tilan yhteistyössä tehty hanke. Peruskuivatusavustus on normaalitapauksessa vaihdellut 30-50% hyväksytyistä kustannuksista, mutta luonnonmukaisien peruskuivatushankkeiden yhteydessä esimerkiksi vesiensuojelurakenteiden rakentamisen, tukea on ollut mahdollista

nostaa vielä 20 %, jolloin hyväksytyistä kustannuksista voidaan kattaa 50-70 %. (Salaojayhdistys.fi)

6.4 Virtaamanhallinta pohjapadoilla tai pohjapatosarjoilla

Virtaamansäätely on yksi vesiensuojelun perusmenetelmistä, jolla pyritään varmistamaan, että veden virtausnopeus pysyy riittävän alhaisena, jolloin maa-ainekset eivät lähtisi kulkeutumaan virtaavan veden mukaan. Suomessa yleisesti käytössä olevat virtaamansäätörakenteet ovat erilaiset pohjapadot ja pohjakynnykset. Näiden rakenteiden käyttö on suositeltavaa pienissä ja pienehköissä ojissa.

Maltillisen kokoisilla valuma-alueilla varsinkin pienillä pohjapatosarjoilla on mahdollista kiinniottaa valuma-alueelta tulevaa kiintoainekuormitusta kustannustehokkaasti. Erilaiset pohjapatosarjat ovat yleisesti käytössä olevia rakenteina, niin maa- kuin metsätalouden vesienhallinnassa ja tästä syystä pohjapatosarjat ovat suositeltavia rakenteita myös Valkeisen ojissa. Pohjapatosarjojen toimintaa voidaan tarvittaessa parantaa myös muilla pienialaisilla rakenteilla, kuten kaivuu- ja perkuukatkoilla. Kaivu- ja perkuukatkot tarkoittavat viettävään kohtaan jätettävää kaivamatonta ojanpätkää. Kuva 15.

Kuva 15. Kaivukatko metsäojassa (Metsäkeskus).

Freshabitin Kuorejärven vesiensuojeluhankkeessa esitettiin laskeutusaltaan rakentamista myös ojalle nro. 4, Mäkikylästä laskeva oja. Laskeutusaltaan toteutus kuitenkin torjuttiin todennäköisesti Sähköverkkoyhtiön aloitteesta, koska alueelle oli rakenteilla uusi voimalinja, jonka huoltoreittejä laskeutusallas olisi haitannut. Samasta syystä laskeutusaltaan rakentamista on turha ehdottaa uudelleen, mutta kyseiseen ojaan voisi mahdollisesti asettaa muita korvaavia vesiensuojelurakenteita. Ojan 4 alajuoksulle ehdotetaan tässä suunnitelmassa kaksitasouomaa, joka on yksi uusimmista vesiensuojeluratkaisuista ravinteiden ja kiintoaineksen kiinniottamiseksi. Mikäli kaksitasouoma on mahdoton toteuttaa, on mahdollista, että ojaan rakennetaan pohjapatosarja 3-5 patoa kivistä rakennettuna, joka hillitsisi vedenvirtausta ylempää valuma-alueelta.

Myös ojaan nro.6 oli Kuorejärven luonnonhoitohankkeessa suunniteltu pohjapatosarja, jota ei koskaan toteutettu. Tämän ojan kohdalla maa-aines on oikein hienojakoista, joten ojan kuormituksen hallitsemiseksi pohjapatosarja voisi olla toimiva ratkaisu. Tässä suunnitelmassa kuitenkin on muitakin vaihtoehtoja ehdotettuna ojalle nro 6. Muunmuassa eroosiosuojaus kiveämisen avulla tai kaksitasouomaa.

Pohjakynnykset muistuttavat toiminnaltaan luonnossa olevia koskia tai niiden voidaan ajatella olevan matalia patoja. Ne voidaan rakentaa puusta, sementistä, sorasta tai kivestä. Pohjakynnykset nostavat ojan vedenkorkeutta, hidastetaan uoman virtausta ja samalla pidätetään ojavedessä liikkuvaa kiintoainesta. Kynnys- ja patorakenteet muodostavat ylävirran puolelle omanlaisiaan altaita, joissa veden virtausta ja tällöin kiintoaine pääsee laskeutumaan altaiden pohjalle.

Kustannukset

Pohjapatoja voi tehdä hyvin monista eri materiaalista ja hyvin monen eri kokoisia, joten niiden rakennuskustannukset vaihtelevat suuresti. Tässä suunnitelmassa kuitenkin suositellaan hyvin samantyylisiä pohjapatojasarjoja, kuin Kuorejärven luonnonhoitohankkeessa rakennettiin 2018, joten kustannuslaskennassa käytettiin pohjatietona Kuorejärven hankkeen todellisia rakennuskustannuksia. Hinnoissa huomioidaan yleinen rakennusmateriaalien ja konetyön hinnan nouseminen kolmen vuoden aikana, jolloin yhden pohjapatosarjan rakennuskustannus on noin 4600 euroa (3-4 yksittäistä patoa). Pohjapatojen rakenne on tässä suunnitelmassa varsin yksinkertainen eikä pidä sisällään vettä-läpäisemättömiä materiaaleja. Pohjapatojen rakentaminen saattaa kuitenkin tarvita tarkempaa suunnittelua, jotta padot toimivat kunnolla, eivätkä ne aiheuta vettymishaittoja. Kustannusarvio ei pidä sisällään laajempaa suunnitteluprosessia.

