SAVONIA

Valuma-alueet kuntoon! Valuma-aluetyön kehittämistä esimerkkikohteilla Pohjois-Savossa

SAVONIA ammattikorkeakoulu
Metsäkeskus
SKVSY
Luke Luonnonvarakeskus
SYKE
Vesiensuojelun tehostamisohjelma
Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment
Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Sisällysluettelo

1 Valuma-aluesuunnittelu ja luonnonmukaiset vesienhallinnan menetelmät . 6

1.1 Valuma-aluetyön merkitys 7

1.2 Valuma-aluelähtöinen suunnittelu 7

1.3 Luonnonmukaisen vesienhallinnan menetelmiä 9

1.3.1 Kaksitasouomat 9

1.3.2 Pohjapadot ja -kynnykset 10

1.3.3 Uoman luonnollisen mutkittelun palauttaminen ja edistäminen 11

1.3.4 Kosteikko 11

1.3.5 Luonnonmukaisen kuivatuksen ylläpitoimet 11

2 Maa- ja metsätalouden valuma-aluekunnostus ja ympäristön tilan seuranta -Salinjoen valuma-alue 13

2.1 Salinjoen valuma-aluetoiminnan lähtökohdat 14

2.2 Valuma-aluekunnostuksen suunnittelu ja toteutus peltovaltaisella alueella . 15

2.3 Peltoviljelyn haasteet ja ympäristön tila 16

2.3.1 Maanomistajayhteistyö 17

2.3.2 Uoman kunnostussuunnitelma 20

2.3.3 Urakan kilpailutus ja toteutus 20

2.3.4 Urakan jälkeinen seuranta ja jälkityöt 23

2.4 Valuma-aluekunnostuksen suunnittelu metsävaltaisella alueella 24

2.4.1 Maastosuunnittelu 24

2.4.2 Vesienhallinnan haasteet ja kunnostuksen suunnittelu 25

2.4.3 Vaellusesteiden inventointi 27

2.4.4 Kunnostuksen toteutus 27

2.5 Metsäalueen toimenpiteiden mallinnus 29

2.6 Vedenlaadun ja virtaaman seuranta 32

2.6.1 Vedenlaadun ja virtaaman seurannan toteutus 33

2.6.2 Valuma-alueen virtaama 37

2.7 Vedenlaatu 41

2.7.1 Sameus ja sameusarvojen muutaminen kiintoaine- ja fosforipitosuuksiksi 41

2.7.2 Kiintoaine 43

2.7.3 Fosfori 47

2.7.4 Orgaaninen kokonaishiili (TOC) ja väri 50

2.7.5 Kokonaistyppi ja nitraattityppi 53

2.7.6 Happi, sähkönjohtavuus ja pH 55
2.7.7 Yhteenvetoa ja pohdintaa vedenlaadun seurannasta 58
2.8 Hydrologian ja vedenlaadun simulointi ja skenaariot 62
2.9 Maaperän kosteus 69
2.10 Peltojen kasvukunnon ja vesitalouden ylläpito 75
2.10.1 Seurantalohkojen kuvaus ja hoito 2021–2023 77
2.10.2 Toimenpidesuosituksia peltojen kasvukunnon parantamiseksi 87
2.11 Peltoalueen linnusto ja pölyttäjät 92
2.11.1 Linnusto- ja pölyttäjälaskennat 92
2.11.2 Kaksitasouoman kasvillisuuden vakiintuminen 106
2.11.3 Pohdintaa 110
3 Valuma-aluesuunnittelun askelmerkit - Toiviaisjärven valuma-alue 111
3.1 Johdanto Toiviaisjärven kohteeseen 112
3.2 Toiviaisjärven tila ja kunnostuksen tavoitteet 113
3.3 Toiviaisjärven valuma-alueen yleiskuvaus 115
3.4 Toiviaisjärven valuma-alueen vedenlaatu 118
3.5 Osavaluma-aluekohtainen tarkastelu ja toimenpiteet 124
3.5.1 Metsäalueiden kiintoainekuorma ja pintavirtaama sekä peltoeroosio ja kosteudesta kärsivät alueet 125
3.6 Lahdenperän osavaluma-alue 126
3.6.1 Lahdenperän osavaluma-alueen tarkastelut ja toimenpiteet 126
3.6.2 Toivo-kosteikon suunnittelu ja rakennus 127
3.6.3 Toivo-kosteikon puupuhdistamon toimintaperiaate 129
3.6.4 Toivo-kosteikosta tehdyt havainnot ja jatkotoimenpiteet 130
3.7 Muut osavaluma-alueet 133
3.7.1 Tivonpuron osavaluma-alue 133
3.7.2 Välipuron osavaluma-alue 134
3.7.3 Linnanpuron valuma-alue 135
3.7.4 Lähivaluma-alue 137
3.8 Yhteenveto 138
4 Hirvisuon vesienpalautuskohde 139
4.1 Hirvisuon kohdekuvaus ja tavoitteet 140
4.2 Hirvisuon kasvillisuustyyppi 141
4.3 Hirvisuon valuma-alueen seuranta ja vesienpalautuksen suunnittelu 145
5 Valuma-aluetyöstä opittua 149

5.1 Valuma-aluetyön kehittämistarpeita 149
5.1.1 Valuma-aluetyön rahoitus 150
5.1.2 Urakoiden suunnittelu ja toteutus..... 151
5.2 Valuma-aluetyön toteuttaminen Pohjois-Savossa 151
5.2.1 Valuma-aluetyön toimintatapa Pohjois-Savossa 151
5.2.2 Valuma-aluetyön haasteita ja kehittämistarpeita Pohjois-Savossa ... 152
5.2.3 Esimerkki toimintamallista valuma-alueella: Järviyhdistysvetoinen valuma-aluetyö 153
5.3 Yhteenveto..... 154

Johdanto

Maa- ja metsätaloustuotannon vesienhallintaan ja kestävään tuotantoon ohjaavat valtakunnalliset tavoitteet sekä esimerkiksi alueelliset vesienhoitosuunnitelmat, jotka toimenpideohjelmineen pyrkivät säilyttämään vesistöt hyvässä kunnossa myös seuraaville sukupolville. Maa- ja metsätaloustuotannon kestävyyden kehittämistä pyritään edistämään laajalla rintamalla ympäristön näkökulmasta.

Käytännön tasolla vesienhallinnan parantamiseen kannustaa maa- ja metsätalouden toiminnanharjoittajien tarve pitää tuotantoympäristöjä tuottavassa kunnossa. Suomen ilmasto-olosuhteissa kuivatuksen merkitys maatalouden sadontuottokyvyssä ja puun kasvutuotossa on ollut aina huomattava. Ilmastonmuutoksen myötä varautuminen erityisesti sadannan ja valunnan muutoksiin on merkittävässä osassa maa- ja metsätaloudessa hyvän tuotantokyvyn ylläpitämiseksi.

Vuosikymmeniä sitten tehdyt kuivatusjärjestelmät eivät välttämättä enää vastaa alueiden vesienhallinnan tarpeisiin tuotannon ja ilmasto-olosuhteiden muututtua. Myös ympäristön muutokset, kuten uomien umpeen kasvaminen ja maan painuminen ovat voineet vaikuttaa kuivatukseen heikentävästi mm. tukkimalla ojia. Yksittäisen maanomistajan vaikutusmahdollisuudet valuma-alueen vesienhallintaan ovat usein rajalliset. Pienelläkin valuma-alueella saattaa olla useita kymmeniä maanomistajia. Tästä syystä valuma-alueella tehtävä yhteistyö on erittäin tärkeää tuotantokyvyn ylläpitämisessä sekä jo havaittuihin ja tuleviin olosuhteisiin sopeutumisessa.

Valuma-alueilla on tarvetta kehittää tuotantotoiminnan ylläpitämisen rinnalla ympäristön tilaa. Maa- ja metsätaloudella on suuret mahdollisuudet vaikuttaa positiivisesti vesien tilaan, hiilensidontaan sekä luonnon monimuotoisuuteen. Eri puolilla maata toteutetuista ja meneillään olevista tutkimuksista saadaan tietoa ympäristön tilasta sekä keinoista ympäristön hyvän tilan ylläpitämiseksi. Soveltavan tutkimuksen ja aluekehityksen avulla yhteistyössä toimien näitä keinoja voidaan viedä käytäntöön.

Vesien tilaa on seurattu Suomessa jo kauan ja mittausmenetelmät sekä mallinnus ovat kehittyneet paljon viime vuosikymmeninä, samoin maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimet. Vesiensuojeluun on kuitenkin edelleen tehostamistarvetta ja vesiensuojelun tavoitteiden saavuttaminen vaatii monipuolista ymmärrystä sekä luonnonolosuhteista, erilaisista teknisistä ja toiminnallisista mahdollisuuksista että toimialojen tuotantotoiminnan reunaehdoista. Tarvetta kiintoaineen ja ravinteiden hallintaan on edelleen olemassa ja meneillään olevat ja tulevat sadannan ja sulannan muutokset lisäävät kuormitusriskiä edelleen. Lisäksi vesiensuojelussa ravinteiden, kiintoaineen ja orgaanisen hiilen kohdalla huomiota täytyisi kiinnittää entistä enemmän ennalta ehkäisyyn, joka on vesiensuojelussa tehokkain keino.

Jotta vesienhallintaa ja ympäristön tilaa parantavia yhteistyökunnostushankkeita saadaan alulle, tarvitaan tietoa ja toimintamalleja, jossa avataan hankkeiden toteuttamisen edellytyksiä sekä suunnittelun ja toteutuksen sisältöä mahdollisimman

konkreettisesti. Lisäksi tarvitaan esimerkkikohteita, joista saadaan tietoa sekä yhteistyön toteutuksesta, että käytännön toimien toteutuksesta.

Tässä raportissa esitellään Valuma-alueet kuntoon –hankkeen (Vaku-hanke 2023-2025) toimintaa, tuloksia ja pohdintoja liittyen maa- ja metsätalouden valuma-aluetyöhön. Kohdealueena on Pohjois-Savo ja esiteltävänä on kolme hankkeen pilottikohdetta sekä yhteenvetoa valuama-aluetyöstä maakunnassa. Yksi pilottikohteista oli mukana jo edeltävässä Salinjoen valuma-alueen vesienhallinan kehittäminen -hankkeessa (Salinjoki-hanke 2021-2023) ja sen osalta myös tuon aiemman hankkeen tuloksia ja tuotoksia tuodaan esille.

Vaku- ja Salinjoki-hankkeet rahoitettiin Maa -ja metsätalouden vesienhallinnan avustuksista. Maa- ja metsätalouden vesienhallinnan hankkeet olivat osa Vesiensuojelun tehostamisohjelmaa ja tukivat Maankäyttösektorin ilmasto-ohjelman (Hiilestä kiinni) tavoitteita edistämällä vesiensuojelua, ilmastonmuutokseen sopeutumista ja hiilipäästöjen vähentämistä ilmastokestävää vesitaloutta sekä luonnon monimuotoisuutta.

Molempia hankkeita koordinoi Savonia-ammattikorkeakoulu. Valuma-alueet kuntoon –hankkeen osatoteuttajat olivat Suomen Metsäkeskus ja Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. Salinjoki-hankeen osatoteuttajina toimi Suomen Metsäkeskus, Suomen ympäristökeskus ja Luonnonvarakeskus. Molempien hankkeiden tavoitteena on vesienhallinnan keinoin tukea kehitystä kohti parempaa vesien tilaa ja luonnon monimuotoisuutta, sekä maa- ja metsätalouden varautumista muuttuvan ilmaston vesiolo-suhteisiin. Raporttia ovat kirjoittaneet kaikkien hankkeisiin osallistuneiden organisaatioiden työntekijät ja jokaisen luvun alussa mainitaan kirjoittaja. Kirjoittajien lisäksi raportin viimeistelyyn on Vaku-hankkeen loppuvaiheessa osallistunut Marjaana Ahven.

1 Valuma-aluesuunnittelu ja luonnonmukaiset vesienhallinnan menetelmät

1.1 Valuma-aluetyön merkitys

Sanna Antikainen, Teija Rantala ja Marko Häkkinen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Perinteisesti Suomessa on keskitytty kuivattamiseen maa- ja metsätalouden tarpeisiin. Voimakasta ojittamista tehtiin erityisesti 1950–1970-luvuilla. Ojastoja on toteutettu monin erilaisin tavoin, hyvin eritasoisella suunnittelulla. Osittain ojitusten toteutustapa on voinut johtaa veden virtauksen nopeutumiseen, voimakkaaseen eroosioon uomassa ja kiintoaineen kertymistä joihinkin ojaston kohtiin aiheuttaen vettymistä. Lisäksi laajojen metsäalueiden vedet kulkevat usein peltoalueiden halki aiheuttaen peltojen kuivamisen hidastumista. Valuma-aluesuunnittelulla ja erityisesti uomaverkoston ja vesienhallinnan suunnittelulla voidaan vaikuttaa näihin maa- ja metsätalouden kannattavuuteenkin vaikuttaviin tekijöihin.

Myöhemmin on huomattu, että merkittävä osa ojituksista on ollut hyödytöntä tai sen hyöty on ollut vähäistä. Toisaalta ojituksella on merkittävä negatiivinen vaikutus vesistöihin, koska niiden kautta vesistöihin kulkeutuu mm. kiintoainetta, ravinteita sekä liuennutta orgaanista ainesta, joka tummentaa vesistöjä. Valuma-alueen maa- ja metsätalouden toiminnoilla ja tuotannon käytännöillä voidaan vaikuttaa siihen, minkä verran kuormitusta vesistöön alueelta virtaa. Maatalouden ja metsätalouden käytäntöjen lisäksi valuma-alueen yhtenäisellä vesienhallinnalla, esim. uoman muotoilulla ja erilaisilla rakenteilla voidaan vaikuttaa vesistövaikutusten vähentämiseen.

Valuma-aluesuunnittelulla voidaan vaikuttaa myös ilmastonmuutokseen sopeutumiseen sekä ilmastopäästöjen vähentämiseen. Suomessa on lähtökohtaisesti keskitytty kuivatukseen, mutta ilmastonmuutoksen myötä myös veden pidättäminen muodostuu tärkeäksi kuivien kausien riskien yleistyessä. Tästä syystä nimenomaan vesienhallinta valuma-aluetasolla on merkityksellistä. Vesien pidättäminen ja varastoiminen mahdollistaa varautumisen kuiviin kausiin. Samalla on kuitenkin tärkeää huomioida edelleen kuivatustarpeet erityisesti maataloudessa, mutta myös riittävissä määrin metsätaloudessa. Ilmastopäästöjä voidaan vähentää nostamalla pohjaveden pinnan tasoa erityisesti turvemailla, huomioiden myös tässä tuotannolliset näkökulmat.

1.2 Valuma-aluelähtöinen suunnittelu

Valuma-alueen vesienhallintaan ja -suojeluun laaditut valuma-aluesuunnitelmat ovat useasti sisällöltään monenkirjavia kokonaisuuksia. Niissä esitettyjen toimenpiteiden mittakaava on voinut vaihdella yksittäisten toimenpiteen esim. vesiensuojelurakenteen toteutuksesta ja paikallisesta vaikutuksen arvioinnista aina laajempiin koko valuma-aluetta koskeviin vesistökunnostuksiin. Suunnittelun lähtökohtana on voinut olla yksittäisten maanomistajien esittämiä kohteita, joissa on ollut haasteita eroosion tai viljelyn kannalta liian märkien olosuhteiden vuoksi. Toisaalta vesienhoidon suunnittelua ohjataan poliittisin keinoin EU-direktiiveillä ja kansallisella lainsäädännöllä, joiden pohjalta on laadittu erityiset vesienhoitosuunnitelmat viidelle kansalliselle ja kolmelle kansainväliselle vesienhoitoalueelle. Valuma-aluesuunnittelu-käsitteen monimerkityksellisyys, tietovarantojen pirstaleisuus ja saatavuus, sekä

erilaisten sidosryhmien suuri määrä ovat vaikuttaneet siihen, että yhteneväisiä toimintamalleja valuma-aluesuunnittelulle ei toistaiseksi ole saatu. [1,2,3]
Yhtenä edistävänä tekijänä erilaisten valuma-aluesuunnitelmien ja niissä toteutettujen toimenpiteiden vaikuttavuuden arvioinnin vertailtavuuden yhtenäistämiseen on käyttää suunnitelmien peruslähtökohtana valuma-aluelähtöisyyttä. Yksittäisten itsenäisten kohteiden ja toimenpiteiden sijaan tarkasteltaisiin vaikuttavuutta isompana kokonaisuutena, joka koskee koko valuma-aluetta. Näin saataisiin saman kokonaiskuvan piiriin usein erillään suunnitellut ja toteutetut maa- ja metsätaloustoimenpiteet, ja näin muodostettua eheämpi kuva kytkeytyneisyydestä erilaisiin elinympäristöihin ja vaikuttavuudesta koko valuma-alueella. [2]

Valuma-aluetasoinen suunnittelu vaatii paljon eri alojen osaamista, kuten viestintää ja neuvontaa, luontopohjaisten ratkaisujen menetelmäosaamista, sekä suunnittelu- ja mallintamistyökalujen ja niiden taustalla olevien tietoaineistojen oikeanlaista hyödyntämistä. Valtioneuvoston julkaiseman Valuma-aluesuunnittelun tiekartan yhtenä tavoitekokonaisuutena onkin kehittää osaamista koulutuksen kautta, sekä luoda kattavia tietoaineistoja, suunnittelutyökaluja ja -palveluja kaikkien toimijoiden käyttöön. [2]

Osaamisen kehittämisen rinnalle tarvitaan myös yhtenäinen ja vakiintunut toimintatapa, jonka pohjalta valuma-aluesuunnittelua toteutetaan. Lisäksi suunnitelmien käytäntöönpanon varmistaminen vaatii oikeanlaiset ohjauskeinot ja rahoituskanavat. Valuma-aluesuunnittelun tiekartassa yhtenäisen toimintamallin kehittäminen koostuu kolmesta osakokonaisuudesta: yhteistyön ja koordinoinnin kehittämisestä, suunnitelmien tarvelähtöisestä laadinnasta ja toteutuksesta, sekä suunnittelua tukevien työskentelytapojen ja suunnitteluprosessien kehittämisestä. Ohjauskeinojen kohdalla tavoitteena on kehittää ja yhtenäistää esimerkiksi nykyisiä maatalouden ja metsätalouden tukijärjestelmiä, arvioida ja kehittää lainsäädännön sääntelyä, sekä etsiä uusia rahoitustapoja yksityiseltä puolelta.[2]

Yhtenä tärkeänä osana ja kasvavassa roolissa laadukkaan valuma-aluesuunnittelun takaamiseksi tulevat olemaan avoimesti käytettävissä olevat paikkatietoaineistot ja paikkatietoaineistoon pohjautuvat suunnittelu- tai analysointityökalut, joiden avulla voidaan esimerkiksi saumattomammin arvioida kuinka toimenpiteet vaikuttavat eri puolilla valuma-aluetta. Esimerkkejä tällaisista palveluista ovat Metsäkeskuksen ja Tapion metsäojaston kunnostushankkeen suunnitteluun [4] laatima tarinakartta ja maamittauslaitoksen ylläpitämä Paikkatietoikkuna.fi, jossa on mahdollista tarkastella useiden eri organisaatioiden tuottamia kartta-aineistoja maksutta.

Vaikka yhä enenevissä määrin on tavoitteena saattaa eri tahojen tuottama paikkatietoaineisto ja niiden päälle rakennetut työkalut kaikkien saataville, on moni valuma-aluesuunnittelun kannalta tärkeä tieto rajatusti saatavilla. Tiedot voivat olla maksullisia, organisaation tai viranomaisen sisäiseen käyttöön tarkoitettuja. Esimerkiksi ELY-keskukset tuottavat monipuolisia kartta-aineistoja[5], joita voidaan tarkastella verkossa, mutta tietojen lataaminen jatkokäyttöä varten ei käytännössä ole mahdollista. Rajatusti käytettävissä olevat aineistot, työkalut ja palvelut eivät koske

pelkästään ELY-keskuksia, sillä valuma-aluesuunnittelun kannalta hyödyllisiä tietovarantoja löytyy myös Suomen Ympäristökeskukselta, Luonnonvarakeskukselta, Metsäkeskukselta ja Ruokavirastolta. Osaksi aineistojen julkisuutta rajoittaa lainsäädäntö, kuten tietosuojalaki, minkä vuoksi esimerkiksi peltoihin liittyvää ravinnetietoa on niukasti saatavilla. Aineistojen laajempi saatavuus ja käytettävyys olisi yksi askel kohti laajempaa valuma-aluelähtöistä suunnittelua. [2]

1.3 Luonnonmukaisen vesienhallinnan menetelmiä

Valuma-alueella olevat vedet kerääntyvät puroon tai jokeen. Alueen ominaisuuksiin vaikuttavat monet asiat kuten pinnanmuodot, hydrologia, maaperän laatu sekä maankäyttö. Perinteisesti maa- ja metsätaloudella ja myös muilla maankäyttömuodoilla on ollut omat käytäntönsä veden johtamiseen pois alueelta, mikäli siihen on tarve. Etenkin maa- ja metsätaloudessa on suosittu toimenpiteitä, joiden avulla vedet johdetaan mahdollisimman nopeasti pois maatalous- tai metsämailta. Perinteisellä tavalla toteutetut ojitukset ja uomien perkaukset lisäävät mahdollisesti tulvimista alapuolisella alueella ja vesistössä sekä pienentävät alivirtaamia. Nykyään valuma-alueiden vesienhallinnan suunnittelussa pyritään yhteiseen suunnitteluun koko valuma-alueella. Tällä tavoin voidaan paremmin varautua esimerkiksi tulviin tai kastelutarpeeseen, mutta onnistuakseen se vaatii maankäyttömuodot ja kiinteistörajat ylittävää tarkastelua. Toistaiseksi valuma-aluesuunnittelu on yleistynyt hitaasti, vaikka asiaa edistetäänkin jatkuvasti.

Luonnollisuuteen perustuvat toimenpiteet liittyvät keskeisesti valuma-aluesuunnitteluun. Niiden avulla voidaan saavuttaa useita hyötyjä samanaikaisesti esimerkiksi tulva- ja kuivuusriskien hallinnassa, vesiensuojelussa, virtavesissä, vesi- ja rantaluonnon monimuotoisuuden ja maiseman hoidossa. Valuma-alueella tällaisia toimenpiteitä voivat olla veden viivyttäminen metsäalueilla, soilla tai kosteikoissa, turvemaiden ja ojitusalueiden ennallistaminen ja mahdollinen vesien palauttaminen. Luonnonmukaiseen vesirakentamiseen kuuluvat tulvatasanteet, uomien luontaisen mutkaisuuden jättäminen ja lisääminen tai luonnonmukaiset ohitusuomat, pohjapadot ja -kynnykset sekä monimuotoiset suoja- ja rantavyöhykkeet (Valuma-aluesuunnittelun tiekartta vuoteen 2030).

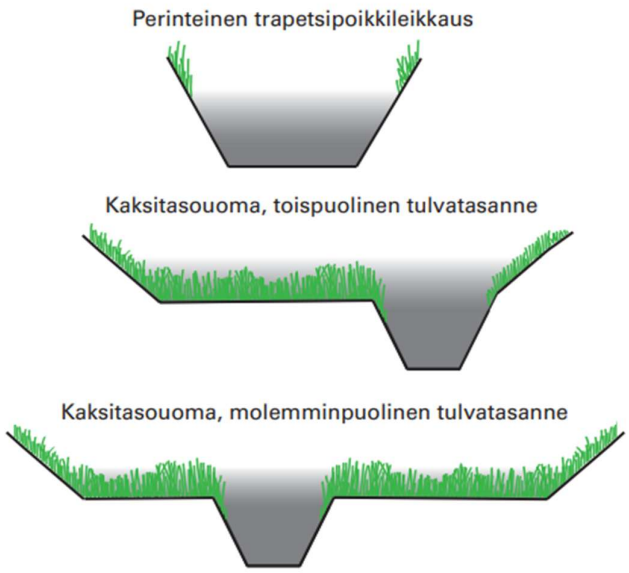
Seuraavissa kappaleissa maa- ja metsätaloudessa käytettäviä luonnonmukaiseen kuivatukseen kuuluvia menetelmiä, joita käytetään yleisesti valuma-aluesuunnittelussa etenkin maatalousvaltaisella alueella.

1.3.1 Kaksitasouomat

Kaksitasouomat ovat merkittävässä roolissa etenkin maatalouden luonnonmukaisessa peruskuivatuksessa. Niitä alettiin kehittää, jotta saataisiin yhdistettyä tulvasuojelun tarpeet ja ympäristönäkökulmat. Kaksitasouoma muodostuu pääuomasta ja tulvatasanteesta, ja se pohjautuu luonnontilaisen uoman rakenteeseen ja toimintaan. Luonnonoloissa virtavesiä ympäröi lähes aina tulvatasanne.

Kaksitasouoman toiminta perustuu erilaisiin virtaamiin. Tulvatilanteissa vesi pääsee nousemaan tulvatasanteille, ja kasvittunut tulvatasanne pidättää kiintoainesta ja

ehkäisee eroosiota. Tasanteelle pidättyy myös hienojakoisiin savi- ja silttipartikkeleihin pidättyneitä ainesosia kuten fosforia, raskasmetalleja ja kasvinsuojeluaineita. Uoman virtaaman ollessa pienempi, alivesiuomassa virtaama on kuitenkin kohtuullinen, jonka vuoksi uoman liettyminen ja kiintoaineen kasautuminen pienenee. Tämä voi vähentää kaksitasouoman huoltotarvetta tavanomaiseen uomaan verrattuna. [6]



Kuva 1 Kuvassa ylhäällä perinteinen uoman poikkileikkaus, keskellä toispuoleinen kaksitasouoma ja alhaalla kaksipuoleinen kaksitasouoma molemminpuolisella tulvatasanteella.[7]

Kaksitasouomien geometrian, virtaamien ja syvyyksien vaihteluiden sekä erilaisten kasvillisuusvyöhykkeiden ansiosta niiden voidaan ajatella olevan luonnon monimuotoisuuden kannalta monipuolisempia elinympäristöjä kuin perinteiset ojat. Kaksitasouomien toimivuutta on kuitenkin tutkittu Suomessa vain vähän, joten lisää tutkimusta ja tietoa tarvitaan.

Kaksitasouomien rakentamisessa tulee ottaa huomioon monia asioita. Vedenkorkeudet mitoitusvirtaamilla tulee voida ennustaa luotettavasti jo suunnitteluvaiheessa, jotta uomista ei tehdä liian suuria tai liian pieniä. Kasvillisuus voi nostaa vedenpinnan korkeutta huomattavan paljon kaivuun jälkeiseen tilanteeseen nähden, jolloin väärin mitoitettu kaksitasouoma menettää hyvät ominaisuutensa. Ritobäckenin kilometrin mittaisessa uomassa tulvatasanteen kasvillisuus vaikutti nostavasti veden korkeuteen jopa metrin verran. Tulvatasanteiden huollossa on siis huomioitava sopiva tasapaino kasvillisuuden suhteen, jotta kaksitasouomasta saadaan sen mahdollistamat hyödyt. [5]

1.3.2 Pohjapadot ja -kynnykset

Pohjapadolla tarkoitetaan sellaista patorakennetta, jossa alivedenpinta on patokynnyksen yläpuolella. Tällöin veden virtaus tapahtuu padon harjan yli [8]. Pohjapatojen ja -kynnysten avulla voidaan hidastaa ja tasata veden virtaamaa ojassa tai purossa. Niitä käytetään myös kosteikkojen muodostamiseen, kiintoaineen

pidätykseen sekä ehkäisemään sortumia. Useita pohjapatoja peräkkäin rakentamalla voidaan rakentaa pohjapatosarja, joka hidastaa virtausta ja ehkäisee uomaeroosiota.

Pohjapadot rakennetaan yleensä kiviaineksista tai puusta. Karkeammasta sorasta tehty pohjapato tarjoaa kutupaikkoja kaloille ja elinympäristöä pieneliöille, eikä se oikein rakennettuna ole kalojen kulkueste. Erikokoisten luonnonkivien käyttö pohjapadon rakentamisessa auttaa sen sulautumista paremmin maisemaan.

Mikäli pohjapato on rakennettu pehmeälle maapohjalle, täytyy huomioida padon painuminen ja sen korotustarve jossain vaiheessa. Pohjapadon hidastaessa virtausta sen yläpuolelle kertyy helposti kiintoainesta ja kasvillisuutta, joiden poistaminen täytyy niin ikään ottaa huomioon liiallisen padotuksen estämiseksi. [9]

1.3.3 Uoman luonnollisen mutkittelun palauttaminen ja edistäminen

Aiemmin peruskuivatuksessa on suosittu toimenpiteenä purojen perkaamista eli suoristamista ja syventämistä tai mutkittelevan uoman ohitusta kokonaan uudella uomalla. Peratun uoman luonnollisuutta palauttamalla saadaan monia vesiensuojelua ja monimuotoisuutta edistäviä hyötyjä. Kun mutkaisuutta lisätään, uoman pituus kasvaa, sen kaltevuus pienenee ja rantakasvillisuuden monimuotoisuus lisääntyy.

Mikäli alkuperäinen uoma on ohitettu joskus uudella, voidaan vesi ohjata uudelleen vanhaan uomaan. Perattuun uomaan voidaan kaivaa uusia mutkia, tai mutkittelua voidaan palauttaa hyödyntämällä uoman luonnollista syöpymistä. Kiintoaineen pidättymistä voidaan tehostaa palauttamalla tulva-alueita tai lisäämällä pohjakynnyksiä tai -patoja. Uomien luonnollisen mutkittelun palauttaminen luo monipuolisia elinympäristöjä pieneliöille. Lisäksi mutkittelevista uomista on maisemallista hyötyä niiden luodessa vaihtelevuutta peltoimaisemaan. [8]

1.3.4 Kosteikko

Kosteikolla tarkoitetaan ojan, puron, joen tai muun vesistön sellaista osaa, joka on suurimman osan ajasta veden peitossa ja pysyy muunkin ajan kosteana. Kosteikkoja rakennetaan pidättämään kiintoaineita sekä ravinteita. Ne myös pidättävät vettä, tasaavat virtaamia ja tulvahuippuja, tarjoavat elinympäristön monille eläinlajeille sekä vaikuttavat positiivisesti maisemakuvaan ja luontoon.

Kosteikon rakentamisessa täytyy ottaa huomioon monia asioita, joista tärkeimpiä ovat kosteikon mitoitus suhteessa valuma-alueen kokoon, avovesipintainen syvänveden alue sekä veden viipymäaika kosteikossa. Yleensä kosteikot perustetaan patoamalla, mutta niitä voidaan tehdä myös kaivamalla. [8]

1.3.5 Luonnonmukaisen kuivatuksen ylläpitoimet

Luonnossa tapahtuvien normaalien muutosten vuoksi myös luonnonmukaisia peruskuivatusuomia ja niissä olevia rakenteita täytyy ylläpitää. Luonnonmukaisia uomia ei siis voi jättää kokonaan kehittymään huoltamatta, jos niillä on tarkoitus saada aikaan myös kuivatustoimivuutta esimerkiksi maatalousmaille. Esimerkkeinä ylläpitotoimista ovat rumpujen ympäristön siivous padottavasta materiaalista, tulvatasanteen- ja suojakaistakasvillisuuden niitto ja kasvijätteen pois keruu, kosteikkojen huoltotoimet, lietteen poisto pohjapadoista tai lietekuopista sekä

rakenteiden tarkkailu. Uoman vuotuisella pienimuotoisella hoidolla ja kunnostamisella voidaan jopa välttää laajamittaisen perkauksen tarve ja näin uomaa voidaan palauttaa lähemmäksi luonnontilaa. [8]

2 Maa- ja metsätalouden valuma-aluekunnostus ja ympäristön tilan seuranta -Salinjoen valuma-alue

2.1 Salinjoen valuma-aluetoiminnan lähtökohdat

Salinjoen valuma-alue on Kuopion Maaningalla, Pulkonkosken ja Haatalan kylien alueella sijaitseva valuma-alue, jonka pinta-ala on noin 10 km^2. Alueella toimittiin kahdessa hankkeessa; Salinjoen vesienhallinnan kehittämishankkeessa 2021–2023 (Salinjoki-hanke) sekä Valuma-alueet kuntoon hankkeessa 2023–2025 (Vaku-hanke). Alueella oli tavoitteena vastata ympäristön tilan ja maa- ja metsätalouden tarpeisiin suunnittelemalla ja toteuttamalla alueelle monipuolisia ratkaisuja sisältävä kunnostushanke sekä kuvaamalla tämän hankkeen toteutusta esimerkkinä hyödynnettäväksi muissa kohteissa tehtävään valuma-alueyhteistyöhön. Lisäksi hankkeissa luotiin soveltavalla tutkimuksella tietoa kohdealueen ympäristön tilasta.

Salinjoen valuma-alueella suunniteltiin aluetta halkovaan pääuomaan keskittyvä kunnostus ja se toteutettiin vuonna 2022. Kunnostuksessa toteutetut toimenpiteet olivat kaksitasouomia, pohjapatoja, rumpujen vaihtoja sekä perinteistä perkausta. Metsäkeskus laati Salinjoki-hankkeessa luonnonhoitohankeen yleissuunnitelman, joka sisälsi erilaisia vesienhallinnan ja vesiensuojelun toimenpiteitä valuma-alueen yläjuoksun metsätalousvaltaisille alueille. Nämä toimenpiteet toteutettiin maaliskuussa 2025 Vaku-hankkeen aikana.

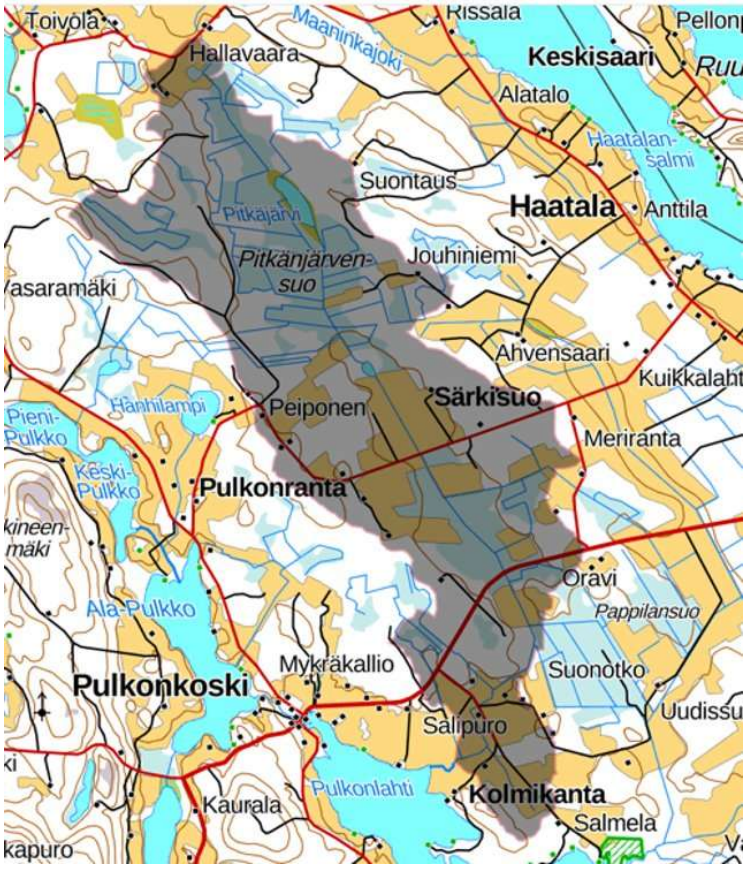
Suunnitelmien ja urakan hyväksymisestä sekä ojien kunnossapidosta vastaavat vuosikymmeniä uinuneet ojitusyhteisöt aktivoitiin uudelleen ensimmäisen hankkeen aikana, unohtamatta yhteistyötä alueen muiden maanomistajien kanssa. Alueen vedenlaadun, virtaaman ja maaperän kosteuden seurannan sekä monimuotoisuuskartoitusten myötä valuma-alueen tilasta kerättiin tietoa ennen vuoden 2022 toimenpiteitä ja niiden jälkeen. Aluksi tavoitteeksi asetettiin kunnostustoimenpiteiden vaikusten arviointi, mutta hankkeiden aikana todettiin, että vuosittain vaihtuvat sääolosuhteet sekä hankkeista riippumattomat maankäytön muutokset vaikuttavat esimerkiksi veden laatuun niin paljon, että urakan jälkeisen kahden vuoden seurantajaksolla muutoksia oli hankala arvioida. Lisäksi todettiin, että uoma muuttuu ainakin toteutuksen jälkeisenä vuonna paljon, varsinkin kun urakka uomassa toteutettiin loppukesällä ja se ei ehtinyt kasvittumaan ennen talvea.

Tässä osuudessa raporttia kuvataan Salinjoen valuma-alueella Savonian ja Metsäkeskuksen yhteistyössä johtamaa maanomistajayhteistyötä, toimenpiteiden suunnittelua ja urakoiden toteuttamista. Lisäksi kuvataan pääasiassa Savonian toteuttamaa ympäristön tilan seurantaa sekä Syken tekemiä skenaarioita tulevaisuuteen. Raportti sisältää myös Luken koosteen alueen peltojen tilan kehittämiseksi sekä tietokortin vesistöviisaasta metsänhoidosta.

2.2 Valuma-aluekunnostuksen suunnittelu ja toteutus peltovaltaisella alueella

Teija Rantala, Sanna Antikainen ja Marko Häkkinen, Savonia-amk

Salinjoen valuma-alue valittiin esimerkkikohteeksi Salinjoki-hankkeen suunnitteluvaiheessa syksyllä 2020 Savonia-ammattikorkeakoulun ja Pohjois-Savon ELY-keskuksen yhteistyöllä. Valuma-alue sijaitsee Kuopion Maaningalla, pääasiassa Pulkonkosken kylän alueella. Kriteereinä valinnassa olivat alueen vesienhallinnan haasteet, vastaanottavan vesistön heikko kunto, kunnostusmahdollisuuksien monipuolisuus, riittävän laaja alue useiden maanomistajien omistuksessa sekä tietenkin maanomistajien kiinnostus hankkeen toteutukseen. Aloite kohteesta tuli maanomistajilta, jotka olivat harkinneet osassa valuma-aluetta kunnostustoimenpiteiden toteuttamista jo useiden vuosien ajan.



Kuva 2 Valuma-alue kuvattuna kartalla. (Maanmittauslaitos B; Suomen ympäristökeskus A)

Salinjoen valuma-alue (kuva 2) on noin 10 km^2 laajuinen. Valuma-alueen pohjoisosassa on pienikokoinen Pitkäjärvi, joka sijaitsee keskellä ojitettua, turvepohjaista metsätalousaluetta. Pitkäjärvestä aluetta halkova pääuoma kulkee kohti etelää, laskien hyvin pieneen, umpeernkasvamassa olevaan Kuorelampeen. Kuorelammen eteläpuolella, valuma-alueen keskiosassa, pääuoma kulkee alavan maatalousvaltaisen alueen halki peltolohkojen ja metsän vuorotellessa sen ympärillä. Tänne saakka pääuoma on nimeltään Suursuonoja ja se kulkee varsin suoraviivaisena. Valuma-alueen eteläosassa pääuoma mutkittelee pääasiassa peltoalueella sen nimen muuttuessa Salinpuroksi, ja lopulta lyhyellä matkalla

meanderoivaksi Salinjoeksi, ennen laskemistaan Suuren Ruokoveden Pulkonlahteen. Suuri Ruokovesi on Kallaveden yläosan valuma-aluetta ja sen ekologinen tila on tyydyttävä.