6.5 Olemassa olevien vesiensuojelurakenteiden kunnostus ja toiminnan tehostaminen

Levanpuroon on rakennettu laskeutusallas vuonna 2018 Kuorejärven luonnonhoitohankkeessa. Laskeutusallas ja sen kunto on tarkastettu Jamkin ja Metsäkeskuksen toimesta kesällä 2022. Rakenteellisesti itse allas on kohtuullisen hyvässä kunnossa, mutta altaan syvyys on mitoitettu 2,5 metrin syvyiseksi, lietevaran ollessa 1,2 metriä. Laskeutusallas on kuitenkin täyttynyt hyvin täyteen ja se olisi syytä tyhjentää mahdollisimman pian kiintoaineksesta. Allas on siis toiminut kuten sen on suunniteltu toimivan, eli se hidastaa veden virtaamaa ja kiinniottaa mukana kulkeutuvia maa-aineksia. Allasta ei tietojen mukaan ole tyhjennetty sen rakentamisen jälkeen. Veden virtaamat ovat suuret yhdistettynä hienojakoiseen maa-ainekseen, tällöin yksittäinen allas ei montaa vuotta pysy toimintakelpoisena, ilman säännöllisiä huoltotoimia. Alueelle voisi olla hyödyllistä rakentaa useamman altaan ketju, jolloin altaiden huoltoväli olisi pidempi. Valkeisen ojastoissa liikkuu kuitenkin runsaasti maa-aineksia, joten olipa laskeutusaltaiden pinta-ala tai määrä kuinka suuri tahansa, ne vaativat säännöllistä ylläpitoa ja tyhjennystä. Tosiasiassa on huomioitava, että altaan tyhjentäminen on edullisempaa kuin lisäaltaiden rakentaminen.

Kuva 16. Samuli Lahtela tarkistamassa Levanpuron laskeutusallasta 16.06.2022. Laskeutusaltaan lietevara on täynnä.

Valkeisen Levanpurossa yksi virtaamansäätöpato ja laskeutusallas on rakennettu Freshabit hankkeen yhteydessä 2018. Suositeltavaa olisi, että Levanpuron laskeutusaltaan alapuolella sijaitsevan padon kunto tarkastettaisiin. Myös altaan ylivuotoputken tilannetta tulisi tarkastella, koska tällä hetkellä ylijuoksutusputken vierestä maa-ainekset ovat sortuneet. Ylivirtaaman aikaan vesi on noussut altaassa niin korkealle, että altaasta on todennäköisesti vuotanut vettä suoraan putken ohi vieden maa-ainesta mukanaan. Kuva 17.

Kuva 17. Levanpuron ylivuotoputkea tukevat maa-ainekset ovat syöpyneet tulvien aikaan. Kuva otettu 16.06.2022.

Vesiensuojelun piirissä tehdään jatkuvasti uusia tutkimuksia ja tieto lisääntyy koko ajan. Metsäkeskuksen tekemässä PuuMaVesi-hankkeessa 2018 huomattiin uppopuun lisäämisellä vesistöön olevan vaikutusta vesienpuhdistumiseen. Uppopuun lisääminen vähensi typen, fosforin, kiintoaineen ja humuksen määrää valumavesissä (Puumavesi-hanke loppuraportti 2021). Puunmateriaalin teho vesiensuojelussa perustuu kahteen asiaan: Puumateriaalin pinnalle kehittyvään biofilmiin ja kiintoainetta pysäyttävään mekaaniseen esteeseen. Puumateriaalin pinnalle vedessä

muodostuu nopeasti päällyskasvustoa ja sitä hyötyvä pohjaeläimistö. Pohjaeläimet taas hyödyntävät vedessä olevia ravinteita, humusta ja metalleja. Menetelmän tarkoituksena on tavallaan lisätä eliöstöä ojitusten seurauksena heikentyneisiin ojiin hyötykäyttämään ojissa esiintyviä ravinteita. Luonnontilaisissa puroissa eroosio-ongelmia ei yleensä esiinny ja liiasta ravinteisuudesta huolehtii vesieliöt, joille luonnontilaisissa puroissa on runsaasti elinympäristöjä.

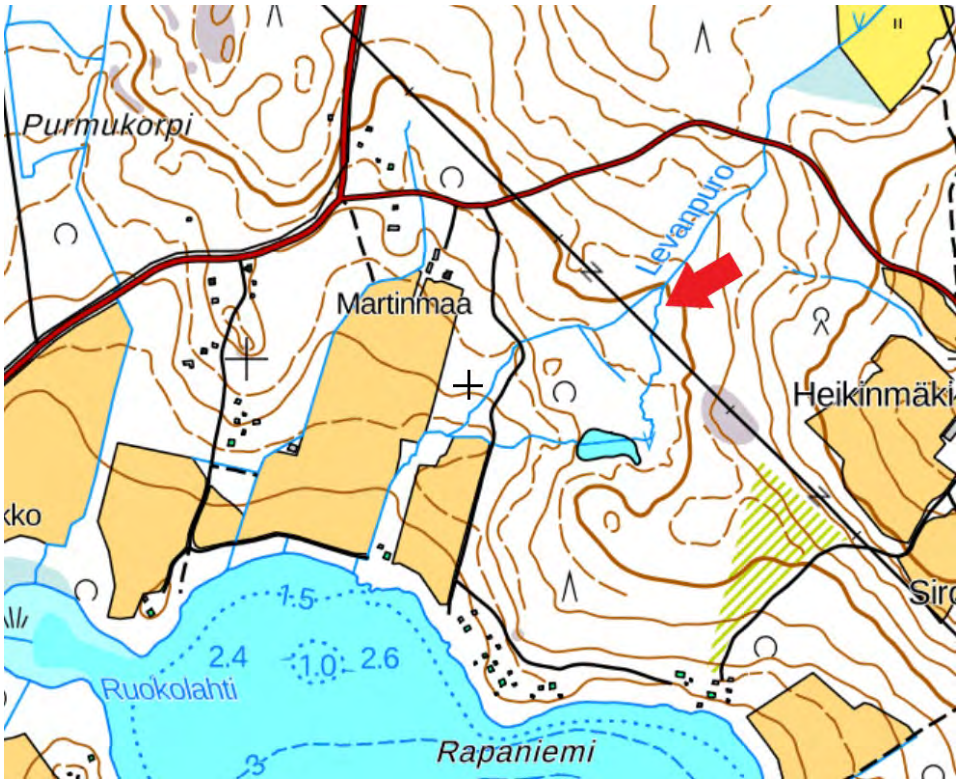
Kuva 18. Kuusirankanippuja aseteltuna laskeutusaltaaseen Keski-Suomessa. PuuMAVesi-hanke 2018. Kuva Esko Keskinen.

PuuMaVesi-hankkeessa metsätalouden valumavesistä saatiin vähenemään ravinne- ja humuspitoisuuksia 44 % ja kiintoainepitoisuuksia jopa 77 %. Myös rautapitoisuudet saatiin laskemaan puumateriaalia lisäämällä. Tulokset olivat erittäin selkeitä varsinkin tulvien aikaan. Valkeisella puumateriaalin lisääminen veden alle olisi uusi, tehokas ja edullinen ns. biologinen puhdistusmenetelmä valumavesien hallintaan. Levanpuron laskeutusaltaan puhdistustehoa voitaisiin parantaa lisäämällä sinne vähempiarvoista puumateriaalia ja työtä olisi mahdollista toteuttaa hyvin pitkälti talkootyönä. Kaikkein

parhaimpia puulajeja puhdistusteholtaan ovat havupuut, erityisesti kuusi. Kuusen pinnalla päällyskasvusto menestyi parhaiten ja pohjaeläinten määrä oli runsaimmillaan havupuupinnoilla. Puumateriaalia olisi mahdollista lisätä myös ojastoon pitkin matkaa. Ainakin vesinäyteanalyysien ja silmämääräisen tarkastelun perusteella puuston lisääminen varsinkin ojiin 3, 4, 5 ja 6 olisi hyödyllistä.

6.6 Veden ohjaaminen Levanpurolla laskeutusaltaaseen

Valkeisen pisimmän ojan Levanpuron varteen on kaivettu arviolta 50-luvun lopussa (vanhat ilmakuvat mml, vanhatkartat.fi) toinen haara, jonka varrella on rakennettu allas ilmeisesti kalankasvatusta varten. Haara merkattu alapuoliseen kuvaan 18 punaisella nuolella.



Kuva 18. Levanpuron haara, jonka varrella kala-allas merkattuna punaisella nuolella.

Vedet menevät tällä hetkellä kaikki tähän ”siikalammen” haaraan ja ylempi uoma on kivipadolla rajattu pois.

Nykyisellään allasrakennelma on ilman tähdellisempää käyttöä, joten rakennelmaa olisi hyödyllistä käyttää vesiensuojelurakenteena. Tässä ojanhaarassa maa-aines on hieman karkeampaa hienoainesmoreenia, joten kustannustehokkainta olisi muuttaa allas laskeutusaltaaksi.

Kuva 19. Levanpuron sivuhaaran vanha kalankasvatusallas on osittain umpeenkasvanut. Kuva otettu 06.07.2022 Hanna Nousiainen.

Vanhan lammen tilavuutta ei tällä hetkellä tiedetä tarkemmin, mutta karttatarkastelun perusteella altaan kokonaispinta-ala on noin 2600 neliötä, joka olisi varsin hyvä pinta-ala lisäämään vedensuodatuskapasiteettia Levanpurolle, joka tuo Valkeiseen vedet suurelta alueelta. Mikäli nykyinen siika-altaalle tuleva vesimäärä on laskeutusaltaanseen nähden liian suuri, on mahdollista aukaista vanha kivipato ja ohjata osa ylivirtaaman vesistä vanhaan uomaan takaisin. Tämän vaihtoehdon

tarkastelu vaatii kuitenkin tarkempaa laskentaa ja suunnittelua laskeutusaltaan mitoituksen yhteydessä. Allas on nykyisellään pitkälti umpeenkasvanut ja avovettä on näkyvissä vain hieman altaan alareunalla. Muutostyöt sisältäisivät lähinnä altaan kasvillisuuden poistoa ja altaan tyhjennystä maa-aineksista. Altaaseen on kertynyt vuosikymmenten saatossa paksulti maa-aineksia, mutta allas on toisaalta toiminut kiintoaineksen kiinniottajana jo tähänkin saakka. Altaan kiinniottotehoa ja toimivuutta on mahdollista parantaa pienin muutoksin. Altaasta tulisi rakentaa myös purkukohta, jollaista ei ainakaan maastohavaintojen yhteydessä (kesä-elokuu aikana) havaittu. Allas kuitenkin vuotaa purkupäästä useistakin kohtaa, koska ojissa altaan alapuolella virtasi vettä kuivana kautena loppukesästä. Tähänkin laskeutusaltaaseen olisi hyvä lisätä puumateriaalia puhdistustehoa lisäämään. Lisäksi tässä ojahaarassa oli loppukesällä nähtävissä ojaosuuksia, jossa seisova vesi oli aivan punaista. Nämä ovat merkkejä siitä, että valuma-alueella esiintyy paikoin rautaa ja virtaavan veden mukana sitä kulkeutuu Valkeiseen saakka (Kuva 20). Laskeutusaltaaseen lisätyn puumateriaalin avulla saatiin PuuMaVesi-hankkeessa lähtövedestä vähennettyä merkittävästi myös rautapitoisuuksia (Puumavesi-hanke, loppuraportti 2021) ja tästä olisi merkittävää hyötyä myös Valkeisen tapauksessa.

Kuva 20. Paikoitellen kala-altaalta laskevassa ojassa vesi on varsin punaista. Tämä mahdollisesti voi indikoida veden mukana liikkuvan rautaa. Kuva 04.09.2022 Hanna Nousiainen.

Altaalle tulevat ja lähtevät ojat ovat kohtuullisessa kunnossa, mutta ojauomia olisi tässäkin tapauksessa hyvä korjata maa-ainesten irtoamisen estämiseksi. Ojissa on valtavat määrät kiviä ja niitä uudelleensijoittelemalla kaivuutöiden yhteydessä voitaisiin ojien eroosiosuojaus hoitaa samalla. Kuva 21.

Kuva 21. Kala-altaasta lähtevät ojat ovat täynnä kivimateriaalia, jota on mahdollista käyttää eroosionsuojauksena uudelleen aseteltuna. Kuva 06.07.2022 Hanna Nousiainen.