2.3 Peltoviljelyn haasteet ja ympäristön tila

Salinjoen valuma-alueella oli tarpeen tehostaa vesienhallintaa ja lisätä alueen monimuotoisuusvaikutuksia sekä ylläpitää peltojen ja metsien hyvää kasvukuntoa. Virtaamien tasaaminen oli keskeinen vesienhallinnan tavoitteite, jolla voitaisiin vähentää eroosiota ja tasata tulvahuippuja. Alueen luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseksi tarkasteltiin luonnonmukaisen vesirakentamisen keinoja, minkä lisäksi toimenpiteissä haluttiin huomioida sekä ravinnekuormituksen hillintä että hiilensidonnan parantaminen.

Maanomistajien kanssa käydyissä keskusteluissa selvisi, että valuma-alueen keskiosassa, Ruutlampi-nimisen soistuneen alueen kohdalla on aiemmin ollut lampi. Pääuomaa on kaivettu vuonna 1964, jolloin lammen pinnan arvellaan alkaneen laskea. Aiemmin ainakin osalla alueesta on kulkenut luonnontilainen puro, mutta aikojen saatossa sitä on voimakkaasti muokattu. Ainoastaan aivan valuma-alueen alajuoksilla uoma on luonnollisessa tilassaan. Alueen omistava viljelijä on hakenut sen luonnon monimuotoisuuskohteeksi, jonka yhteydessä on laaja suojavyöhykealue ja laidunnusta.

Maanomistajat kertoivat, että aiemmin alueen vesitalouden tila oli hyvä, mutta viimeisen 20 vuoden aikana haasteet vesienhallinnassa olivat hiljalleen lisääntyneet. Tilanne oli viljelyn kannalta hyvin hankala märkyyden vuoksi valtaosalla alueen peltolohkoista. Lisäksi alueella oli haasteita paikoin voimakkaan uomaeroosion takia (kuva 3). Alueen maatalouden edellytysten parantamiseksi kuivatusta oli tarvetta parantaa. Alueen viljelijöillä oli kiinnostusta kosteikon perustamiseen Ruutlammen alueelle muun muassa linnuston monimuotoisuuden ja virkistyskäytön näkökulmista. Ruutlammen alueella ei ollut juurikaan metsätalouskäyttöä, koska se oli niin kostea.

Kuva 3. Peltoalueella ongelmana oli muun muassa kova virtaama ja uoman pellon eroosiota lisäävä vaikutus. Tähän kohtaan rakennettiin myöhemmin pohjapatosarja sekä tuettiin luontaista uomaa.

Alkutilanteessa valuma-alueen pääuomassa ja ojastossa oli runsaasti kasvillisuutta sekä kiintoainetta ja veden virtaus oli heikko. Lisäksi uoma sortuili paikoitellen, aiheuttaen vesistöön kiintoainekuormitusta. Toisaalta sortumat myös heikensivät veden virtausta. Uoma kulki kolmen ojarummun läpi. Ojarummut olivat maan painuessa jääneet liian matalalle ja yhden ojarummun kunto arvioitiin niin heikoksi, että siinä oli tien sortumariski.

Valuma-alueen keskiosassa Kuorelammen eteläpuolella sijaitsi Luonnonvarakeskus Kuopion Maaningan toimipaikan (Luke) integroitu tutkimusalusta. Kyseessä oli yksi Luken kolmesta tutkimusalustasta, jotka mahdollistavat jatkuvatoimiset kasvihuonekaasumittaukset maatalousmaiden kasvihuonekaasupäästön määrittämiseksi ja päästöjen vähennyskeinojen tunnistamiseksi. Tutkimusalustan merkityksellisyys huomioitiin Salinjoki- ja Vaku-hankkeiden toimintojen ajankohtaa suunnitellessa ja toimintojen toteutuksessa.

2.3.1 Maanomistajayhteistyö

Hankkeen lähtökohtana oli tehdä tiivistä yhteistyöstä hanketoimijoiden ja maanomistajien kesken, joten jo hankesuunnitteluvaiheessa otettiin yhteyttä niihin maanomistajiin, joiden alueelle hankkeen merkittävimpien toimenpiteiden oletettiin sijoittuvan. Maanomistajille järjestettiin tapaaminen paikallisella kyläkoululla ennen hankehakemuksen kirjoittamista. Tapaamisessa oli mukana noin kymmenen maanomistajaa ja siinä keskusteltiin rahoitushausta, alueen haasteista sekä maanomistajien tavoitteista hankkeen suhteen. Ennen tapaamista maanomistajille oli soitettu ja puheluiden aikana oli keskusteltu heidän näkemyksistään ja toiveistaan alueen kunnostukseen liittyen. Tapaamisessa koottiin maanomistajien allekirjoitukset paperiin, jolla he ilmaisivat kiinnostuksensa olla mukana hankkeessa sen saadessa

rahoituksen. Maanomistajien kiinnostusta hankkeeseen lisäsi se, että kaikkien maanomistajien tavoitteita pyrittiin huomioimaan alueen vesitalouden kehittämisessä.Maanomistajien kontaktoiminen jo varhaisessa vaiheessa koettiin sekä hankehenkilökunnan että maanomistajien kannalta sujuvaksi menetelmäksi. Se lisäsi hankkeen toteuttajien luottamusta siihen, että hanke etenee suunnitellusti ja samalla toi myös maanomistajille selkeän kuvan, että hanketta tehdään yhdessä ja myös heidän lähtökohdistaan edeten. Henkilökohtaiset puhelinkeskustelut ennen yhteistä tapaamista ja sen jälkeen koettiin sujuvaksi tavaksi toteuttaa suunnittelua, koska sen kautta saatiin hyvä kokonaiskuva alueesta ja sen haasteista sekä kehittämistoiveista. Saatujen kokemusten perusteella tämä on vaihe, johon kannattaa panostaa valuma-aluehankkeiden sujuvuuden ja kaikkien osapuolten keskinäisen ymmärryksen parantamiseksi.

Salinjoki-hankkeen rahoituksen varmistuttua oltiin puhelimitse ja tapaamisin yhteydessä niihin maanomistajiin, joiden mailla erityisesti oli tarvetta vesienhallinnan parantamiseen, tai joilla oli jokin muu intressi olla mukana hankkeessa. Suurin osa alusta asti mukana olleista maanomistajista oli maanviljelijöitä tai muita peltoalueiden omistajia. Maanomistajia alueella oli noin 60 ja aktiivisesti mukana alusta asti heistä oil noin 10. Kaikille valuma-alueen maanomistajille lähetettiin hankkeen alkuvaiheessa tekstiviesti, jossa kerrottiin hankkeesta ja annettiin yhteystiedot mahdollisia lisätietoja varten. Lisäksi alueen kaikille metsänomistajille lähetettiin kirje Metsäkeskuksen asiakastietokannan kautta. Vaku-hankkeessa jatkettiin samaa työtä ja viestintä tehtiin pääasiassa aktiivisesti mukana olleille maanomistajille.

Salinjoki-hankkeesta tehtiin paikallislehteen juttu, jolla tavoitettiin laajemmin alueen asukkaita. Tämän lisäksi maastossa liikuttaessa ohikulkeville kyläläisille kerrottiin hankkeesta, mikäli he tulivat juttusille. Hankkeen tukikohtana oli paikallinen kyläkahvila, jossa hankkeen kokoontumiset pääasiassa järjestettiin ja joissa hankehenkilökunta piti taukojaan. Se toimi myös epävirallisena tietotoimistona kyläläisten suuntaan hankkeesta.

Aktiivisesti mukana olleiden maanomistajien kanssa viestittiin yhteisen WhatsApp-ryhmän kautta. Myös sähköpostiryhmä perustettiin viestintää varten. Huomioitava oli, että osa maanomistajista ei käytä WhatsAppia ja osa ei myöskään lue aktiivisesti sähköpostia. Niinpä viestintä puhelinsoitoilla ja tapaamalla alueella koettiin myös tärkeäksi. Asioiden sujuessa hyvin ja vailla epäselvyyksiä, maanomistajat eivät kokeneet tarpeelliseksi kommentoida tai vastata viesteihin. Kuitenkin mikäli haasteita, kysymyksiä tai muuta konkreettista tuli vastaan, maanomistajat ottivat pääsääntöisesti yhteyttä puhelimitse hankehenkilökuntaan.

Työnjako hankkeissa tehtiin niin, että Savonian henkilöstö oli yhteydessä peltoalueiden maanomistajiin ja Metsäkeskus metsänomistajiin. Molemmilla tahoilla oli yksi henkilö, joka vastasi pääsääntöisesti yhteydenpidosta maanomistajiin. Lisäksi muut hankkeiden työntekijät olivat tarvittaessa yhteydessä yksittäisiin maanomistajiin.

Maanomistajatapaamisia järjestettiin pääsääntöisesti valuma-alueella, useimmiten kyläkahvilassa. Myös muutama etäkokous järjestettiin, mutta niihin osallistui vain muutamia maanomistajia. Lisäksi asiat olivat tyypiltään sellaisia, että niistä oli soveltuvampaa pitää lähitapaamisia. Korona-aika toi alussa mukanaan lisähaasteita.

Tapaamisten sisältöinä oli keskustelut valuma-alueella olevista ongelmista, tarpeellisista toimenpiteistä ja niiden suunnittelusta sekä siitä, mitä toimenpiteitä urakkaan valitaan ja miten budjetti saadaan sopimaan urakan toteutuksen kanssa yhteen.

Päätösten tekemistä varten Salinjoki-hankkeessa törmättiin tarpeeseen aktivoida kaksi palaillista ojitusyhteisöä. Ojitusyhteisöjen hakuun hyödynnettiin ELY-keskuksen karttapalvelua. Maanomistajien kanssa sovittiin, kuka voisi olla ojitusyhteisöjen aktiivihenkilö ja hänen kauttaan hankkeelle saatiin ELY-keskukselta ojitusyhteisöjen vanhat digitoidut asiakirjat. Maanomistajat eivät tienneet kuuluvansa ojitusyhteisöihin, joiden perustajina olivat olleet useat nykyisten maanomistajien isoisät.

Maanomistajia avustettiin järjestämään ojitusyhteisöjen kokoukset vanhojen sääntöjen pohjalta. Hyötyalueiden uudelleenositukset tehtiin Savonialla. Useiden yhteisten palaverien ja keskustelujen pohjalta saatiin luotua yhteinen näkemys siitä, mitä alueella tehdään. Tämä päätös sinetöitiin ojitusyhteisöjen kokouksessa. Yhteistyötä tehtiin myös urakan aikaan ja osa maanomistajista osallistui esim. urakan omavalvontaan ja maamassojen siirtoon. Urakan jälkeen maanomistajien kanssa tehtävä yhteistyö harveni, mutta heille tiedotettiin kohtuullisissa määrin valuma-alueella toteutettavasta seurannasta. Vuoden 2025 metsäurakan osalta maanomistajia kontaktoitiin uudelleen urakan lähestyessä. Erityistä kiinnostusta toteutuneiden toimenpiteiden tuloksiin ei vaikuttanut enää kesällä 2025 olevan.

2.5 Valuma-aluesuunnittelun vaiheet

Hankkeeseen haettiin suunnittelijaa, jolla olisi mahdollisimman laaja osaaminen valuma-aluesuunnittelun eri osa-alueista; kuivatuksesta, veden pidättämisestä, vesiensuojelusta, luonnon monimuotoisuuden parantamisesta sekä luonnonmukaisesta kuivatuksesta. Sopivia suunnittelijoita etsittiin internetistä sekä kysymällä yhteistyökumppaneilta. Tarjouspyynnöt toimitettiin kuudelle yritykselle, mutta yhtään tarjousta ei saatu. Yksi yritys kuitenkin ilmoitti kiinnostuksesta toimeksiantoon, mutta tarjouspyyntöön verrattuna pidemmällä suunnitteluajalla. Tämän yrityksen kanssa käynnistettiin neuvottelumenettely, jonka päätteeksi yrityksen tarjous suunnittelusta hyväksyttiin.

Suunnittelun toteutti KVVY. Yhteistyö suunnittelijan kanssa sujui hyvin, mutta sitä vaikeutti maantieteellinen etäisyys; yhteisiä maastokäyntejä ei pystytty järjestämään. Yritys kävi tekemässä korkomittaukset syksyllä 2021, jonka jälkeen suunnittelua jatkettiin etäyhteyksien avulla. Suunnittelija oli välillä kiireinen ja suunnitelman valmistuminen kesti odotettua kauemmin. Lopulta monien vaiheiden jälkeen suunnitelma valmistui keväällä 2022.

Suunnitelmasta keskusteltiin maanomistajien kanssa sen laadinnan vaiheessa ja sen valmistuttua pidettiin yhteinen kokous oli kylän kahvilassa. Suunnittelija esitteli etäyhteydellä suunnitellut toimenpiteet, niiden oletetut vaikutukset niillä ja toteutuksen kustannusarvion. Suunnitelmasta keskusteltiin ja kustannussyistä tehtiin muutoksia, merkittävämpänä kohteena Ruutlammin kosteikon toteuttamisen jättäminen pois suunnitelmasta. Kun suunnitelma ja sekä kustannusarvio olivat valmiina, ne esiteltiin

rahoittajalle, joka puolsi suunnitelman toteutusta ja vapautti siihen etukäteen varatut rahat hankkeelle.

Hankkeessa huomattiin, että laajalla ja monipuolisella valuma-aluesuunnittelun osaamisella varustettuja suunnittelijoita on vähän, he ovat kysyttyjä ja kalenterit voivat olla täynnä pitkälle tulevaisuuteen. Suunnittelijan kilpailuttamiseen ja suunnitelman toteuttamiseen täytyy siis varata riittävästi aikaa. Jonkinlainen rekisteri valuma-aluesuunnittelijoista ja heidän osaamisalueistaan auttaisi kilpailutuksessa. Hankkeessa todettiin myös, että sopimus suunnitelman sisällöstä ja sen valmistumisajankohdasta kannattaa tehdä kirjallisesti aikataulussa pysymiseksi. Suunnitelma kannattaa teettää suoraan sellaiseen muotoon (esim. dwg-muoto), että urakoitsija pystyy hyödyntämään sitä omissa laitteissaan. Hanketoimijan on hyvä varautua myös ohjelmistoihin, joilla pystyy avaamaan suunnitelman.

2.3.2 Uoman kunnostussuunnitelma

Peltovaltaisen alueen uoman kunnostussuunnitelmaan kuului kolme pohjapatoa, joista yhden tarkoitus oli turvata Kuorelammen keskivedenpinnankorkeuden säilyminen. Kaksi muuta pohjapatoa sijoitettiin peräkkäin alajuoksulle ja niillä tavoiteltiin eroosioherkän kohdan virtaaman hidastamista, uomaeroosion vähenemistä ja kiintoaineen pidättämistä, myös uoman urakan aikaan.

Uomaan suunniteltuihin kaivutöihin kuului paikoin varovaista uoman perkausta sekä valuma-alueen keskiosan turvepeltoalueella kaksitasouomarakenteita siten, että 1,0 metriä leveän alivesiuoman lisäksi uoman toiselle sivulle muotoiltiin 1,5 metriä leveä tulvatasanne. Tavoitteena oli, että tulvatasanne pysyisi kuivana alivesivirtaamien aikana mutta peittyisi veden alle uoman virtaaman kasvaessa keskivirtaamaa suuremmaksi. Veden virtauksen keskittyminen alivesiuoman osuudelle parantaisi myös uoman itsepuhdistuskykyä ja vähentäisi ylläpitovaiheen aikaista uoman huolto- ja kunnossapitotarvetta.

Suunnitelmaan kuului myös kaksi rumpu- ja putkisiltarakenteen uusimista. Rumpu- ja putkisillat mitoitettiin kohteen yläpuolisen valuma-alueen pinta-alan kautta määritettyyn kerran kahdessakymmenessä vuodessa toistuvaan ylivirtaamaan sekä asennuspaikkakohtaisesti vaihtelevaan uomakaltevuuteen.

Yhdelle peltoalueelle suunniteltiin myös uoman vedenpinnankorkeuden säätörakenteet. Tierumpuihin asennettiin säätörakenteet, joiden avulla vedenpinnankorkeus saataisiin tarvittaessa padotettua uoman yläjuoksulla enintään noin 0,3–0,4 metriä rummun pohjan tasosta. Padotusta suosittaisiin lähinnä kasvukauden aikaisena vesienhallintatoimenpiteenä, jonka avulla voitaisiin hillitä eloperäisten viljelymaiden painumista ja parantaa uoman vakautta. Toteutetut toimenpiteet esitetty kuvassa 5.

2.3.3 Urakan kilpailutus ja toteutus

Tarjouspyyntö urakan toteuttamiseen laadittiin nopealla aikataululla suunnitelman valmistumisen sekä maanomistajien ja rahoittajien hyväksynnän jälkeen. Tarjouspyyntö lähetettiin kuudelle lähialueella toimivalle maanrakennusalan yritykselle sähköpostilla. Yrityksiä etsittiin internetistä sekä kyselemällä maanomistajilta.

Tarjouksia saapui yksi, mutta se oli kustannuksiltaan niin korkea että sitä ei voitu hyväksyä hankkeen budjettiin. Seuraavaksi käynnistettiin neuvottelumenettely, johon pyydettiin sekä tarjouksen jättänyt yritys että yksi yritys, joka muutoin ilmoitti kiinnostuksensa urakkaan. Nämä kaksi yritystä pyydettiin maastokäynnille, jossa tutustuttiin alueeseen ja tarjouspyynnön mukaiseen urakkaan. Molemmat yritykset jättivät tarjouksen, jotka olivat hankkeen budjetin mukaiset. Urakan toteuttajaksi valittiin yritys, jolla oli alueen urakkaan paremmin soveltuva kalusto eli RTK-GNSS-satelliittipaikannukseen perustuva kaivinkoneen 3D-koneohjaus. Tämän järjestelmän avulla kaivutyö voitiin tehdä suoraan oikeaan korkoon, sillä korko- ja sijaintieto saadaan kaivinkoneen kauhan huulilevystä. Tämä säästää aikaa työpaalutuksesta ja on tarkempi työtapa. Suunnitelmassa oli kaksitasouomia ja pohjapatoja, jotka toimiakseen vaativat rakenteiden rakentamisen tarkasti oikeaan korkoon. Lisäksi korkoerot alueella olivat paikoin hyvin pieniä, vaatien tarkkuutta kaivutyössä.

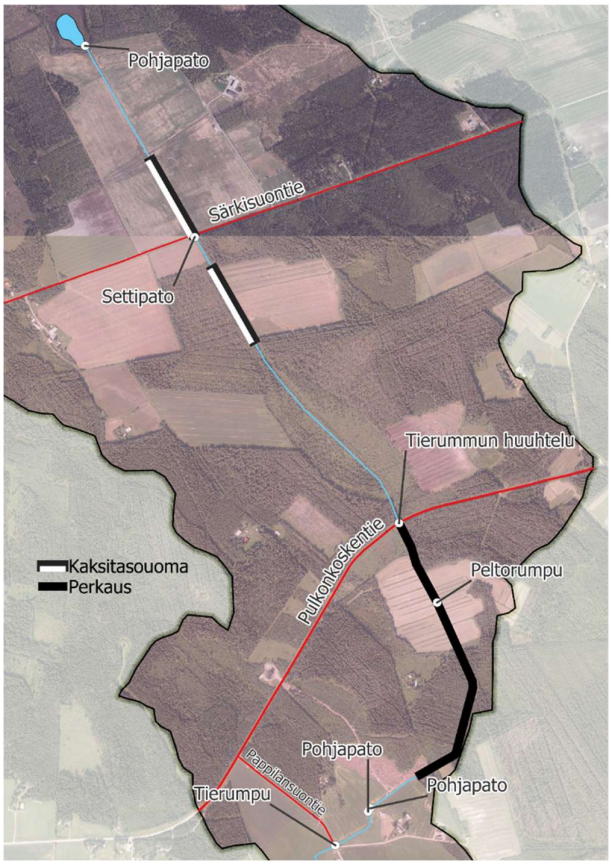
Kuva 4. Pohjapatosarjan toteutusta peltovaltaisella osuudella.