Kustannukset ja rahoitus

Altaan ja ojien kunnostustyöt pitävät sisällään lähinnä kaivuu- ja konetyötä, joten altaan suunnitteluun ja rakentamiseen sekä ojien eroosiosuojaukseen arvioidaan kuluvan noin 25 000 euroa. Hintaan ei sisälly laajamittaista suunnittelutyötä. Altaan

sijainnin ja valuma-alueen metsävaltaisuuden vuoksi rahoitusta muutostöihin suositellaan lähteä hakemaan Suomen metsäkeskuksen Kemera-tuista.

6.7 Vesiensuojelusuunnitelma metsätaloustoimille

Metsänhoidonsuosituksissa mainitaan metsätalouden vesiensuojelun pääperiaatteiksi sen, että ”hakkuissa ja metsänhoidossa minimoidaan kiintoaineksen ja ravinteiden huuhtoutuminen ja liikkeelle lähteminen veden mukana. Lisäksi kaapataan liikkeelle lähteneet ravinteet ja hiukkaset vedestä vesiensuojelurakenteiden avulla.” Kuten muillakin maankäytön sektoreilla metsätalouden vesistökuormitus jaetaan ravinnekuormituksen (pääravinteen fosfori ja typpi), kiintoainekuormitukseen, humus-, metalli- ja happamuuskuormitukseen. Metsätalouden vesistövaikutuksesta kiintoainekuormitus on merkittävämpi tekijä kuin ravinnekuormitus varsinkin kivennäismailla. Ravinnekuormituksen riski on suurempi toimittaessa turvemailla kuin kivennäismailla. Toki on muistettava, että ravinteet liikkuvat valuma-alueilta vesistöihin yleensä kiintoaineeseen sitoutuneena, joten kuormituksen laatua ei tältä osin voida erottaa toisistaan. Kiintoaineksen irtoamisen estäminen ja kiinniottaminen hillitsee samalla myös ravinteiden kulkeutumista vesistöihin. Metsätalouden vesistökuormituksen merkkejä on havaittavissa runsaasti myös Valkeinen-järvessä. Ojakartoitusten yhteydessä esiin nousseet eroosio-ongelmat ja maansyöpyminen indikoivat sitä, että parempi maankäytön suunnittelu metsätalouden puolella olisi erittäin suositeltava toimintatapa Valkeisen ympäristössä.

Valuma-alueen maanpinnan muodoille ei voida mitään, mutta alueelle tapahtuville toimille olisi mahdollista käyttää tarkempaa suunnittelua. Valuma-alueen metsätaloustoimille olisi eduksi tehdä laajamittaisempi usean maanomistajan

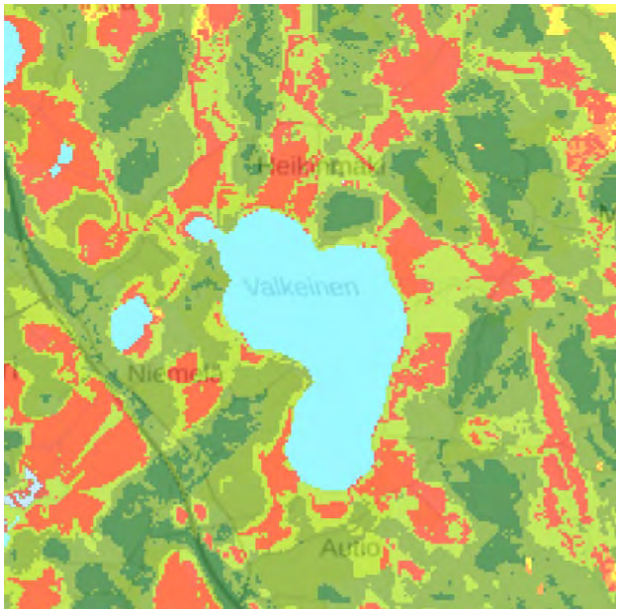
alueelle ulottuva tarkempi metsätalouden vesiensuojelusuunnitelma/korjuusuunnitelma, jotta maanmuokkaukset, hakkuut ja puunkorjuu toteutettaisiin oikea-aikaisesti ja ilman että kiintoaineet pääsevät kuormittamaan järveä enempää. Valkeisen valuma-alueella mitä suurimmalla todennäköisyydellä on metsäkohteita, jotka luettaisiin erityisjärjestelyin toteutettaviksi kohteiksi. Luonnonvarakeskuksen laatimat Rusle2015-aineistot, myös kertoo, että Valkeisen valuma-alueella on runsaasti alueita, jossa metsänuudistamisen suunnitteluun tulee kiinnittää huomiota, Kuva 22. Rusle2015-mallilla tuotettu kartta kertoo maanmuokkauksen aiheuttaman eroosion suuruutta ensimmäisenä vuonna maanmuokkauksen suorittamisesta.

Kuva 22. Rusle2015-mallinnuksella toteutettu karttakuva, jossa keltaisella ja punaisella merkattu kuormittavat alueet, joilla maanmuokkauksien vesiensuojeluun tulisi kiinnittää erityishuomiota.

Laajempaa suunnitelmaa tukisi myös se, että hakkuut ja maanmuokkaus olisi mahdollista suorittaa siten, että maantiivistyminen ja metsän kasvukunto säilyisi

alueella hyvänä. Laajemman korjuusuunnitelman seurauksena myös korjuukulut haastavalla eroosioherkällä alueella olisi mahdollista pitää maltillisena, kun hakkuut synkronoitaisiin siten, että sama koneurakoitsija voisi toimia alueella useiden eri maanomistajien metsäkuvioilla samoja ajouria käyttäen ilman koneen edestakaisia siirtämisiä.

Metsätalouden vesiensuojelusuunnitelmia voi tiedustella metsäkeskukselta tai vaikka paikalliselta metsähoitoyhdistykseltä, mutta nämä suunnitelmat ovat usein maksullisia. Toki myös suunnittelutyön rahoittamiseksi on mahdollisuus hakea erilaisia tukia. Koska suunnittelutyö maksaa aina kuitenkin rahaa, voisi yhtenä vaihtoehtona olla tarjota erilaisten suunnittelukokonaisuuksien toteuttaminen opinnäytetöinä. Jyväskylän ammattikorkeakoulun opiskelijoille olisi mahdollista tarjota useita erilaisia työkokonaisuuksia Valkeinen-järven ympärillä. Saarijärven Tarvaalan Biotalouskampuksen osaaminen on varsin vankkaa vesiensuojelun lisäksi mm. metsätalouden ja sen päästöjen hillinnän osalta, jolloin opiskelijatyön hyötykäyttäminen olisi tehokas keino saada suunnitelmia maanomistajien käyttöön.



Kuva 23. Metsäkeskuksen laatima korjuukelpoisuuskartta. Punaisella merkityille alueille

suositellaan hakkuiden ajoittamista talveen, jotta maa-ainesten irtoaminen saataisiin pysymään mahdollisimman pienenä.

6.8 Kosteikko Heralammesta laskevalle ojalle (nro 7)

Oikein mitoitettu ja rakennettu vesiensuojelukosteikko pidättää tehokkaasti ravinteita ja kiintoainesta. Toimivassa kosteikossa veden tulee jakautua tasaisesti kosteikon koko alalle, jotta virtausnopeus laskee riittävästi. Tällä on merkittävä vaikutus vesien puhdistusprosessien toimivuuteen. Toinen tärkeä seikka on, että vesiensuojelukosteikko on riittävän iso valuma-alueeseen nähden, jolloin sen on mahdollista suodattaa sinne ohjattu kokonaisvesimäärä. Kosteikon koko vaikuttaa myös veden virtausnopeuteen ja sitä kautta koko puhdistustehoon. Kosteikko sitoo sitä enemmän itseensä ravinteita, mitä enemmän sinne ohjatussa vedessä on ravinteita ja kiintoainetta. Toimivassa kosteikossa on syvän ja matalan veden alueita. Kosteikon toimivuuden kannalta kosteikon rakenteita on hyvä pitää silmällä, mahdolliset patorakenteet pitää kunnossa ja syvän veden alueet tyhjentää niiden täyttyessä. Mikäli kosteikko rakennetaan esimerkiksi entisen pellon paikalle, tulee ravinteikas pintamaa poistaa, koska vettyessään ravinteet alkavat liueta veteen.

Kosteikon hyödyt eivät ole ainoastaan veden puhdistamisominaisuudet, vaan kosteikoilla voi olla muitakin hyötyjä. Monivaikutteinen kosteikko lisää luonnon monimuotoisuutta ja tärkeä elinympäristö monille kasvi- ja eläinlajille. Kosteikkoa on mahdollista käyttää lintuharrastukseen ja riistakäyttöön (linnut ja pienpedot) ja kosteikolla voi olla maisemallista- ja yleistä virkistyskäyttöarvoa. Kosteikot tarjoavat mahdollisuuksia myös kalastukseen, uimiseen tai kasteluvesivarastona.

Kuva 22. Heralammesta laskeva oja on ruopattu leveäksi, mutta virtaama on kohtuu hidasta. Kasvillisuus on vallannut puron loppupään eikä varsinaista uomaa ole enää näkyvissä. Kuva otettu 22.06.22 Hanna Nousiainen.

Kustannukset ja rahoitus

Kosteikoita on Suomessa tehty paljon, mutta niiden rakennuskustannukset vaihtelevat suuresti. Ei-tuotannollinen investointituki kosteikon rakentamiseen on maksimissaan 12 000euroa/ha (vuoden 2023 alusta lähtien). Mikäli kosteikkoa lähdettäisiin toteuttamaan tämän tuen avulla, voisi kosteikon kustannusarvioksi laskea noin 7000 euroa. Toimivan kosteikon perustaminen vaatii kuitenkin tarkempaa suunnittelua, eikä tähän kustannusarvioon sisälly suunnittelutyötä.

Perustamisvaiheessa ei-tuotannollista investointitukea on mahdollista sisällyttää myös kosteikon suunnittelukustannuksia.

Rahoitukset kosteikoille voidaan hakea maatalouden vesiensuojelun puolelta ei-tuotannollisena investointitukena. Tällainen ETI-kosteikko on oltava kooltaan vähintään 0,5 % valuma-alueen koosta ja peltoa tulee valuma-alueella olla vähintään 10 %. Ei-tuotannollinen investointituki, olisi rahoitusvaihtoehtona todennäköisin tällä kohteella. Eti-tuki on kosteikon rakennusvaiheessa 100 % ja ylläpitokuluja kosteikon hoitoon on mahdollista saada 500euroa/hehtaari.

Metsäkeskukselta saadun tiedon mukaan tämän ojan valuma-alue ei täytä Kemera-rahoituksen myöntämisehtoja sen korkean peltovaltaisuuden takia.

Kuva 23. Ehdotettu kosteikon paikka Heralammesta laskevaan ojaan (nro 7).

Heralammesta laskevan ojan valuma-alue karttatarkastelun perusteella määritettynä on noin 37 ha, joten kosteikon koon olisi hyvä olla vähintään 0,5 hehtaaria. Maastokatselmuksissa ojan kiintoainekuormitus ei ole niin merkittävä kuin muualla järveen laskevissa ojissa, koska tämä oja on ainoa, joka sijaitsee kohtuullisen tasaisella maalla. Sitä vastoin kosteikon avulla ravinteiden kiinniotto on laskeutusaltaita tehokkaampaa ja siitä syystä kosteikko olisi perustellumpi vesiensuojelurakenne tällä kohteella. Kosteikon etuna olisi myös se, että vuosien varrella järven luusuan kasvillisuus on vahvistunut, ja vaikka luusuan kasvillisuutta ei lähdetä erikseen poistamaan, kosteikon avulla kasvillisuuden leviämistä on mahdollista hillitä.