Ennen urakan toteutusta täytyi tehdä useampia ennakoivia toimenpiteitä. Maanomistajien vastuulla oli puuston poisto uoman varrelta siinä määrin, että kaivinkone mahtui kulkemaan ja työskentelemään uoman vieressä (kuva 4). Lisäksi rajapyykkimerkinnät täytyi tarkistaa. Maanomistajien tehtäväksi jäi myös salaojien laskuaukkojen ja kaivojen merkitseminen. Hankkeen työntekijät selvitettivät työmaa-alueella sijaitsevat mahdolliset sähkö- ja vesilinjat sekä muut kaapeloinnit. Lisäksi paikalliselle ELY-keskukselle toimitettiin ojitusilmoitus ja lupatarkastelu pohjapatoja varten.

Suunnitelman läpikäyminen urakoitsijan kanssa on tärkein työvaihe ennen urakan aloittamista. Hankkeen kokemusken mukaan siihen kannattaa varata aikaa ja käydä paikan päällä katsomassa rakennettavien kohteiden sijainti ja tarkemmat tiedot. Tämä työvaihe on hyvä tehdä ajoissa, sillä keskustelussa saattaa ilmetä monia kysymyksiä, joiden selvittämiseen voi kulua aikaa. Salinjoki-hankkeessa kilpailutettiin urakalle

myös ulkopuolinen valvoja, jonka rooli oli valvoa kohteen toteutusta ja työturvallisuutta. Myös työmaa-alueella liikkuvat, hankkeessa työskentelevät henkilöt suorittivat työturvallisuuskortin.

Urakan toteuttaminen aloitettiin heinäkuun lopulla 2022 ja urakka saatiin päätökseen elokuun alkupuolella. Urakka aloitettin valuma-alueen eteläosasta, alajuoksulta, jonne vaihdettiin uusi tierumpu. Seuraavaksi rakennettiin eteläisemmälle peltoalueelle kaksi pohjapatoa sekä mutkittelevaan kohtaan eroosioruojausta, jonka jälkeen tehtiin varovaista uoman pohjan perkausta sekä peltoalueelle rummun vaihto. Pohjoisemmalle peltoalueelle rakennettiin kaksitasouomaa sekä yksi pohjapato. Kunnostoimenpiteet on esitetty kuvassa 5. Lisäksi alueelle asennettiin vedenpinnankorkeuden säätörakenteet (kuva 6)



Kuva 5 Vuoden 2022 heinä-elokuussa toteutetut kunnostustoimenpiteet Salinjoen valuma-alueella. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Syke)

Hankkeessa todettiin, että tarjouspyynnön laatimisessa kannattaa olla tarkkana. Jos osaamista kilpailuttamisesta ei ole, on siihen hyvä hankkia apua. Tarjouspyyntöön täytyy kirjoittaa tilaajan kannalta oleelliset asiat hankintalaki huomioiden. Tilaajan kannattaa olla perillä myös yleisestä hintatasosta. Kilpailutukseen on tärkeää sisällyttää urakoitsijan kalustovaatimukset.

Kuva 6. Vedenpinnankorkeuden säätörakenteet

2.3.4 Urakan jälkeinen seuranta ja jälkityöt

Urakan jälkeen oleellista oli seurata, tapahtuuko mitään äkillisiä muutoksia ja ovatko rakenteet pysyviä. Urakoitsija seurasi rakenteita urakan loppuun saakka ja kävi korjaamassa aiemmin perattuja sortuneita kohtia ennen koneiden viemistä pois alueelta. Myös Savonian henkilöstö tarkkaili rakenteiden pysyvyyttä urakan aikana ja sen jälkeen.

Jälkiseurannan aikana huomattiin, että uoman sivuluiskat ovat alttiita eroosiolle. Siksi kaivutyön jälkeen uoman luiskiin kylvettiin nurmiseosta sekä kauraa, jotka nopeasti itävinä ehtisivät kasvattaa syksyllä juuristoa sitomaan maa-ainesta ja ehkäisemään eroosiota. Kaura ei itänyt hyvin enää elokuussa, mutta nurmi iti nopeasti elokuun lopun ollessa lämmin ja kostea. Kasvusto jäi kuitenkin pieneksi. Kylvötyö toteutettiin käsikäyttöisellä kylvökoneella. Koko peratun uoman alue käveltiin läpi molemmin puolin levittäen kylvösiementä mahdollisimman tasaisesti (kuvaan 5 merkityt kaksitasouomat ja perattu osuus).

Urakan jälkitarkastuksen yhteydessä laadittiin urakoitsijan kanssa sopimus, jonka mukaan urakoitsijalla oli työn korjausvelvollisuus kahden vuoden ajan. Tämä koski vain sellaisia korjaustarpeita, jotka johtuivat urakan toteutustavasta. Mikäli uomassa tapahtui jotain muuta odottamatonta, korjausvelvollisuutta ei ollut. Seurantaa joka tapauksessa jatkettiin rakenteiden osalta useiden vuosien ajan. Hankkeessa tehtiin maanomistajien ja osuuskunnan kanssa sitoumus rakenteiden ylläpidosta. Lisäksi ojitusyhteisö on lähtökohtaisesti lain mukaan velvollinen ylläpitämään uoman kuntoa.

2.4 Valuma-aluekunnostuksen suunnittelu metsävaltaisella alueella

Juha Jämsen ja Mika Tuomainen, Suomen Metsäkeskus

Salijoki-hankkeen aikana tehtiin edellä kuvatun peltovaltaisein suunnitelman lisäksi erillinen suunnitelma metsävaltaiselle valuma-alueen yläjuoksun alueelle. Suunnittelu toteutettiin Metsäkeskuksen työnä ja organisaation valuma-aluesuunnittelun toimintatapaa hyödyntäen. Ohessa kuvataan toimintatapa sekä sen soveltaminen Salinjoen valuma-alueella.

Metsäkeskuksessa valuma-aluesuunnittelua suunnataan vesienhoidon toimenpideohjelmissa määritellyille painopistealueille tai muutoin arvokkaiden vesistöjen valuma-alueille. Alueen valikoiduttua suunnittelukohteeksi siitä tiedotetaan alueen maanomistajille ja kootaan alueelta tieto, joka auttaa tunnistamaan vesiensuojeluun vaikuttavia tekijöitä. Tärkeää olisi, että alueelta on käytettävissä mahdollisimman paljon paikkatietoa, jolloin pystytään arvioimaan paremmin niiden yhteisvaikutuksia.

Yksi tärkeimmistä tiedoista ja selvitettävistä asioista on tunnistaa pintavesien kertyminen sekä niiden liikkuminen suunnittelualueella. Tämä mahdollistaa tarvittaessa myös alueen jakamisen osavaluma-alueisiin, joka helpottaa merkittävimpien alueiden tunnistamisessa.

Tieto alueella tehdyistä metsätalouden toimenpiteistä, metsävaratieto sekä tieto maa-ainesten huuhtoutumiselle herkistä kohteista auttaa suuntaamaan maastohavainto- ja suunnittelukäyntejä sekä tunnistamaan tämän hetken kuormittavimpia alueita. Tiedon perusteella voidaan myös jättää pois tarkemmasta suunnittelusta alueita, joissa tausta-aineistojen mukaan ei sillä hetkellä ole vesiensuojelun tehostamistarvetta.

Yksittäisten mahdollisten kuormituspaikkojen tunnistamiseen on käytettävissä paikkatietoaineistoja, jotka kertovat esimerkiksi maa-aineisten huuhtoutumisherkkyydestä. Syöpyneitä uomia voidaan tunnistaa myös maanpintamallista valmistetun vinovalovarjostekuvan avulla. Nämä aineistot ovat hyödyllisiä myös maastosuunnittelun apuna.

Etukäteistieto mahdollisista vesiensuojelun tehostamiseen soveltuvista paikoista on myös tärkeää jo hankkeen alkuvaiheessa. Mahdollisia paikkoja ovat muun muassa vedenpalauttamiseen soveltuvat alueet.

2.4.1 Maastosuunnittelu

Tausta-aineistojen perusteella määritellään maastossa tarkastettavat kohteet. Maastokäynneillä tarkennetaan kuormituksia sekä selvitetään mahdollisia kuormituksen lähteitä. Tehtyjen kuormitushavaintojen perusteella valitaan kohteita ja alueita tarkempaan selvitykseen. Näiltä alueilta määritellään kuormituksen syntymispaikkoja ja mietitään toimenpiteiden mahdollisuudet kuormituksen vähentämiselle.

Suunnittelua ja toteutusta tehdään esimerkiksi Metsäkeskuksen luonnonhoidon alueellisen suunnittelun yhteydessä, jolloin alueelle laaditaan Metsäkeskuksen toimesta vesiensuojelun yleissuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään vesiensuojelun

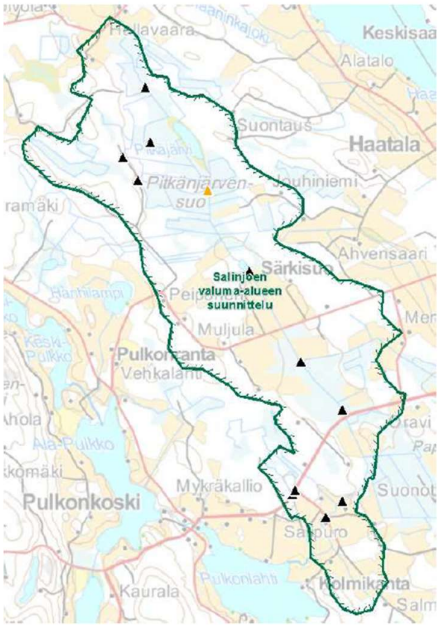
tehostamiseksi tehtävät toimenpiteet, joiden toteuttamiseen on maanomistajien suostumus. Yleissuunnitelma on pohjana jatkossa tehtävälle tarkemmalle toteutussuunnitelmalle.

Metsäkeskuksen alueellisessa luonnonhoidossa laadittujen suunnitelmien tarkempi kohdekohtainen suunnittelu ja kohteiden toteutus tehdään luonnonhoitohankkeena. Toteuttaja hankkeille valitaan hankehakumenettelyssä. Metsäkeskuksen tekemä luonnonhoidon alueellinen suunnittelu on yksi toimintamalli, jolla voidaan toteuttaa valuma-aluesuunnittelua. Suunnittelua tehdään myös monilla muilla rahoituksilla.

2.4.2 Vesienhallinnan haasteet ja kunnostuksen suunnittelu

Salinjoen valuma-alueen metsäiset alueet keskittyvät pitkälti valuma-alueen yläosaan. Alueen turvemaiden ojitukset ovat pääasiassa vanhoja, mutta ojilla on kuitenkin edelleen merkitystä valuma-alueen virtausolosuhteisiin. Valuma-alueella sijaitsevalla järvellä ja lammella on suuri merkitys alueen virtaamien tasaamisessa. Molempien vesistöjen vedenpintoja on laskettu aiemmin toteutettujen hankkeiden yhteydessä. Alueen halki virtaava uoma on myös perattu. Näillä kaikilla toimenpiteillä on ollut merkitystä valuma-alueen virtausolosuhteisiin.

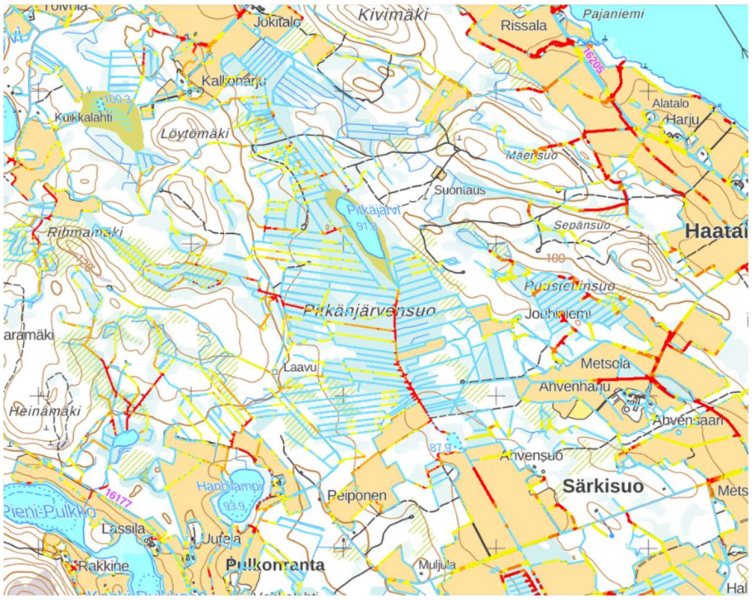
Salinjoen valuma-alueen metsäalueen luonnonhoitohankkeen suunnittelun lähtökohtana oli määritellä alueen sisältä kuormitukseen eniten vaikuttavat alueet ja kohteet. Suunnittelu aloitettiin koostamalla alueen taustatiedot, joiden perusteella määriteltiin maastohavaintopisteitä kuormituspaikkojen selvittämistä varten (kuva 7). Taustatietoina käytettiin muun muassa Metsäkeskuksen metsävaratietoja, hankkeiden toteutustietoa sekä tietoa virtausten määrästä ja mahdollisista riskikohteista. Lisäksi selvitettiin etukäteen potentiaalisia vesiensuojelurakenteiden paikkoja.



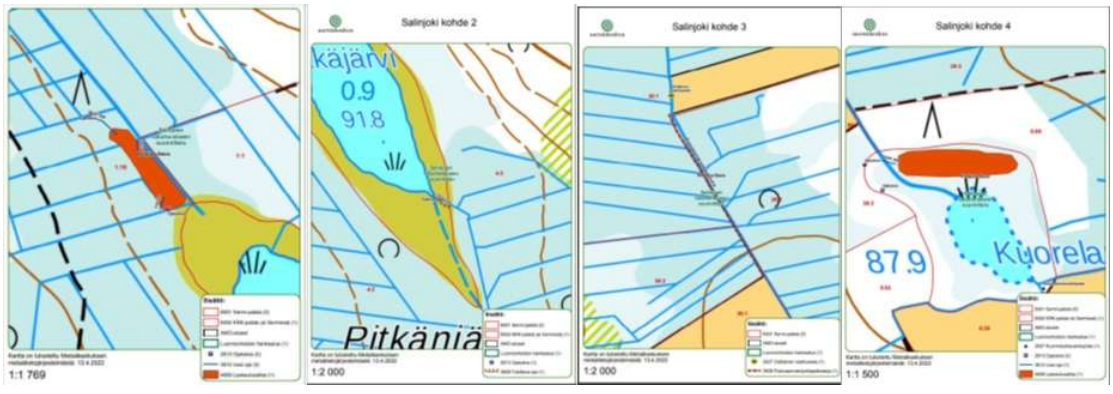
Kuva 7. Maastossa tehtävä kuormitushavainnointi tehtiin silmämääräisesti. Kohteiksi valittiin paikkoja, jossa laskeutunut maa-aines on mahdollisimman hyvin havaittavissa. Sopivia paikkoja ovat virtausreitin tasaiset tulvivat

kohdat sekä esim. tierumpujen yläpuoliset alueet (Kartta: Metsäkeskuksen suunnittelujärjestelmä, taustakartta mml)

Maastokäynneillä selvitettiin kuormitushavaintopisteiden lisäksi kuormituksen syntymiseen vaikuttavia tekijöitä ja paikkoja, ja samalla kartoitettiin mahdollisuudet kuormituksen vähentämiseen. Tavoitteena oli löytää mahdollisimman luonnonmukaisia ja kustannustehokkaita vesiensuojeluun ja virtaamanhallintaan vaikuttavia toimenpiteitä.



Kuva 8 Virtausnopeus. Alueen halki kulkeva uoma kerää valuma-alueen vedet. Varsinkin uoman kaltevimmilla kohdilla esim. Pitkäjärven alapuolella veden virtausnopeus kasvaa suureksi, ja ne ovat täten alttiita maa-ainesten irtoamiselle. (Taustakartta MML)



Kuva 9 Suunnitellut toimenpiteet. Vasemmalta: veden ohjaus vanhoihin murahautoihin, veden palauttaminen vanhaan uomaan, pohjapatosarja, puumateriaalin lisäys.

Alueen vesiensuojelun haasteet liittyvät pitkälti alueen läpi virtaavasta uomasta tapahtuvaan maa-ainesten irtoamiseen (kuva 8). Suunnittelussa pyrittiin löytämään keinoja uoman virtausnopeuden pienentämiseen. Alueelle suunniteltuja toimenpiteitä olivat veden ohjaaminen Pitkäjärven yläpuolella oleviin vanhoihin murahautohin (Murahauta on suolla oleva kuoppa, josta on aikoinaan nostettu muraa, eli orgaanista maa-ainesta maanparannusaineeksi pellolle.), Pitkäjärven purkuoman virtauksen

palauttaminen luontaiselle reitille sekä pääuomaan rakennettava pohjapatosarja (kuva 9).

Lisäksi todettiin, että tulevissa metsätalouden hankkeissa on tärkeää kiinnittää huomiota virtaamanhallintaan ja käyttää vesiensuojelussa virtaamiin vaikuttavia vesiensuojelukeinoja, kuten esimerkiksi virtaamansäätöpatoja. Metsätaloushankkeissa tehtävä virtaamanhallinta auttaa pieneltä osaltaan leikkaamaan myös koko valuma-alueen virtaushuippuja.

Suunnittelun alkuvaiheessa mietittiin yhtenä virtaamaa tasaavana keinona myös Kuorelammen tulvituksen tehostamista purku-uomaan rakennettavan padotuksen avulla. Suunnitelmasta kuitenkin luovuttiin hankalan toteutuksen ja läheisten alueiden vettymisriskin vuoksi. Lisäksi toimenpide olisi voinut vaatia vesiluvan. Kuorelammen merkitystä alueen vesienpuhdistuksessa kuitenkin tehostettiin lisäämällä maaliskuun 2025 urakassa lammen yläpuolelle kaivetuun altaaseen puumateriaalia, joka tehostaa ravinteiden pidätystä ja poistaa niitä valumavedestä.

Puumateriaalin lisäämistä on metsätaloudessa käytetty lähinnä laskeutusaltaissa. Salinjoen valuma-alueella puumateriaalin lisääminen poikkeaa sijoituksen lisäksi aiemmin toteutetuista toimenpiteistä myös suuremman puumäärän vuoksi. Tämä antaa tärkeää ja hyödyllistä tietoa puumateriaalin lisäämisen toteutuksesta sekä toimenpiteen vaikutuksista mahdollisessa jatkohankkeessa toteutettavan seurannan myötä.

Hankkeissa saatiin arvokasta tietoa maatalouden ja metsätalouden vesiensuojelun suunnittelun yhteensovittamisesta. Salinjoen valuma-alue on hyvä esimerkki kohteesta, jossa suunnittelu kannattaa tehdä koordinoidusti ja samanaikaisesti. Metsätalousalueet sijoittuvat yleensä valuma-alueen yläosiin, minkä vuoksi on tärkeää tunnistaa miten vedet liikkuvat alueella ja mitkä ovat vesistökuormituksen riskipaikkoja valuma-alueelta. Metsätalousalueilla tehtävillä toimenpiteillä on mahdollista vaikuttaa valumavesien virtaamanhallintaan ja siten myös peltoalueella kulkevien uomien veden virtausnopeuksiin, ja mahdollisesti myös tulvien voimakkuuteen ja niiden esiintymispaikkoihin.

2.4.3 Vaellusesteiden inventointi

Metsäkeskus selvitti Pulkonlahden ja Pitkäjärven välisen uoman ylityspaikkojen tilanteen kalojen vaellusesteiden osalta. Tilanne haluttiin selvittää, jotta se voidaan ottaa huomioon hankkeen toimenpiteiden suunnittelussa. Lähtökohta tietenkin on, että valuma-alueen kunnostustoimet eivät ainakaan lisää esteitä kalojen ja muun vesieliöstön liikkumiselle.

Inventoinnissa todettiin kaksi täydellistä ja kaksi osittaista vaellusestettä. Näistä yksi on poistettu hankkeen toimenpiteiden yhteydessä ja yksi hankkeen aikana tehdyssä tien peruskunnostuksessa.

2.4.4 Kunnostuksen toteutus

Salinjoen valuma-alueen latvaosalle suunniteltu metsäluonnonhoitohanke toteutettiin Vaku-hankkeen aikana. Valuma-alueelle toteutettiin pintavalunta-kosteikko, puumateriaalin lisääminen (kuva 10) ja pohjapatosarja (kuva 11). Valuma-alueen

toimenpiteet toteutettiin Kestävän metsätalouden rahoituslain, KEMERA mukaisena metsäluonnonhoitohankkeena. Hankkeelle valitaan toimija Metsäkeskuksen järjestämässä hankehakumenettelyssä ja valituksi tuli Temepa Oy.