ELYn tietojen mukaan ojalla nro 7 on tehty ruoppausta kymmenisen vuotta sitten ja tällä kohteella on olemassa oleva ojitusyhteisö. (Harri Liukkonen, suullinen tiedoksianto 05.09.2022) Mikäli suurempaa hankekokonaisuutta ei järven valuma-alueelle muodostu, ojitusyhteisö voisi kenties osallistua tämän kohteen toteutukseen.

7 Yhteenvetotaulukko ehdotetuista toimenpiteistä

Rakenne	**Kustannusarvio alv. 0%**	**Ehdotettu aikataulu**	**Toteuttajat**	**Rahoitus**
Kaksitasouoma yht. 810 metriä	24 300	Syksy 2023	Maanomistajat	ETI-tuki
Pohjapatosarja x2 a´ 4600	9 200	Syksy 2023	Metsäkeskus	Kemera
Ojienliuskojen kiveäminen yht.250m	13 200	Syksy 2023	Yhdistys, Metsäkeskus	K-S ELY, kemera
Puumateriaalin lisääminen ojiin	3 000	syksy 2023/ kevät 2024	Yhdistys/yhteisö	K-S ELY, kaupunki
Vanhojen rakenteiden korjaaminen (laskeutusallas)	1 500	Talvi 2023	Metsäkeskus	Kemera
Siika-altaan muutos laskeutusaltaaksi	25 000	Talvi 2024	Metsäkeskus	Kemera, K-S ELY,
Kosteikko heralammen ojaan	7 000	Talvi 2024	Maanomistajat	ETI-tuki
Yhteensä	**83 200**			

Toteuttajaksi: Kyläyhdistys, järvelle kunnostusyhdistys tai ojitusyhteisö?

8 Jälkiseuranta

Yksittäisten vesiensuojelurakenteiden kunnon seuraaminen on edellytys rahoituksen saamiselle luonnonhoitohankkeissa. Pohjapatojen kunto aina tulva-aikojen jälkeen, laskeutusaltaan lietetilavuuden seuraaminen, ojien eroosiosuojauksen tarkistaminen vuosittain on toimenpiteitä, jotka maanomistajien on tehtävä rakennusvaiheiden jälkeen. Mikäli hanketta lähdetään toteuttamaan suurempana kokonaisuutena, on mahdollista rakenteiden seuraaminen jakaa suuremman ihmismäärän hoidettavaksi eikä pelkästään yksittäisen maanomistajan vastuulle. Mikäli toteutusta lähdetään tekemään suurempana hankekokonaisuutena (hankkeen hallinnointi varta vasten perustettavalla kunnostusyhdistyksellä, kyläyhdistyksellä tai ojitusyhteisöllä) on rahavaroja mahdollista säästää myös myöhempiä mahdollisia kunnostustoimia varten.

Yksittäisten vesiensuojelurakenteiden puhdistustehoa on mahdotonta lähteä seuraamaan säännöllisemmin vesinäyteanalyysein, koska tässä hankkeessa rakenteita on useita ja ne ovat melko pienialaisia. Järkevämpää on jatkaa Valkeisen järvialtaan vedenlaadun seurantaa kuten tähänkin saakka. Koska järven prosessit ovat hitaita, vedenlaadun paranemista ei välttämättä pystytä havaitsemaan heti ensimmäisinä vuosina rakenteiden rakentamisen jälkeen. Rakenteiden vedenlaatua parantavat vaikutuksen tullaan havaitsemaan viiveellä. Vedenlaatuanalyysit Valkeisen järvialtaasta olisi kuitenkin hyvä tehdä vähintään joka toinen vuosi, jotta pystytään seuraamaan ovatko tässä hankkeessa laaditun vesiensuojelusuunnitelman

tavoitteet Valkeisen järven vedenlaadun heikkenemisen pysäyttämisestä toteutuneet.

Esimerkiksi kaksitasouomien tapauksessa olisi hyvin tarpeellista ja suotavaa kerätä tietoa uusien vesiensuojelurakenteiden toimivuudesta ja tehokkuudesta erilaisilla kohteilla. Jyväskylän ammattikorkeakoulu olisi kiinnostunut liittämään tällaiset kohteet osaksi tutkimushanketta, johon kuuluisi kaksitasouomien toiminnan seuranta useampana vuonna rakentamisen jälkeen.

Lähteet

Aarnos, H. 2021. Valkeinen-järven vedenlaadun kehittyminen vedenlaatuhavaintojen perusteella: Tarkastelujakso 1974-2021-esitys. Valkeinen-järven infotilaisuus 01.10.2021 Nahjuksen kylätalolla.

Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S. ym. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen Ympäristö, 10/2010. ISBN 978-952-11-3756-3 (pdf).

Finér L., Lepistö A., Karlsson K., Räike A., Tattari S., Huttunen M., Härkönen L., Joensuu S., Kortelainen P., Mattsson T., Piirainen S., Sarkkola S., Sallantaus T., Ukonmaanaho L. (2020). Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6. 77 s.

Hjerppe, T., Västilä, K., Hämäläinen, L., Raitanen, H. & Jormola J. Kaksitasouomat maatalouden kuivatusvesien hallinnassa. Käytännön maamies 5/2019.

Keskinen, E. 2020. Metsätalouden vesiensuojelun tehostaminen puuaineksella, Opinnäytetyö, YAMK. Luonnonvara ja ympäristöala. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Keto, K., 2022. Rantaeroosio ja sen torjunta. Opas 1. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Jormola, J., Harjula, H. ja Sarvilinna A. (toim.) 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen, Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 631. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: http://hdl.handle.net/10138/40396

Keränen, M. 2022. Cap-uudistuksen vaikutus hanketoimintaan – Peruskuivatuksen tukeminen ja ei-tuotannolliset kosteikkotuet-esitys 20.09.2022. Maa- ja metsätalousministeriön hakuinfo.

Kortelainen, P., Mattsson, T., Finér, L, Ahtiainen, M., Saukkonen, S. ja Sallantaus, T. 2006. Controls on export of C, N, P and Fe from undisturbed boreal catchments, Finland. Aquatic Sciences 68: 453-468.

Lilja, H., Puustinen, M., Turtola, E. & Hyväluoma, J. 2017. Suomen peltojen karttapohjainen eroosioluokitus. Valtakunnallisen kattavuuden saavuttamisen ja WMS-palvelu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 42/2017. Luonnonvarakeskus.

Liljaniemi, P., Vuori, K.-M., Ilyashuk, B. & Luotonen, H. (2002) Habitat characteristics and macroinvertebrate assemblages in boreal forest streams: relations to catchment silvicultural activities. Hydrobiologia, 474, 239–251.

Luonnonhoidon paikkatietoaineistot 2022. Suomen Metsäkeskus. Saatavilla: Luonnonhoidon paikkatietoaineistot (arcgis.com)

Maaseudun tulevaisuus, Metsä 2021, Uutislinkki: Tutkimus: Uppopuu puhdistaa metsäojien vettä ja säilöö hiiltä parhaimmillaan vuosituhansiksi. Julkaistu 11.03.2021, Tutkimus: Uppopuu puhdistaa metsäojien vettä ja säilöö hiiltä parhaimmillaan vuosituhansiksi - MT Metsä - Maaseudun Tulevaisuus.

Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantaus, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. Water, Air, and Soil Pollution 147: 275-297.

Nieminen M., Launiainen S., Ojanen P., Sarkkola S., Laurén A. (2020). Metsätalouden vesistökuormitus: nykykäsitys ja tulevaisuuden menetelmäkehitys. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2020 artikkeli id 10336. https://doi.org/10.14214/ma.10336.

Nieminen M., Sarkkola S., Haahti K., Sallantaus T., Ojanen P. (2020). Metsäojitettujen soiden typpi- ja fosforikuormitus. Suo – Mires and Peat. (Hyväksytty käsikirjoitus).
Pintavesien ekologinen tila 2019. Suomen ympäristökeskus. Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila - ymparisto.fi

Potila, Jouko 2021. Luonnonhoidon ja vesiensuojelun paikkatietotyökalut metsänomistajille. Metsäkeskus. Luonnonhoidon ja vesiensuojelun paikkatietotyökalut metsänomistajille (kvvy.fi)

PuuMaVesi-hankkeen loppuraportti 30.01.2021. Saatavilla osoitteessa: Puupohjaisilla uusilla materiaaleilla tehoa metsätalouden vesiensuojeluun ja vesistökunnostuksiin_PuuMaVesi-hankkeen_loppuraportti_2021.pdf

Roni, P., Beechie, T.J., Pess, G.R. & Hanson, K. (2014) Wood placement in river restoration: fact, fiction and future direction. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 72, 466–478.

Suoninen, T. 2000. Maatalouden vesiensuojelullisten suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma Maaningalla. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen moniste 28.

Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi. Vesitalous 3: 26–30.

Valumavesi-hanke 2021: Ohjeistus kaksitasouomien suunnitteluun, mitoitukseen, rakentamiseen ja hoitoon. Versio 25.08.2021. Suomen ympäristökeskus.

Vesien tila hyväksi yhdessä. Keski-Suomen vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. (doria.fi)

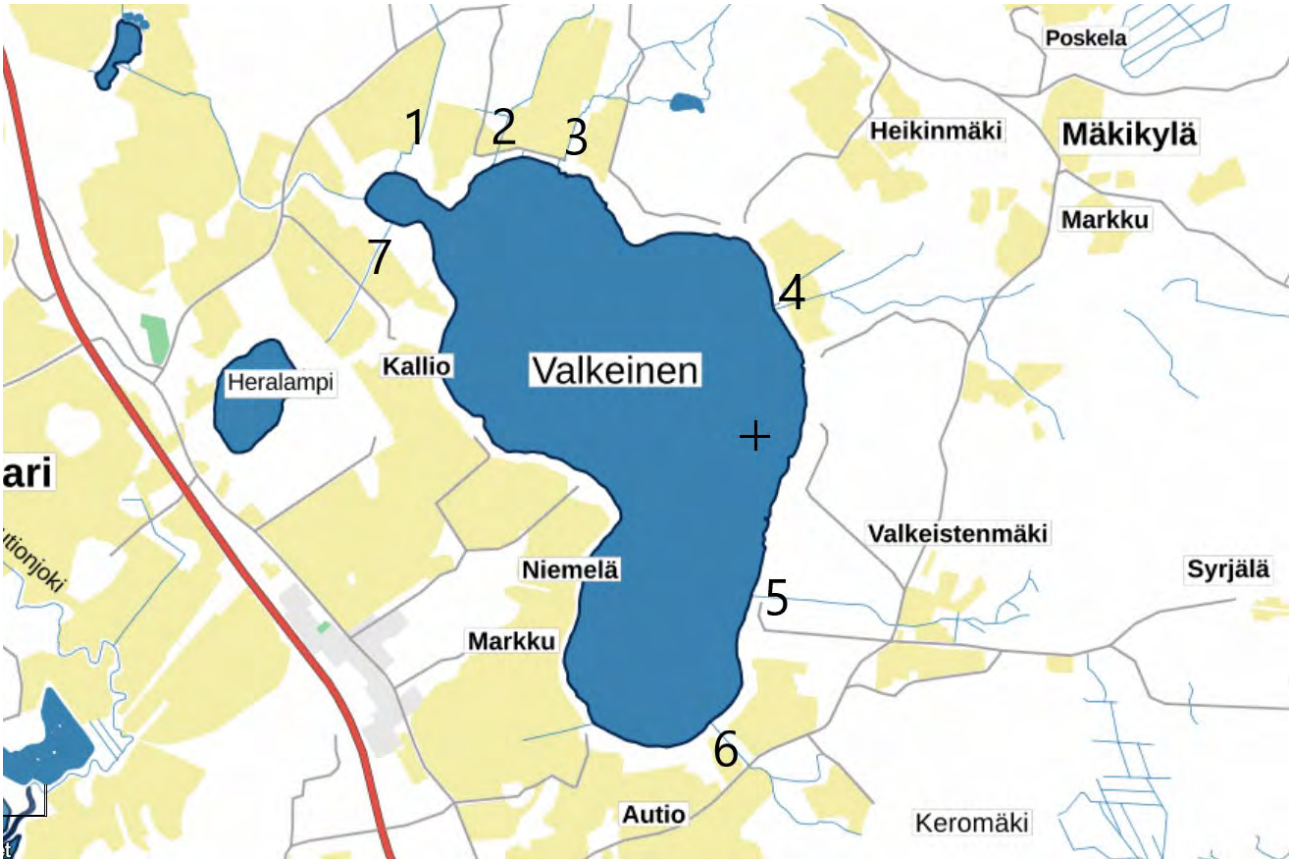
Väisänen S. ja Puustinen T. (toim.) 2010. Maatalouden vesistökuormituksen hallinta. Seuranta, mallit ja kustannustehokkaat toimenpiteet vesienhoidon toimenpideohjelmassa. Suomen Ympäristö, 23. ISBN 978-952-11-3797-6.