Kohteiden vesiensuojelullinen tarve ja soveltuvuus määriteltiin ns. yleissuunnitteluvaiheessa Metsäkeskuksella. Tässä yhteydessä asiasta sovittiin myös maanomistajan kanssa. Temepa Oy laati yleissuunnittelussa määritellyille kohteille tarkentavat suunnitelmat kuten esim. yksittäisten patojen paikkojen määrittelyn, rakenteiden mitoituksen ja rakenteiden toteuttamistavan, ja oli uudelleen yhteydessä kohteiden maanomistajiin. Salinjoen valuma-alueen toteutukset tehtiin vuosien 2024–2025 aikana, pääasiassa maaliskuussa 2025. Osa kohteista sijaitsi pehmeillä kohteilla ja oli mahdollista toteuttaa vain maan ollessa jäässä. Tästä syystä hankkeen toteutusaika piteni. Lisäksi pieniä korjaustöitä on tarpeen tehdä vielä myöhemmin.

Kuva 10 Keväällä otetussa kuvassa altaaseen asetellut puuniput olivat vielä osittain vedenpinnan yläpuolella.

Kuva 11 Pohjapatojen myötä veden virtausnopeus pienenee padon yläpuolella ja nopean virtauksen osuus kulkee padon kivettyä osaa pitkin.

2.5 Metsäalueen toimenpiteiden mallinnus

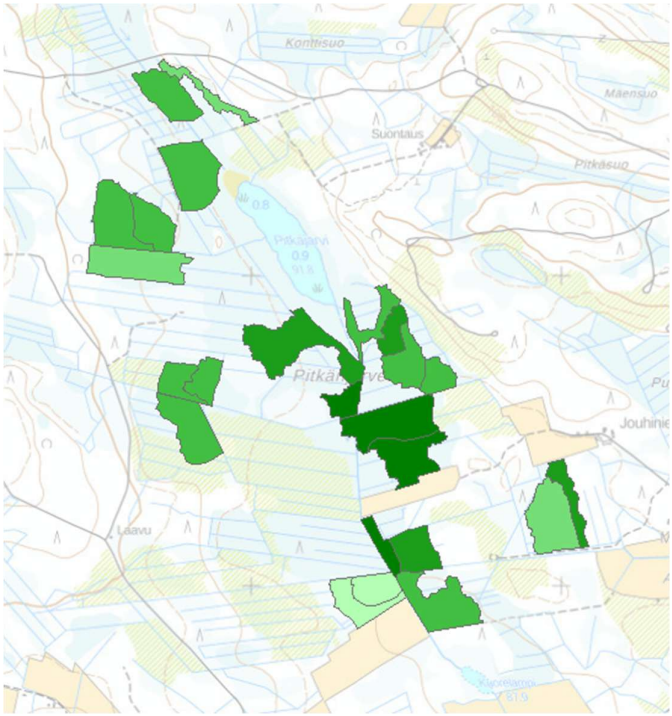
Juha Jämsen, Suomen Metsäkeskus

Salinjoen valuma-alueelle hankittiin Luonnonvarakeskukselta Suosimulaattorilla (SUSI) tuotettua tietoa alueen turvemaista. SUSI tuottaa tietoa esim. ojaston kunnostuksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksista puuston kasvuun sekä toimenpiteiden ravinnevalumiin. SUSI-mallinnuksen tarpeisiin hankittiin Arbonautin tekemä ojansyvyysaineisto. SUSI-tiedon avulla haluttiin testata, miten turvemaiden käsittelyyn liittyvää lisätietoa voitaisiin hyödyntää osana valuma-aluesuunnittelun toimintamallia.

Simuloitua tietoa tuotettiin valuma-alueen turvemaakuviolle, jossa suometsänhoito todennäköisesti on lähitulevaisuudessa ajankohtaista. Osalle kuvioista laskettiin vaikutus nykytilanteen lisäksi myös mahdollisen harvennushakkuun jälkeen. Yhteensä tietoa tuotettiin 41 kuviolle.

Hankkeen aikana selvitettiin mm. miten aineistoa voitaisiin toimittaa maanomistajille ja millainen tietosisältö on riittävä. SUSI-malli tuottaa kuviolle paljon tietoa eikä se ihan sellaisenaan välttämättä sovellu suoraan kaikkien käyttöön.Vesiensuojelun kannalta oleellista on tieto, jonka avulla maanomistaja pystyy arvioimaan toimenpiteiden tarvetta. Tässä periaatteessa riittävää on tieto kuvion tämänhetkisestä tai tulevan hakkuun jälkeisestä kuivatustilanteesta. Lisäksi tieto esim. Tuhkalannoituksen

vaikutuksista on tärkeää etenkin niiden kuvioiden osalta, joissa vesitalouden järjestely on tarpeen (kuva 12).



Kuva 12. Tarkastelualuun kuviot, jossa tuhkalannoitusta kannattaa harkita ojien kunnostamisen vaihtoehtona.

Hankkeessa laadittiin erilaisia maanomistajakohteisia esimerkkikarttoja simulointien tuloksista. Tuotettua tietoa tullaan toimittamaan soveltuvin osin pilottikohteen maanomistajille Metsäkeskuksen toimesta.

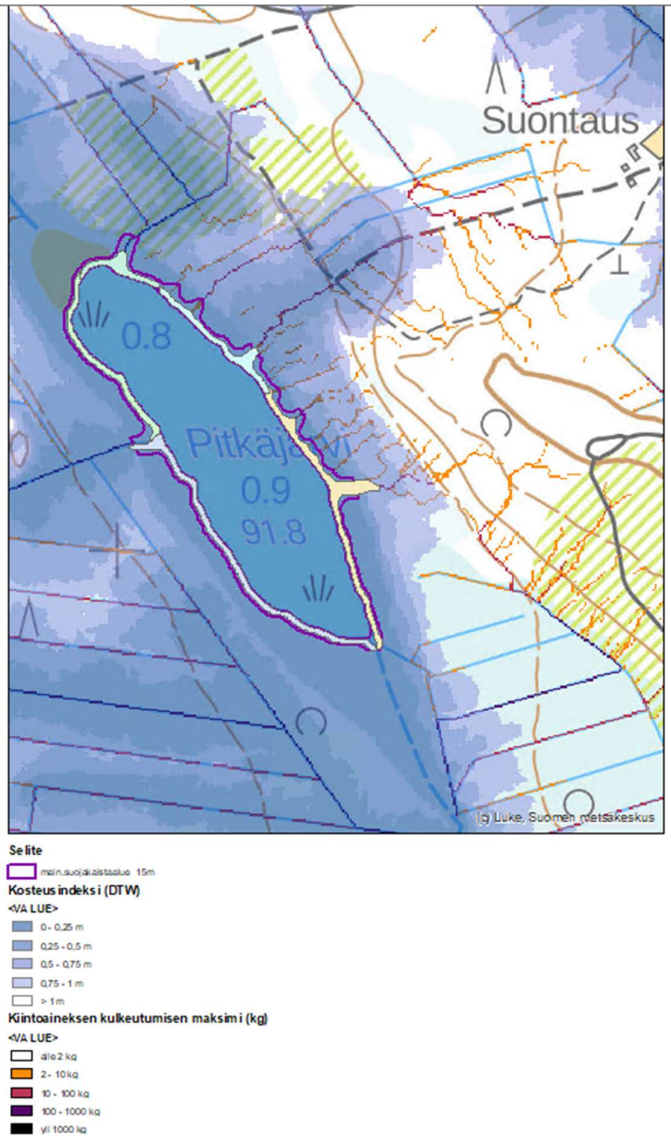
SUSI-mallinnus tehdään metsikkökuvioittain, mutta käytännössä kuvion hydrologia on lähes aina sidoksissa laajempaan kokonaisuuteen. Kaikkien kuvioiden osalta vaihtoehdot eivät tule tule aina kysymykseen ja toisaalta toisilla kuvioilla tehtävät toimenpiteet vaikuttavat samalla suoalueella oleviin kuvioihin. Salinjoen valuma-alueen osalta tämä vaikuttaa paljon toimenpiteiden tarpeen arviointiin. SUSI-mallinnuksesta on kuitenkin mahdollista saada hyvää taustatietoa esim. ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksista turvemaiden vesienhallintaan.

SUSI-mallinnus tuo hyödynnettävää lisätietoa suometsistä päätöksenteon tueksi. Tällä hetkellä sen ottaminen laajemmin mukaan valuma-aluesuunnitteluun on kuitenkin haastavaa mallin suhteellisen kalliin hinnan vuoksi. Mikäli tarvittava tietosisältö, kuten metsätaloustoimenpiteiden vaikutus puuston kasvuun saadaan tuotettua edullisemmin, niin sen hyödyntäminen osana vesiensuojelun valuma-aluesuunnittelua voi olla järkevää etenkin hankealueilla, jossa suometsän hoitotarve on laajaa. Toimenpiteiden aiheuttaman kuormituksen arviointia ei voida tehdä pelkästään SUSI-simulointitiedon perusteella. Eri toimenpiteiden vesistökuormituksen arviointia varten on lisäksi arvioitava itse toimenpiteestä, kuten ojien kunnostamisesta

aiheutuva kuormitus.

Suojakaistojen suunnittelun osalta hankkeessa arvioitiin mm. Metsäkeskuksen suojakaistatyökalun sekä avointen aineistojen käyttömahdollisuutta osana valuma-aluesuunnittelua (kuva 13). Suojakaistat on tärkeä vesiensuojelukeino etenkin normaalien metsätaloustoimenpiteiden yhteydessä ja ne tulee huomioida toimittaessa kaikkien vesistöjen läheisyydessä. Kuormituksen vähentämiseen tähtäävien valuma-aluekohtaisten hankkeiden osalta aineistot ja suunnittelukeinot kannattaa tuoda esille hankkeiden järjestämissä koulutuksissa sekä neuvontatilanteissa. Suunnittelun yhteydessä aineistoa kannattaa hyödyntää esim. mahdollisten pintavaluntakenttien ja muiden vesiensuojelurakenteiden sijoittelussa.

Aineistojen osalta suojakaistojen rajauksessa käyttökelpoisi tällähetkellä ovat avoimesti jaettavissa olevat aineistot, kuten kosteusindeksi, virtausverkko, Rusle-eroosiomalli ja massatase. Työkalujen osalta toimiminen on tällä hetkellä epävarmaa. Aineistojen ja työkalujen tilanne kannattaa varmistaa ennen hankkeissa annattavaa neuvontaa.



Kuva 13 Esimerkki suojakaistan rajauksessa hyödynnettävistä aineistoista. (Taustakartta MML)

2.6 Vedenlaadun ja virtaaman seuranta

Marko Häkkinen, Teija Rantala, Sanna Antikainen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Salinjoen valuma-alueen pääuoman vedenlaatua ja virtaamaa seurattiin Salinjoki- ja Vaku -hankkeissa keväästä 2021 syksyyn 2024. Valuma-alueen lähtötilannetta tarkasteltiin huhti-lokakuussa 2021 ja huhti-heinäkuussa 2022. Heinä-elokuussa 2022 valuma-alueen pääuomassa toteutettiin edellä kuvattu kunnostus. Sen aikana tehtiin seurantaa pienimuotoisesti. Elokuusta 2022 seurantaa jatkettiin sulan maan aikaan lokakuulle 2024 saakka. Seuranta painotettiin laitteistojen käytettävyyden takia pääsääntöisesti huhti-lokakuulle joka vuosi.

Seurannan alkuperäisenä tavoitteena oli koota aineistoa, jota voitaisiin hyödyntää arvioitaessa valuma-alueen pääuoman kunnostuksen ja yksittäisten rakenteiden vaikutuksia vedenlaatuun ja hydrologiaan. Seurannan aikana kuitenkin huomattiin, että valuma-alueen maankäytössä tapahtuvat muutokset, kuten peltojen kunnostus

sekä metsähakkuut, vaikuttavat tuloksiin tavalla, jota oli vaikeaa arvioida. Hanketoimijoilla ei ollut kattavaa tietoa, mitä kaikkea toimintaa valuma-alueella tapahtui seurannan aikana. Lisäksi eri vuosina vaihdelleet sääolosuhteet mutkistivat toimenpiteiden vaikutusten arviointia. Vuonna 2022 tapahtuneen kunnostusurakan jälkeen uoman tilanne tasaantuu todennäköisesti useiden vuosien ajan, joten mahdolliset positiiviset vaikutukset näkyvät oletettavasti vasta Vaku-hankkeen jälkeen.

Edellä kuvattujen seikkojen myötä päädyttiin tavoittelemaan tällaisen pienimuotoisen valuma-alueen vedenlaadun kuvaamista yleisesti eri vuodenaikoina ja vuosina, huomioiden myös alueella toteutetun kunnostusurakan. Suuntaa-antavia arviointeja veden laadun muutoksista myös tehtiin. Vastaavaa tietoa näyttäisi olevan suhteellisen vähän saatavilla, joten myös tällä oletetaan olevan oma arvonsa. Lisäksi valuma-alueen kuormitusta vastaanottavaan vesistöön arvioitiin kiintoaineen ja fosforin osalta valuma-alueen alajuoksulla (HP4) vuosien 2022–2024 huhti-lokakuulle.

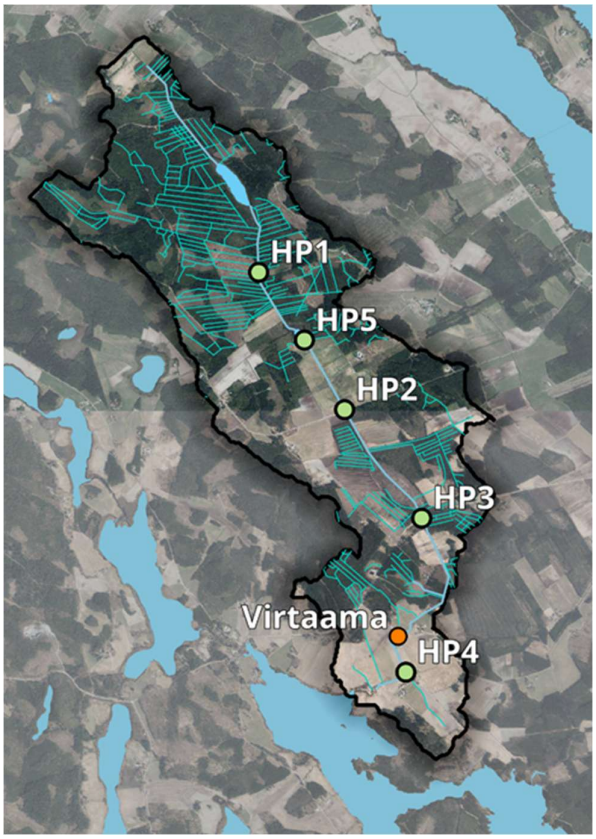
Ympäristömittausten toteuttaminen vaihtelevissa maasto-olosuhteissa ei ole yksinkertaista, joten tavoitteena oli saada myös siitä lisää tietoa ja kokemusta, jota voidaan hyödyntää jatkossa seurannan suunnittelussa, toteutuksessa ja tulosten analysoinnissa. Seuraavissa luvuissa kuvataan sekä saatuja tuloksia, että käytettyjä menetelmiä ja niissä onnistumisia ja haasteita. Tarkoituksena on, että muut seurantaa toteuttavat tahot voivat soveltuvin osin hyödyntää Salinjoen valuma-alueen ympäristön tilan seurannassa opittuja asioita.

2.6.1 Vedenlaadun ja virtaaman seurannan toteutus

Vedenlaadun seurantaa toteutettiin viidestä havaintopisteestä tehtyjen vesianalyysien avulla, joita tukivat yhdessä havaintopisteessä (HP2) sijainnut MaaMet-ohjelman mittalaitteisto ja vesinäytteenotto (kuvassa 14 sekä kahdessa havaintopisteessä sijainneet Savonian jatkuvatoimiset vedenlaadun mittalaitteet (HP5, HP4, kuvat 15 ja 16). Vedenlaadun havaintopisteiden valinnassa pyrittiin huomioimaan erilaiset maankäyttömuodot, sekä alueelle ennakoitujen toimenpiteiden sijainteja. Kohteiden sijoittelulla pyrittiin varmistamaan se, että niistä kootusta seuranta-aineistosta saataisiin monipuolinen kuva alueen veden laadusta.

Kuva 14 Havaintopiste 2, MaaMet-ohjelman mittalaitteisto.

Kaikki Salinjoen valuma-alueelle vesinäytteenottoa ja jatkuvatoimisia vedenlaatumittauksia varten perustetut havaintopisteet sijaitsivat valuma-alueen pääuoman varrella. Kuvassa 11 on esitetty Salinjoen valuma-alue seurantaverkostoineen. Valuma-alueen pohjoisosissa metsätalous on vallitseva maankäyttömuoto, ja havaintopisteeltä HP1 seurattiin näiltä metsäalueilta tulevien valuntavesien laatua.



Kuva 15. Salinjoen valuma-alueen seurantaverkosto. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Syke)

Kuva 16 Havaintopiste 5

Alueen keskivaiheilla, pienessä Kuorelammessa sijainneeseen havaintopisteeseen HP5 rakennettiin erillinen jatkuvatoiminen vedenlaatuasema, lähes vastaava kokonaisuus kuin havaintopisteessä HP2. Näiden kahden havaintopisteen väliin jäi kaksitasouomalla varustettu turvepeltoalue, jonka vaikutus vedenlaatuun oli kiinnostava kysymys. HP2:lla sijaitseva vedenlaatuasema kuuluu Syken koordinoimaan Maa- ja metsätalouden kuormituksen ja sen vesistövaikutusten seurantaohjelman (MaaMet-ohjelma) seurantaverkostoon, nykyisin myös Maatalouden vesistökuormituksen seurantaverkostoon (AGRIMON).

Havaintopiste HP3 sijoitettiin Ruutlammen alapuolelle, jolloin siitä oltaisiin voitu seurata kosteikon alapuolista vedenlaatua mikäli Ruutlammen kosteikko olisi toteutunut. Alajuoksun havaintopiste HP4 sijoitettiin mahdollisimman lähelle valuma-alueen purkupistettä, josta valuntavedet ohjautuvat alapuoliseen vesistöön, Suuren Ruokoveteen.

Salinjoen valuma-alueen virtaamaa seurattiin alajuoksun mittausasemalla, lähellä havaintopistettä HP4 (kuva 17). Virtaaman määrittämisessä käytettiin kahta eri menetelmää, joista purkautumiskäyrään perustuvaa menetelmää toteutettiin yhteistyössä Pohjois-Savon ELY:n kanssa. Purkautumiskäyrä pohjautui eri vedenpinnankorkeuksilla toteutetuista suolapulssimittauksista saatujen virtaamien ja pinnankorkeuksien keskinäiseen riippuvuussuhteeseen. Toisena virtaamien määritysmenetelmänä käytettiin sesonkiluonteisesti jatkuvatoimisia, tierumpuun asennettuja ja akustiikkaan perustuvia mittalaitteita. Niiden mittaamien pinnankorkeuksien ja keskimääräisten virtausnopeuksien sekä tierummun poikkipinta-alan perusteella voitiin laskea virtaaman suuruutta.

Kuva 17 Havaintopiste 4 uoman alajuoksulla.

Eri havaintopisteestä haettiin ajoittaan vesinäytteitä ja niistä määritettiin paikan päällä pH, sähkönjohtokyky, liuennut happi ja lämpötila Hach HQ40d -kenttämittauslaitteilla. Savonian Kuopion vesilaboratoriossa vesinäytteistä analysoitiin muun muassa kiintoaine (TSS), orgaaninen kokonaishiili (TOC), kokonaisfosfori, kokonaistyppi, nitraattityppi, väri ja sameus. Vesinäytteistä tehtyjä analyysejä ja kenttämittauksia toteutettiin Salinjoki-hankkeessa noin viikon välein. Tätä vesianalyysi-/kenttämittaussykliä harvennettiin Vaku-hankkeen aikana kahteen viikkoon (HP2, HP5 ja HP4) ja havaintopisteissä HP1 ja HP3 kerran kuussa tapahtuviksi.

Jatkuvatoimisilla vedenlaadun seuranta-asemilla HP5, HP2 (MaaMet) ja HP4 mittaukset tapahtuivat puolen tunnin välein. Näiltä mittausasemilta saatiin jatkuvatoimisesti tietoa pääuoman veden lämpötilasta, sameudesta, sähkönjohtokyvystä, liuenneesta hapesta, nitraattitypestä ja orgaanisesta kokonaishiilestä. Mittalaitteina asemilla käytettiin Ysi EXO sondeja (HP5, HP2 ja HP4) sekä TriOS OPUS UV-aallonpituusalueella toimivia sensoreita (HP5 ja HP2; TOC- ja nitraattipitoisuudet). Datan analysointia varten mittausdatan laadukkuutta seurattiin vertailemalla muunnettuja kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja TOC-pitoisuuksia vesianalyysien tuloksiin.

Seuraavissa luvuissa on esitetty yhtenä kokonaisuutena Salinjoki- ja Vaku-hankkeiden toteutettujen seurantojen tuloksia virtaaman ja vedenlaadun osalta vuosilta 2021–2024. Lisäksi mukana on Maamet/AGRIMON-aseman tuloksia.

Tulokset koostuvat seuraavista aineistoista:

Savonia:

- Vesianalyysit havaintopisteistä HP1, HP5, HP2, HP3, HP4
- Virtaama-aseman jatkuvatoimiset akustiset mittaukset
- Jatkuvatoimisten vedenlaatumittausten tulokset havaintopisteissä HP5 ja HP4

MaaMet-ohjelma:

- Virtaama-aseman purkautumiskäyrästä laskettu virtaama-aineisto
- Sadantatiedot haettu Ilmatieteenlaitoksen havaintopalvelusta (Maaningan sääasema)
- Jatkuvatoimiset vedenlaatumittaustulokset havaintopisteestä HP2

Ilmatieteenlaitos:

- Sadantatiedot Maaningan sääasemalta

2.6.2 Valuma-alueen virtaama

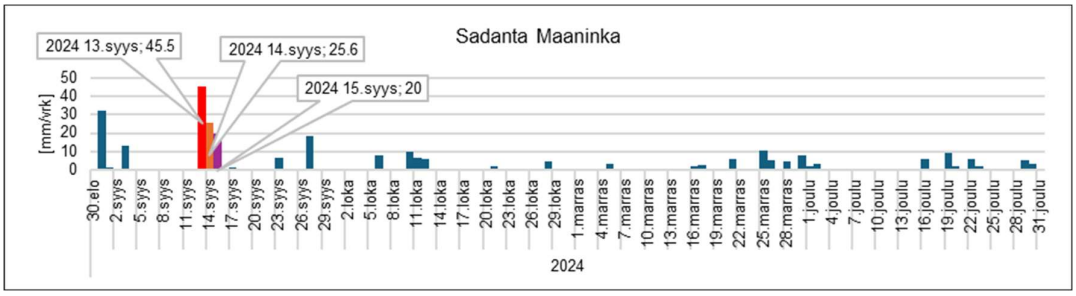
Valuma-alueen virtaaman laskenta perustui vuosien 2021–2022 aikana purkautumiskäyrän käyttöön. Purkautumiskäyrän tausta-aineistona käytettiin tuloksia

noin kymmenestä Salinjoen valuma-alueen alaosassa eri virtaamaolosuhteissa toteutetusta suolapulssimittauksesta. Suolapulssimittaus perustuu veteen laskettavan suolaliuoksen aiheuttamaan muutokseen veden sähkönjohtokyvyssä. Virtaaman mittauspisteelle uomaan asetetaan sähkönjohtokykyä mittaava sensori. Ylävirrasta, yleensä noin 20–30 metrin etäisyydeltä sensorista, lasketaan veteen tiedetty määrä suolaliuosta. Suolapulssin aikaansaama muutos tallentuu alavirrassa mittalaitteeseen, jolloin mittaustulosten perusteella voidaan laskea uomassa olleen virtaaman arvo.

Purkautumiskäyrän antamia tuloksia voitiin hyödyntää keskimääräisillä virtaamilla, mutta hyvin pienten ja erityisesti hyvin suurten virtaamien osalta virtaamaa ei saatu todennettua luotettavasti suolapulssimittauksilla. Suurten virtausten aikana tehdyt peräkkäiset suolapulssimittaukset poikkesivat toisistaan jopa sadoilla litroilla, joten virtaaman ja kuormituksen määrittäminen niiden pohjalta ei ole tarkkaa.

Vaku-hankkeessa vuosina 2023–2024 virtaaman määrityksessä testattiin akustisia virtaamamittareita, joiden käytön tavoitteena oli saada selvitettyä suolapulssein määritetyn purkautumiskäyrän oikeellisuutta, sekä saada kerättyä lisätietoa akustisten virtaamamittareiden soveltuvuudesta luonnonvesien mittaamiseen kohteen rumpuputkesta.

Akustisilla laitteilla ei päästy onnistuneesti kiinni kevätvalunnan suuriin virtaamiin jäiden aiheuttamien asennusteline- ja laiterikkojen takia. Syksyn ja alkutalven aikana 2024 Salinjoen valuma-alueella koettiin kuitenkin kaksi suurempaa valuntatapahtumaa, joista saatiin mittausdataa suurilla virtaamilla. Niistä ensimmäinen tapahtui 13.–15.9., jolloin alueella satoi vettä 91,2 millimetriä (kuva 18). Toinen suuri valuntatapahtuma ilmeni marraskuun lopulla, jolloin viikon pakkasjakson jälkeen koettiin hetkellinen lämpimämpi jakso. Tuolloin jäätyneeseen maahan jo kertynyt lumi suli sateiden myötä, aiheuttaen ajankohtaan nähden suuret virtaamat.

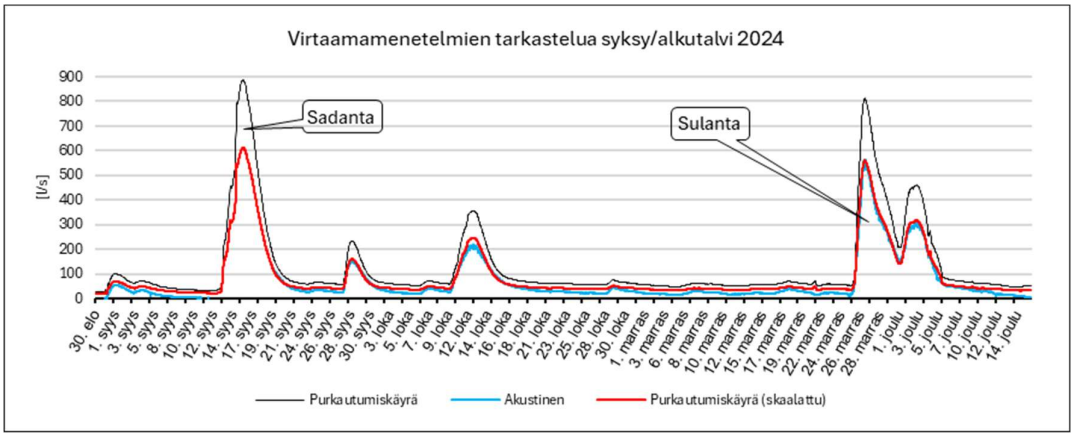


Kuva 18. Ilmatieteenlaitoksen Maaningan sääaseman sadantatiedot 30.8.-31.12.2024.

Molemmat loppuvuoden 2024 suuremmat valuntatapahtumat on esitetty kuvassa 13. Näiden kahden tapahtuman aikana tehtiin vertailua purkautumiskäyrän ja akustisten virtaamamittauksien välillä. Menetelmien antamissa virtaamissa havaittiin selkeitä erovaisuuksia: purkautumiskäyrä antoi huomattavasti korkeampia virtaama-arvoja verrattuna akustisiin mittauksiin, purkautumiskäyrän virtaama-arvojen ollessa noin 30 % suurempia.

Vaikka tulokset poikkeavat toisistaan, ovat purkautumiskäyrällä ja akustisilla mittauksilla tuotetut kuvaajat kuitenkin muodoltaan lähes identtisiä, kuten kuvaajasta 13 voidaan nähdä. Tästä voidaan päätellä, että menetelmät antavat todennäköisesti

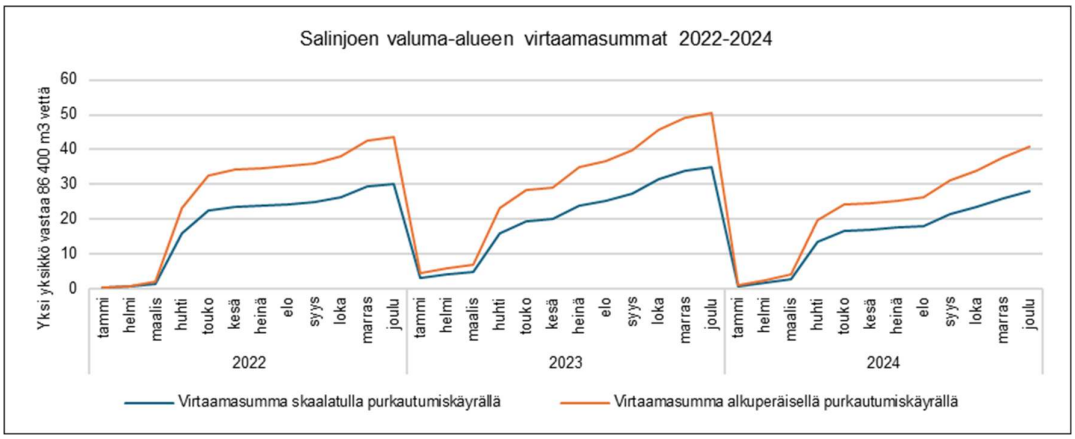
oikeanlaisen kuvan virtaamaolosuhteiden vaihtelusta, sekä suuntaa antavia tietoja virtaamien suuruudesta. Menetelmien virtaamatuloksien välillä havaittiinkin vahva lineaarinen korrelaatio, jonka selitysaste R^2 oli 0,99. Purkautumiskäyrän kaikista virtaamatuloksista laadittiin skaalattu virtaama-aikasarja, jonka arvot saatiin laskettua purkautumiskäyrän ja akustisen käyrän välille laaditun muuntoyhtälön kulmakertoimella. Näiden kahden erilaisen virtaamadatan perusteella on laskettu ainevirtaamia (kuormitusta), joita esitetty kappaleissa 2.7.2 ja 2.7.3.



Kuva 19. Akustisen virtaamamittarin (sininen) ja sen tuloksista skaalatun purkautumiskäyrän (oranssi) sekä virallisen MaaMet-ohjelmassa merkkiaineella määritetyn purkautumiskäyrän (musta) kuvaajat.

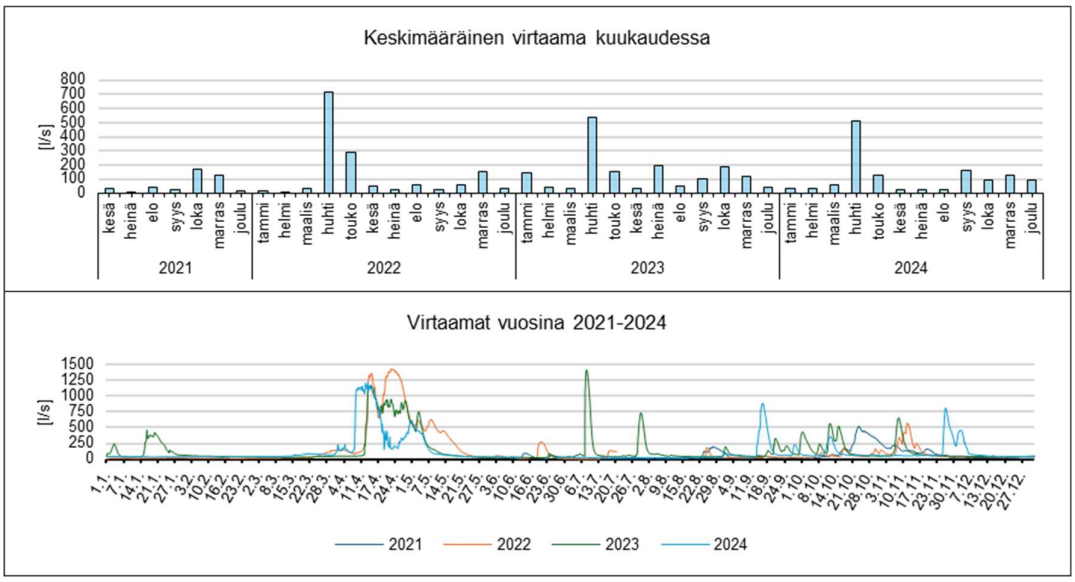
Valuma-alueella mitatuista virtaamista laskettiin virtaamasummat vuosille 2022–2024 alkuperäisen ja skaalatun purkautumiskäyrän tuottamista virtaamatuloksista. Virtaamasummien suuruusluokkaa vertailtiin Syken Vemala-simuloinnin tuloksiin, jotka on esitetty kappaleen 4 kuvassa 42. Vemala-simuloinnissa virtaamasummat on muunnettu arvoiksi, jossa yksi yksikkö vastaa 86 400 m^3 vettä.

Vemalan tuottamissa malleissa Salinjoen valuma-alueen vuosittainen virtaamasumma asettuu noin 31 yksikköön, mikä vastaa 2 678 400 m^3 vettä. Alkuperäisestä purkautumiskäyrästä saadut virtaamasummat vuosille 2022, 2023 ja 2024 olivat 44, 51 ja 41 yksikköä ja skaalatun purkautumiskäyrän virtaamasummat vastaaville vuosille 30, 35 ja 28 yksikköä (kuva 20). Purkautumiskäyrien virtaamasummat poikkesivat toisistaan esimerkiksi vuonna 2023 noin 1 200 000 kuutiolla, joka on merkittävä määrä laskettaessa valuma-alueen kuormitusta (esim. vastaanottavaan vesistöön purkautuvaa kiintoaine- ja fosforikuormaa). Skaalatun purkautumiskäyrän virtaamasummat olivat lähempänä simuloituja arvoja, joten niiden voi olettaa olevan lähempänä todellisuutta. Vuosittaiseksi valunnan vaihteluväliksi saatiin virallisella määritysmenetelmällä 11–14 l/s/km^2 ja skaalatulla 8–10 l/s/km^2.



Kuva 20. Vuosien 2022-2024 välisen ajan virtaamasummat Salinjoen valuma-alueen virtaamamittauspisteestä.

Valuma-alueen pitkäaikaisimmat virtaamahuiput kohdistuivat huhtikuulle, keskivirtaamien vaihdellessa välillä 500–700 l/s (kuvan 21 ylempi kuvaaja). Yli 1000 l/s vuorokautisia virtaamia esiintyi erityisesti huhti-toukokuussa, mutta myös yksittäisenä tapauksena heinäkuussa 2023 (kuvan 21 alempi kuvaaja). Kesän ja syksyn sateiden myötä hetkellisiä yli 250 l/s virtaamapiikkejä esiintyi useita. Valuma-alueen vuosittaiset vaihtelut ovat olleet suuria, mikä hankaloittaa alueelle toteutettujen toimenpiteiden hydrologiaa koskevien vaikutusten arviointia. Lisäksi virtaaman määrityksessä käytettyjen menetelmien, purkautumiskäyrän, akustisen mittausten ja Vemala-mallinnuksen tuottamien tuloksien poikkeavuudet aiheuttavat haastetta virtaama-arvojen luotettavuuteen.



Kuva 21. Ylemmässä kuvaajassa kuukauden keskimääräinen virtaama [l/s]. Alemmassa kuvaajassa puolen tunnin aikasyklillä määritetyt virtaamat [l/s].

2.7 Vedenlaatu

2.7.1 Sameus ja sameusarvojen muutaminen kiintoaine- ja fosforipitosuuksiksi

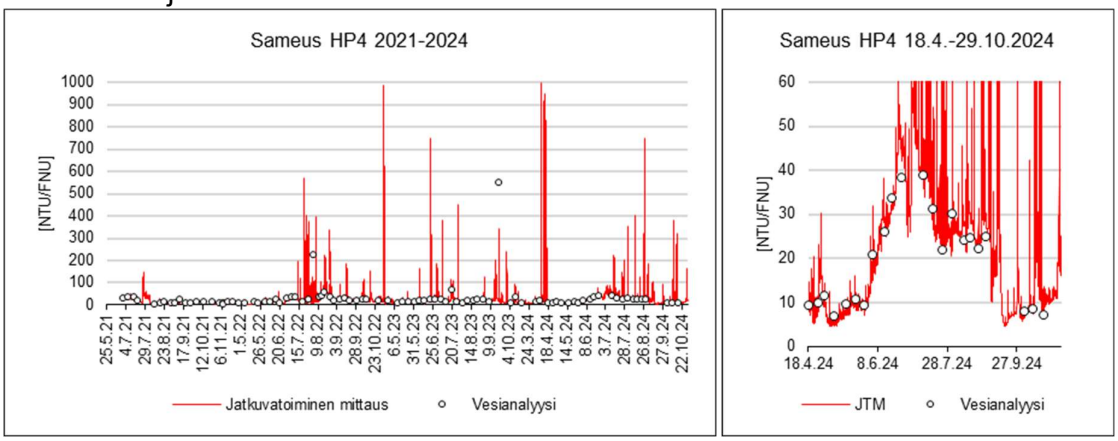
Veden sameusarvoon vaikuttaa muun muassa veden väri, siinä kulkeutuva maa-aines ja erilaiset levät. Veden samentuminen vaikuttaa haitallisesti veisieliöihin ja myös veden virkistyskäyttöön. Sameus on yksi tärkeimmistä mitattavista vedenlaadun suureista myös siitä syystä, että sitä voidaan käyttää sijaismuuttujana laskettaessa fosfori- ja kiintoainepitoisuutta. Sameuden avulla voidaan johtaa veden fosfori- ja kiintoainepitoisuudet, jos niiden ja sameuden välillä on riittävän hyvä korrelaatio. Sameuden yleisimpinä yksiköinä käytetään FNU tai NTU.

Veden sameutta seurattiin jatkuvatoimisilla mittauksilla ja vesianalyyseillä. Jatkuvatoimisten mittausten sameusarvot vaihtelivat voimakkaasti kaikilla vedenlaatuasemilla ja ne sisälsivät paljon korkeita, yli 1000 FNU tuloksia. Korkein mitattu arvo oli yli 9000 FNU (HP4). Osaa korkeista pitoisuuksista selittävät valuma-alueen kesän 2022 urakka, jolloin pääuomassa liikkui merkittäviä määriä kiintoainesta. Sameusarvojen vaihtelun ja korkeiden pitoisuuksien syitä voivat olla myös mittalaitteiden kohdalla esiintynyt eroosio, paikoittainen veden mataluus ja ajoittainen uoman kuivuminen. Virran mukana kulkeva kasvillisuus ja uomassa kulkevat kalat ja muut eläimet saattoivat irrottaa kiintoainetta ja lisätä sameutta laitteiden kohdalla. Tällaiset tilanteet eivät kerro koko valuma-alueen veden sameudesta. Edellä kuvattuun perustuen epärealistisen suuret, yli 1000 FNU, arvot poistettiin mittausdatasta. Edelleen on mahdollista, että aineisto voi sisältää joitakin tunnistamattomista häiriöistä johtuvia korkeita mittaustuloksia.

Kuvan 22 kuvaajat esittävät Salinjoen valuma-alueen alajuoksulta (HP4) jatkuvatoimisesti mitattua ja vesinäytteistä analysoitua sameuden vaihtelua. Vuoden 2024 huhtikuun kevätvalunnan sameuden arvot kohosivat merkittävästi verrattuna aiempiin vuosiin. Vesianalyysien joukossa esiintyi myös yksi erityisen korkea sameuden arvo, joka saatiin kohdennettua syykuussa 2023 alueella olleeseen salaojitustyömaahan.