Västilä K., Järvelä J. 2017. Kaksitasouomat – nykytietämys ja jatkotutkimustarpeet. Aalto-yliopisto.

Ymparisto > Luonnonmukaiset eroosiosuojaukset

Liitteet

Liite 1. Raportissa käytetty ojien numerointi (1-7)



Liite 2. Valkeisen ojavesien analyysitulokset

eurofins

Tutkimustodistus	AR-22-GQ-008025-01	Sivu 1/2
Raportointipäivämäärä	01.09.2022	
Näyte-erä	EUAB30-00022892	
Tilausviite	161073 Lahtela	

Jyväskylän Ammattikorkeakoulu Oy
Samuli Lahtela
PL 207
40101 JYVÄSKYLÄ
FINLAND

Valkeisen ojavedet

Näytenumero			748-2022-00014799	748-2022-00014800	748-2022-00014802	748-2022-00014803
Asiakkaan näytetunniste			oja 3	oja 4	oja 6	oja 7
Näytteen nimi			Oja 3	Oja 4	Oja 6	Oja 7
Näytematriisi			Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi
Näytteen kuvaus			Ojavesi	Ojavesi	Ojavesi	Ojavesi
Vastaanottopäivä			22.08.2022	22.08.2022	22.08.2022	22.08.2022
Näytteenottopäivä			22.08.2022	22.08.2022	22.08.2022	22.08.2022
Näytteenottaja			Samuli Lahtela / Asiakas	Samuli Lahtela / Asiakas	Samuli Lahtela / Asiakas	Samuli Lahtela / Asiakas
Analyysit		**Yksikkö**	**Tulos**	**Tulos**	**Tulos**	**Tulos**
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
Sameus	GQC37	NTU	4,0	2,2	28	7,4
Väri *	GQD21	mg Pt/l	130	98	190	420
pH	GQC24		7,0	7,0	6,7	7,2
Sähkönjohtavuus	GQC44	mS/m	7,6	6,0	5,4	28
Kiintoaine (GF/C)	GQB43	mg/l	4,0	3,8	24	15
CODMn *	GQC91	mg O2/l	20	13	11	42
Kokonaistyppi (N) *	GQD06	µg/l	820	840	590	6500
Fosfori (P), kokonaispitoisuus *	RZD27	µg/l	52	19	57	3300
Fosfaattifosfori (PO4-P) *	RZD32	µg/l	22	4,7	24	3100

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

01.09.2022 Elina Kuvaja

Elina Kuvaja Analyysipalvelupäällikkö
ElinaKuvaja@eurofins.fi +358 40 840 2764

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Eurofins Environment Testing Finland Oy
Heinämäentie 2
40250 Jyväskylä
FINLAND

Not available

www.eurofins.fi

VAT number: FI27522925

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määritysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
GQC37	Sameus	<1,0NTU±0,2NTU ≥1,0NTU±20%	0,1 NTU	Ei	SFS-EN ISO 7027-1:2016	GQ
GQD21	Väri	<20mgPt/l±2mgPt/l ≥20mgPt/l±10%	5 mg Pt/l	Kyllä	SFS-EN ISO 7887:2012 mod.	GQ
GQC24	pH	±0.2		Ei	SFS 3021:1979	GQ
GQC44	Sähkönjohtavuus	<2mS/m±0,1mS/m ≥2mS/m±5%	1 mS/m	Ei	SFS-EN 27888:1994	GQ
GQB43	Kiintoaine (GF/C)	<2mg/l±0.3mg/l ≥2mg/l±15%	0,5 mg/l	Ei	SFS-EN 872:2005	GQ
GQC91	CODMn	<1,0mgO2/l±0,4mgO2/l ≥4,0mgO2/l±10%	1 mg O2/l	Kyllä	SFS 3036:1981	GQ
GQD06	Kokonaistyppi (N), 7727-37-9	<70µg/l±10 ≥70µg/l±15%	50 µg/l	Kyllä	ISO 15923-1:2013 mod.	GQ
RZD27	Fosfori (P), kokonaispitoisuus, 7723-14-0	15 % (>10 µg/l) 1,5 µg/l (<10 µg/l)	3 µg/l	Kyllä	Sis. men. EF2087, Discrete analyzer, Spektrofotometri (DA)	RZ
RZD32	Fosfaattifosfori (PO4-P), 14265-44-2	15 % (>7 µg/l) 1 µg/l (<7 µg/l)	2 µg/l	Kyllä	Sis. men. EF2087, Discrete analyzer, Spektrofotometri (DA)	RZ

Laboratorio		
GQ	Eurofins Environment Testing Finland (Jyväskylä)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: samuli.lahtela@jamk.fi

Huomautukset
Tutkimustodistuksen osittainen kopiolminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Eurofins Environment Testing Finland Oy
Heinämäentie 2
40250 Jyväskylä
FINLAND

Not available

www.eurofins.fi

VAT number: FI27522925