Sameuden mittauksen tarkoituksena oli johtaa saaduista sameusarvoista veden kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuudet. Tätä varten muodostettiin muuntoyhtälöt sameuden ja kiintoaine- ja fosforipitoisuuksien välille kahdella eri menetelmällä eli jatkuvatoimisesti mitattujen sameusarvojen ja vesinäytteistä määritettyjen

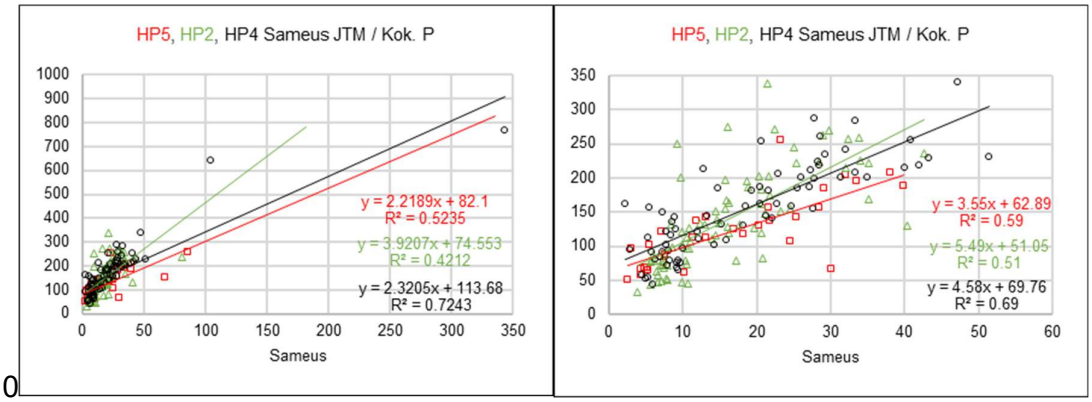
sameusarvojen avulla.



Kuva 22. Eri menetelmillä saatuja sameuden tuloksia. Vasemmassa kuvaajassa koko seurannan aikaisia sameustuloksia ja oikeassa otanta vuodelta 2024. Jatkuvatoimisista mittauksista (JTM) on suodatettu pois suuret sameuden arvot.

Kokonaisfosforin kohdalla selitysaste R^2 (korrelaatiokertoimen toinen potenssi) sameuden kanssa oli kohtalainen kaikilla jatkuvatoimisilla vedenlaatuasemilla käytettäessä koko vesianalyysidataa vuosilta 2021–2024 (Kuva 23; HP5, HP2 ja HP4). Erinomainen selitysaste lähestyisi arvoa 1 ja hyvä arvoa 0,8. Fosforin ja sameuden osalta Salinjoen valuma-alueen alajuoksulla (HP4) selitysaste oli 0,69.

Kuvan 15 vasemman vasen kuvaajan perusteella näyttäisi siltä, että suurten sameusarvojen ilmetessä (maanmuokkausten aikaan) veden mukana kulkeutuva kiintoaine ei ole yhtä fosforirikasta kuin normaalimmissa häiriöttömimmissä olosuhteissa (kuvan 15 oikeanpuoleinen kuvaaja).



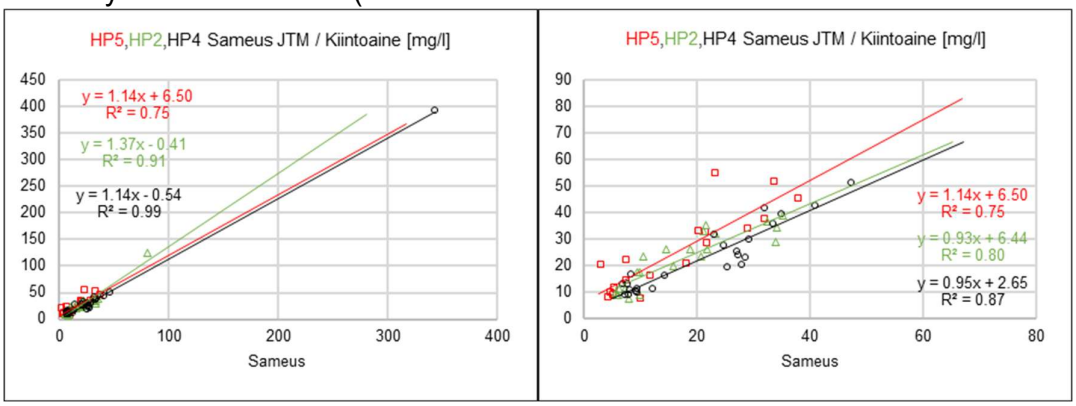
Kuva 23. Jatkuvatoimisesti mitatun sameuden (JTM) ja kokonaisfosforin regressiotarkastelu havaintopisteissä HP5, HP2 ja HP4. Vasemmanpuoleisessa kuvaajassa regressiosuoran muodostamiseen on käytetty kaikkia analyysituloksia. Oikeanpuoleisesta on suodatettu pois korkeimpia sameusarvoja.

Muuntoyhtälöiden, joissa joko otettiin mukaan tai suodatettiin pois suuret sameus/fosforiparit, tuottamat fosforipitoisuudet erosivat suuresti toisistaan (kuva 23). Sameusarvojen muuntamisessa päädyttiin käyttämään kuvan 15 vasemmanpuoleisessa kuvaajassa HP4:lle määritettyä muuntoyhtälöä, jota sovellettiin myös HP2 ja HP5 tuloksiin. Ratkaisu oli kompromissi, minkä takia pienemmillä sameusarvoilla saatiin suurempia pitoisuuksia, mutta toisaalta yhtälö

tasasi suuremmilla sameusarvoilla saatuja fosforipitoisuuksia. Oikeanpuoleisen kuvaajan HP4:llä määritetyn yhtälön vaikutus olisi ollut päinvastainen ja esimerkiksi suurella 1000 FNU sameusarvolla, sillä olisi saatu fosforipitoisuudeksi yli 4,5 mg/l.

Kiintoaineen ja sameuden välille löytyi vahva korrelaatio vuosien 2023–2024 määrityksissä (kuva 24), kun käytössä oli oikeanlainen, pienihuokosinen suodatin. Vuosina 2021–2022 käytetty liian suurihuokosinen suodatin aiheutti pienipartikkelisen kiintoaineen jäämisen määritysten ulkopuolelle ja korrelaatio jäi puuttumaan.

Kuten kokonaisfosforin määrityksessä, myös kiintoaineen kohdalla hyvin suuret sameuden arvot dominoivat regressiosuoran yhtälöä. Vaikutus jäi kuitenkin huomattavasti vähäisemmäksi verrattuna kokonaisfosforiin. Kiintoainepitoisuuksien muuntamisessa jatkuvatoimiset sameuden mittaukset havaintopisteiltä HP2 ja HP5 muunnettiin samoin kuin fosforipitoisuudet, eli käyttämällä HP4:än tuloksista johdettua muuntoyhtälöä (kuvan 24 vasen kuvaaja).



Kuva 24. Jatkuvatoimisesti mitatun sameuden ja vesinäytteistä analysoitujen kiintoainepitoisuuden riippuvuussuhteen vertailua eri havaintopisteissä. Vasemmanpuoleiseen kuvaajassa tarkastelussa käytetty kaikkia analyysituloksia. Oikeanpuoleisesta suodatettu pois korkeiden sameuksien aikaan analysoidut tulokset.

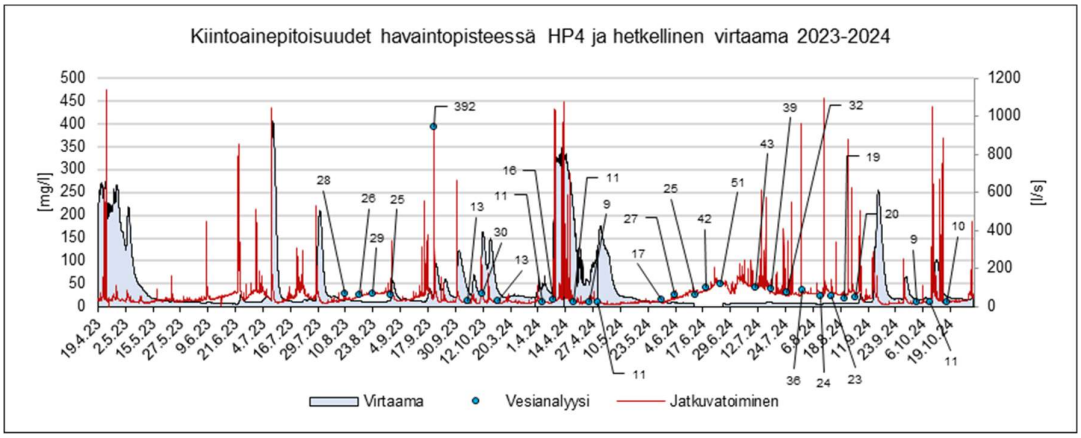
2.7.2 Kiintoaine

Veden mukana kulkeutuvaa hiukkasmaista ainetta, joka voi olla esimerkiksi eroosion uomasta irrottamaa savea tai levää, kutsutaan kiintoaineeksi. Kiintoaine on hiukkaskooltaan vähintään 0,4–0,45 µm. Ojastoista valuva kiintoaine aiheuttaa tyypillisesti rantojen liettymistä. Se myös heikentää järvien veden laatua lisäten sameutta. Kiintoaine haittaa vesistöjen pohjaeliöiden elämää ja siten haittaa koko vesiekosysteemiä.

Kiintoainepitoisuuksien seurantaa toteutettiin vesinäyttein alueen kaikista viidestä havaintopisteestä. Koska veden kiintoainepitoisuutta ei voida mitata jatkuvatoimisilla mittauksilla, se laskettiin vesinäytteiden kiintoainepitoisuuksien ja jatkuvatoimisesti mitattujen sameuspitoisuuksien (jatkuvatoimiset seurantapisteet HP5, HP2, HP4) perusteella. Tätä edesauttoi se, veden kiintoainepitoisuuksien ja sameuspitoisuuksien välillä oli vahva korrelaatio.

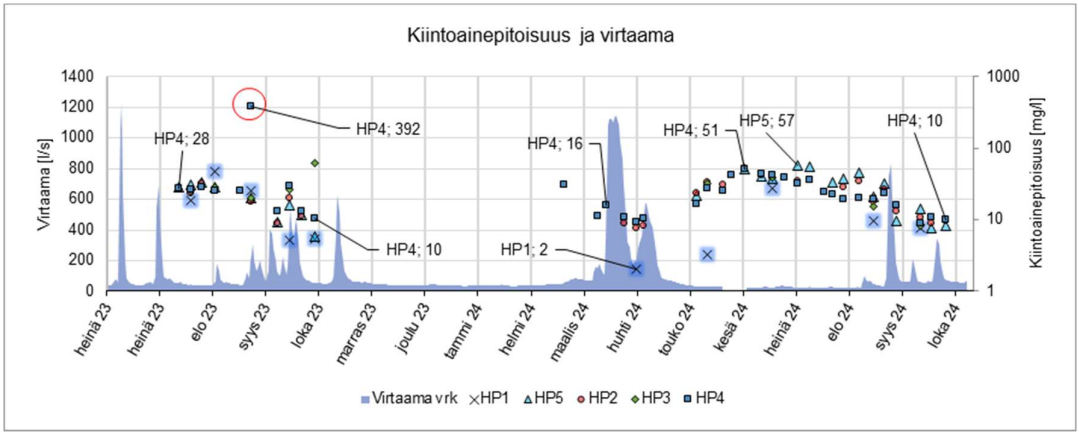
Kiintoaineen tulokset saatiin vesinäytteistä vain vuosilta 2023-2024, jolloin käytössä oli riittävän pienihuokosinen (0,4 µm) suodatin, josta ei päässyt läpi valuma-alueen vedessä ollutta hienojakoista kiintoainesta (vrt. 2021–2022 käytetetty 1,6 µm suodatin). Kiintoaineen ja sameuden korrelaatioon perustuvan muuntoyhtälön kautta

kiintoainepitoisuudet saatiin kuitenkin laskettua koko seurantajaksolle 2021-2024. Sameudesta muunnetut kiintoainepitoisuudet vastasivat hyvin vesianalyyseistä saatuja pitoisuuksia (kuva 25), mutta sameuden määrityksessä olleet haasteet (luku 3.1.1) tuovat epävarmuutta jatkuvatoimisista mittauksista muunnettuihin kiintoainetuloksiin.



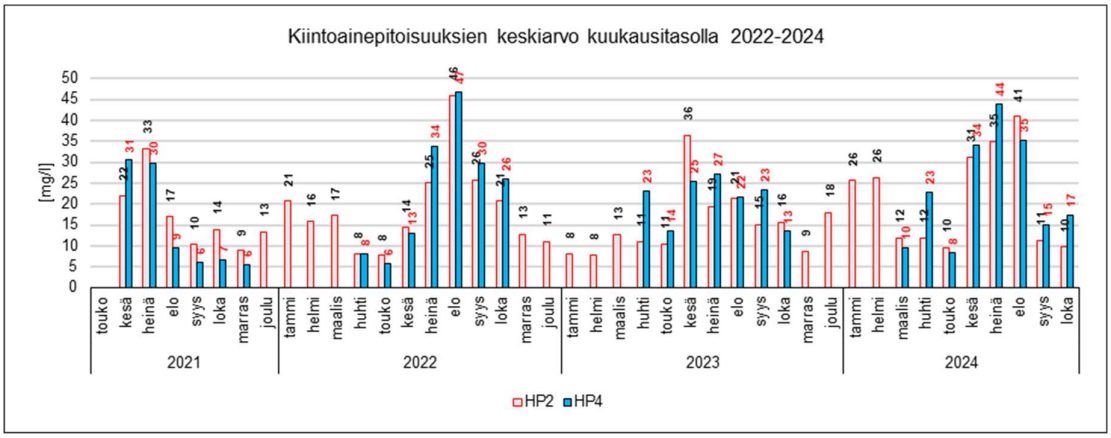
Kuva 25. Sameudesta johdettuja kiintoaine- ja vesinäytteistä analysoituja kiintoainepitoisuuksia. Virtaama on puolen tunnin välein jatkuvatoimisista mittaustuloksista laskettu hetkellinen virtaama.

Vesianalyysitulosten perusteella pääuoman kiintoainepitoisuudet olivat kesäaikaan pääsääntöisesti korkeammalla tasolla kuin muina havaintokuukausina, vuoden 2024 kuukausikeskiarvojevan vaihteluväli kesä-heinäkuussa 36-39 mg/l (kuva 26, huomaa logaritminen asteikko). Osittain kesän korkeita kiintoainepitoisuuksia selittää uoman kuivuminen ja kiintoaineen konsenroituminen vedessä. Kesäisin uoma saattoi kuivaa paikoin kokonaan ja virtaamaa pysähtyä paikoittain. Kesän lisäksi korkeita pitoisuuksia havaittiin syys-lokakuun 2023 ja maalis-huhtikuun 2024 voimakkaiden virtaamien aikaan. Syyskuussa 2023 havaintopisteen läheisen pellon salaojituksen aikaan todettiin kiintoaineessa hetkellinen piikki, 392 mg/l. Kiintoaineen pitoisuuksissa havaittiin myös sellaisia hetkittäisiä suuria poikkeamia, joiden syyt eivät selvinneet seurannan aikana (koskee erityisesti jatkuvatoimisia kiintoainepitoisuuksia).



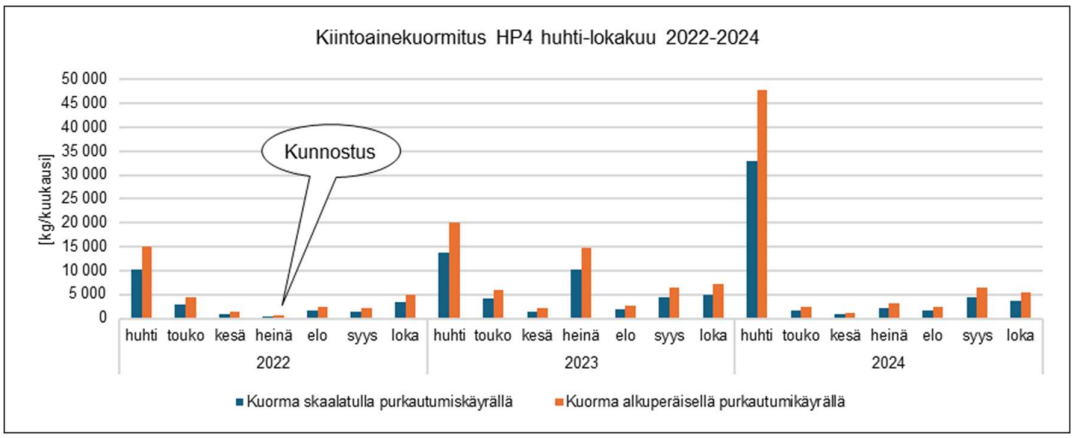
Kuva 26 Vesinäytteistä analysoidut kiintoainepitoisuudet havaintopisteiltä HP1, HP5, HP2, HP3 ja HP4 sekä vuorokauden keskimääräinen virtaama. Kiintoainepitoisuudet ilmaistu logaritmisella asteikolla.

Kuvassa 27 vertaillaan kuukausien keskimääräisiä kiintoainepitoisuuksia valuma-alueen puolivälissä (HP2) ja alajuoksulla (HP4). Ennen pääuoman vuoden 2022 urakkaa kiintoainepitoisuudet olivat alajuoksulla hieman piempiä kuin keskiosassa eli kiintoainetta joko pidättyi matkalla tai vedet laimenivat alajuoksua kohti. Urakan jälkeen kiintoainepitoisuudet ovat olleet hieman aiempaa korkeammat alajuoksulla, eli jotkin tekijät valuma-alueella ovat lisänneet alajuoksun kiintoaineen eroosiota. Myös kiintoaineen kokonaispitoisuudet ovat urakan jälkiseurannassa suuremmat kuin ennen sitä.



Kuva 27. Jatkuvatoimisista mittauksista lasketut kuukausikeskiarvot kiintoainepitoisuuksille havaintopisteille HP2 ja HP4 koskien vuosia 2021–2024.

Edellä kuvattu kiintoaineen pitoisuus kertoo vain sen konsentraation vedessä. Käytännössä seisovassa vedessä voi olla korkea kiintoainepitoisuus, mutta se ei kuormita ollenkaan vesistöä, koska vesi ei liiku. Päinvastoin kiintoaineipitoisuuksien ollessa matalalla, mutta voimakkaan virtaaman aikaan esim. lumien sulaessa, todellinen järveen päätyvä kiintoainemäärä kiloissa voi olla varsin suuri. Näin ollen vesiensuojelun näkökulmasta kiintoaineen osalta merkityksellistä on sen kuormitus eli järveen päätyvä määrä. Myös ojaston kunnon näkökulmasta oleellista on se, millainen määrä kiintoainetta (kuormitus) pääsee liikkeelle ja sedimentoituuko se joihinkin kohtiin ojastossa. Kuormitus lasketaan kertomalla kiintoainepitoisuus saman ajankohdan veden virtaamamäärällä. Kuvassa 28 näkyy laskennallinen kiintoainekuormitus valuma-alueen alajuoksulla (HP4) vuosina 2022–2024.



Kuva 28. Salinjoen valuma-alueen kiintoainekuormitus huhti-lokakuussa 2022–2023.

Kiintoainekuormitusta muodostui kevään ja syksyn välillä eniten huhtikuun kevätvalunnan aikaan. Kevätvalunnan määrä ja intensiteetti vaihteli vuosittain riippuen mm. lumen ja roudan määrästä sekä sulamisnopeudesta. Esimerkiksi vuoden 2024 kevätvalunnan virtaama oli suuri ja se näkyy myös valuma-alueen kiintoainekuormituksessa. Heinä-elokuun 2022 urakan aikaan virtaamamittauksissa oli noin kuukauden pituinen tauko, joten tuolta kuukaudelta kuormituksesta ei ole tarkkaa kuvaa.

Taulukkoon 1 on koottuna valuma-alueen alajuoksun (HP4) kautta kulkeneet kuukausittaiset kiintoaineen kilomäärät huhti-lokakuulta. Marras-maaliskuun tulokset puuttuvat, mutta talvikaudella uoman ollessa osittain jäässä kuormitus on todennäköisesti pientä mahdollista maaliskuun sulantaa lukuunottamatta. Kuormitus vaihtelee vuosien ja kuukausien välillä merkittävästi, kuten taulukon sinisellä korostetuista kuormitusarvoista nähdään. Taulukkoon on laskettu myös koko valuma-alueen käsittävät ominaiskuormitusarvot (kg/ha), käyttäen lähtöarvoina Salinjoen valuma-alueen noin 100 hehtaarin pinta-alaa ja huhti-toukokuun laskennallista kuormitusta.

Taulukko 1. Salinjoen valuma-alueen huhti-lokakuun kiintoainekuormitus ja ominaiskuormitusluvut HP2:den keskimääräisillä vuorokausikiintoainepitoisuuksilla ja -virtaamilla laskettuna. Punaisella korostetut kuukaudet sisältävät merkittäviä epävarmuuksia tuloksissa (puutteellinen aineisto, katkot virtaamamittauksissa). Purkautumiskäyrä merkintä SP = skaalattu, AP = alkuperäinen merkkiainemittauksilla määritetty.

Purkautumis-käyrä	Vuosi	Kiintoainekuormitus [kg/kk]							Kuormitus yht. [kg]	Ominais-kuormitus [kg/ha]
		huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka		
SP	2022	10 294	2 981	937	503	1 698	1 515	3 468	21 396	21.4
AP	2022	14 927	4 323	1 359	730	2 462	2 197	5 029	31 027	31.0
SP	2023	13 880	4 168	1 464	10 129	1 924	4 369	5 015	40 950	40.9
AP	2023	20 128	6 045	2 123	14 688	2 790	6 336	7 273	59 382	59.4
SP	2024	32 955	1 699	813	2 134	1 615	4 510	3 739	47 463	47.5
AP	2024	47 788	2 464	1 178	3 094	2 342	6 540	5 421	68 828	68.8

Seurannan aikana ei havaittu uoman vuoden 2022 kunnostuksen jälkeistä kiintoainekuormituksen vähenemistä. Ennemminkin kiintoainekuormitus näyttää

lisääntyneen. Tämä voi johtua osittain kunnostusurakasta: Uomaa kaivettaessa kiintoainetta pääsee liikkeelle ja sen myötä kasvillisuudesta paljastuva maanpinta on altis eroosiolle erityisesti virtaaman kasvaessa. Paljastuneen maanpinnan kasvittuessa uudelleen kuormituksen voisi olettaa vähenevän, mutta uoman kunnollinen kasvittuminen ja olosuhteiden tasaantuminen urakan jälkeen voi viedä vuosia.

Kiintoainekuormituksen lisääntyminen valuma-alueella voi johtua ainakin osittain myös muista eroosiota lisäävistä ja/tai virtaamaa kiihdyttävistä maankäytön toimenpiteistä alueella, kuten peltojen salaojitus ja muokkaus, metsähakkuut ja sivuojien perkaus. Kiintoainepitoisuuksiin vaikuttavat myös virtaamat, jotka vaihtelevat esim. sateiden määrän ja intensiteetin sekä sulamisvesien määrän ja lumen sulamisnopeuden mukaan.

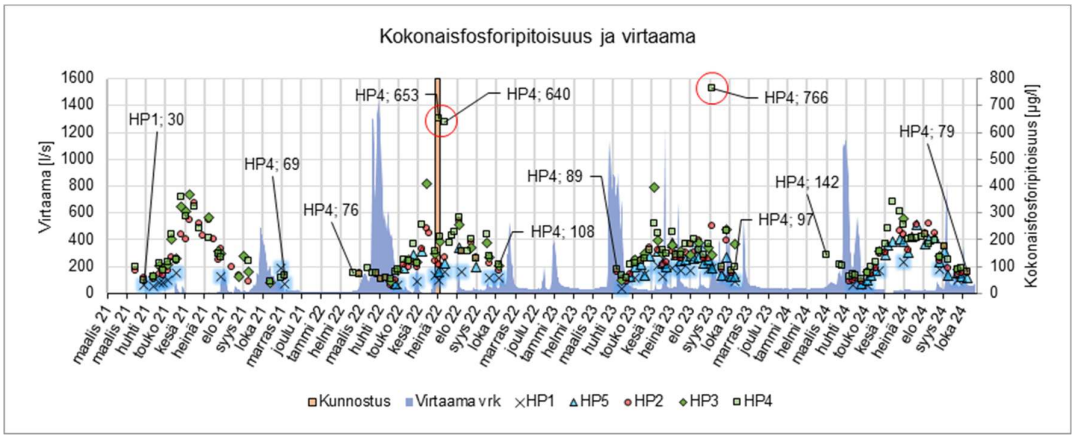
2.7.3 Fosfori

Fosfori on useimmissa Suomen järvissä merkittävin rehevöitymistä aiheuttava ravinne, ja ihmistoiminta tyypillisesti lisää sen pitoisuutta. Tästä syystä se on erityisen mielenkiinnon kohteena vesien tilaa ja kuormitusta seurattaessa. Fosfori lisää muun muassa levien, vesikasvien ja kasviplanktonin määrää vesistöissä. Rehevöityminen muuttaa järven lajistoa, esimerkiksi kalakanta muuttuu särkivoittoiseksi, rannat voivat kasvaa umpeen ja vesilinnusto muuttuu tai vähenee. Fosforin osalta erityisesti liukoinen fosfaattimuodossa oleva fosfori on rehevöittävää.

Fosforin osalta määritettävänä suureena oli kokonaisfosfori (jatkossa fosfori), joka sisältää kaiken vedessä olevan fosforin; veteen liuenneen fosforin sekä maahiukkasiin ja kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin. Fosforin seurantaa toteutettiin vesinäyttein alueen kaikista viidestä havaintopisteestä. Lisäksi fosforia pyrittiin määrittämään hyödyntämällä kolmella jatkuvatoimisella vedenlaatuasemalla (HP5, HP2, HP4) seurattavaa sameutta sijaismuuttujana. Vesinäytteiden fosforipitoisuuksien ja jatkuvatoimisten mittausten sameusarvojen välille muodostui kuitenkin vain kohtuullinen korrelaatio. Tästä syystä fosforin osalta kuormituslaskennan tulokset ovat suuntaa antavia.

Fosforin pitoisuudet olivat alimmillaan maalis-toukokuun välisenä aikana kaikkina seurantavuosina. Nämä kevään pitoisuudet vaihtelivat 71–89 µg/l välillä, poikkeuksena vuoden 2024 maaliskuussa mitattu pitoisuus, 142 µg/l. Kaikkina vuosina fosforipitoisuudet olivat korkeimmillaan kesäkuukausien aikana pääuoman virtaaman vähentyessä tai pysähtyessä. Esimerkiksi kesällä 2021 uoma kuivui paikoin kokonaan ja tällöin seisovasta tai hitaasti virtaavasta vedestä määritettiin hyvin korkeita fosforipitoisuuksia. Tämä ei kuitenkaan vaikuta negatiivisesti alapuoliseen vesistöön, koska kuormitus oli olematon. Joiltain osin kesäkauden pitoisuuksien kohoaminen johtunee peltojen lannoituksesta. Fosforipitoisuudet laskivat syksyisin, kun sateiden määrä ja uoman virtaama kasvoivat. Vuosittainen kevään, kesän ja syksyn muodostama sykli nähdään myös kuvasta 29, jossa fosforipitoisuuden lisäksi on esitetty vuorokauden aikana mitattujen virtaamien keskiarvo. Fosforin pitoisuudet olivat pääsääntöisesti matalimmat valuma-alueen yläjuoksulla (HP1), ja korkeimmat alajuoksulla (HP4). Alin havaittu pitoisuus oli 19 µg/l ja korkein 766 µg/l.

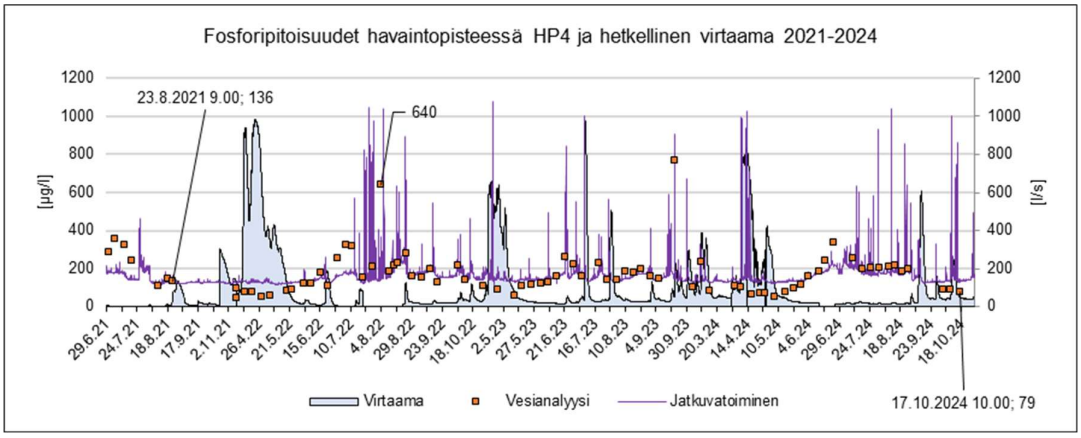
Kuvaajassa vuoden 2022 heinä-elokuun HP4:n korkeat fosforipitoisuudet, 653 µg/l ja 640 µg/l, ovat seurausta valuma-alueen kunnostusurakasta. Urakan kaivuissa uoman reunoista ja pohjasta irtosi runsaasti fosforipitoista kiintoainetta. Syyskuussa 2023 esiintyi myös korkea, jopa aiempana vuonna toteutettua urakkaa korkeampi 766 µg/l pitoisuuspiikki HP4:ssä, jonka aiheutti alueella toteutettu salaojitus.



Kuva 29. Vesinäytteistä analysoidut kokonaisfosforipitoisuudet ja keskimääräinen virtaama vuorokaudessa.

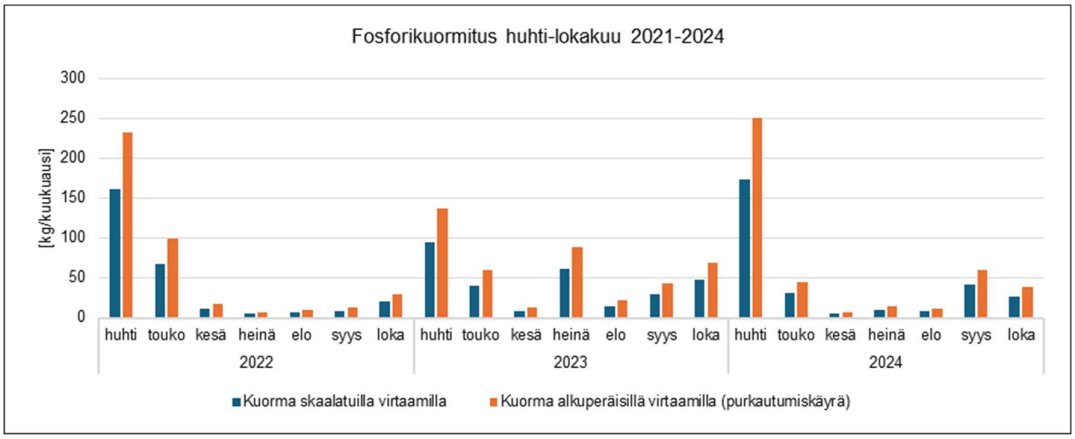
Fosforipitoisuudet laskivat melko nopeasti kunnostusurakan jälkeen, mutta ne olivat vielä 2024 korkeampia kuin urakkaa edeltävien vuosien 2021–2022 pitoisuudet. Seurannan lopussa, vuoden 2024 lokakuussa, kokonaisfosforin pitoisuus, 79 µg/l, oli lähellä urakkaa edeltäviä pitoisuuksia. Käytännössä pitoisuuksia merkityksellisempää on fosforin alapuoliseen järveen laskeva kuormitus ja sen muutokset.

Kuvasta 30 nähdään, miten jatkuvatoimisen mittauksen sameusarvoista muunnetut fosforipitoisuudet mukailevat pääasiassa vesianalyyseistä saatuja arvojen peruslinjaa, mutta myös selkeitä poikkeamia esiintyy. Mahdolliset häiriöt sameuden mittauksessa siirtyvät siis suoraan fosforipitoisuuksiin. Näistä epävarmuuksista huolimatta jatkuvatoimisten mittausten ja vesianalyysien pohjalta on määritetty suuntaa antavasti valuma-alueen fosforikuormitusta.



Kuva 30. Sameudesta muunnetut (jatkuvatoiminen) ja vesianalyysein määritetyt kokonaisfosforipitoisuudet havaintopisteessä HP4.

Kuvassa 31 on esitetty kahdella eri tavalla määritettyjen virtaamien tuottamat kokonaisfosforikuormat valuma-alueen puolivälissä (HP2) huhti-lokakuussa vuosina 2022–2024. . Kiintoaine- ja fosforipitoisuuksista sekä virtaamista laskettiin vuorokautiset keskiarvot ja niitä hyödyntäen kuukausittaiset kuormitusarvot. Fosforikuormituksen laskentaan käytettävät perustiedot, menetelmät ja haasteet ovat samoja kuin kiintoainekuormituksen laskennassa. Virtaamien skaalaus on esitetty kappaleessa 2.6.2.



Kuva 31. Salinjoen valuma-alueen kokonaisfosforikuormitus huhti-lokakuussa 2022–2023.

Kuormituksen laskennassa käytetyt virtaamaskenaariot tuottavat toisistaan poikkeavia kuormitusarvoja. Ne ovat kuitenkin saman suuntaiset ja nähtävissä on huhtikuun sulamisvesien aiheuttama voimakkain vuosittainen fosforikuormitus. Kesäkuukausina kuormitus on vähäistä lukuunottamatta heinäkuuta 2023, jolloin kuormitusta lisäsi uomaan tehty kunnostusurakka ja sen mukana sedimentistä liikkeelle lähtenyt fosfori. Urakan vaikutus jatkui todennäköisesti sinne saakka kun uoma kasvittui keväällä 2024.

Arviot kokonaisfosforikuormituksen kilomääristä on esitetty taulukossa 2, joka sisältää myös koko valuma-aluetta koskevat kokonaisfosforin ominaiskuormitusarvot (kg/ha). Taulukkoon merkityt kokonaiskuormitusarvot ylittävät merkittävästi VEMALA-mallin tuottaman noin 210 kg vuosittaisen kokonaisfosforikuorman arvion (kappale 4, kuva 43).

Taulukko 2. Salinjoen valuma-alueen huhti-lokakuun kiintoainekuormitus ja kiintoaineen ominaiskuormitusluvut HP2:den keskimääräisillä vuorokausikiintoainepitoisuuksilla ja -virtaamilla laskettuna. Punaisella korostetut kuukaudet sisältävät merkittäviä epävarmuuksia tuloksissa (puutteellinen aineisto, katkot virtaamamittauksissa). Purkautumiskäyrä merkintä SP = skaalattu, AP = alkuperäinen merkkiainemittauksilla määritetty.

Purkautumis-käyrä	Vuosi	Fosforikuormitus [kg/kk]							Kuormitus yht. [kg]	Ominais-kuormitus [kg/ha]
		huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka		
SP	2022	161	68	12	5	7	9	21	283	0.28
AP	2022	233	99	18	7	10	13	30	411	0.41
SP	2023	94	41	9	62	16	30	48	300	0.30
AP	2023	137	60	14	90	23	43	69	435	0.43
SP	2024	173	31	5	10	8	42	27	296	0.30
AP	2024	251	45	7	14	12	60	39	429	0.43

Kokonaisfosforikuormitus pysyi valuma-alueen seurannan mukaan samantasoisena ennen ja jälkeen vuoden 2022 urakan vuoteen 2024 jatkuvassa seurannassa. Urakka ei näyttänyt vähentävän fosforikuormitusta, mutta ei myöskään lisäävän sitä. Uoma todennäköisesti muuttuu vielä tulevien vuosien aikana, joten vaikutukset voivat todentua myöhemmin. Myös fosforin osalta valuma-alueella tehdyt muut toimet, kuten maanmuokkaus, lannoitukset ja metsänhakkuut vaikuttavat todennäköisesti myös veden fosforipitosuuteen.

2.7.4 Orgaaninen kokonaishiili (TOC) ja väri

Vedestä mitattavaa orgaaninen kokonaishiili (Total Organic Carcon, TOC) muodostuu veteen liuenneesta orgaanisesta hiilestä (Dissolved Organic Carbon, DOC) ja kiintoaineeseen sitoutuneesta partikkelimaisesta orgaanisesta hiilestä (Particulate Organic Carbon, POC). Vesistöissä suurin osa orgaanisesta hiilestä on liuenneessa muodossa. Turvemaat, joiden pinta-ala on noin 30 % koko Suomen maapinta-alasta, aiheuttavat orgaanisen hiilen huuhtoutumista vesistöihin. Turvemaiden ojitus kiihdyttää sen liukenemista. Orgaaninen hiili tummentaa eli ruskettaa vesiä. Vesien ruskettuminen lisää vesien lämpenemistä, vähentää pohjakasvillisuutta, muuttaa hyönteiskantoja ja haittaa kalojen saalistusta. Vaikutus on merkittävästi haitallinen ja hankalasti korjattavissa. Merkittävin keino tässä tapauksessa vesiensuojelussa on orgaanisen hiilen liikkeellepääsyn hillintä ja sen keinoista kaivataan lisätietoa. Veden väri voi johtua orgaanisesta hiilestä, mutta savimailla vesi voi saada väriä myös saviaineiksen aiheuttamasta samenemisesta.

Salinjoen valuma-alue soveltui hyvin orgaanisen hiilen seurantakohteeksi, koska sen noin viiden kilometrin mittainen pääuoma kulkee turvevaltaisten metsä- ja peltoalueiden läpi. Vasta valuma-alueen alajuoksulla maalajit muuttuvat kivennäismaavaltaisiksi. TOC-pitoisuuksien seurantaa toteutettiin ottamalla vesinäytteitä kaikista viidestä havaintopisteestä sekä kahdella jatkuvatoimsella vedenlaatuasemalla (HP5 ja HP2), joiden välissä oli turvepeltoalue.

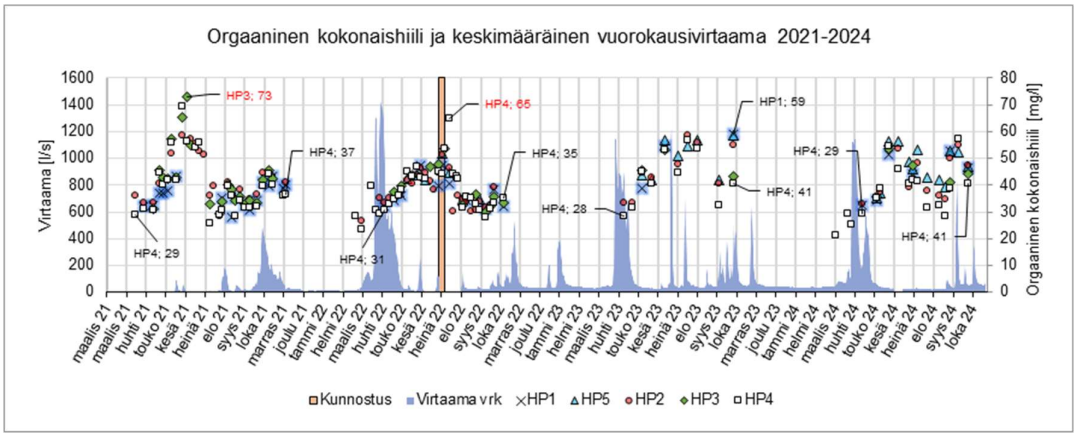
Salinjoen valuma-alueen alajuoksulta (HP4) mitatut TOC-pitoisuuksien kuukausien keskiarvot vaihtelivat välillä 38–43 mg/l (taulukko 3). Paikoitellen valuma-alueen eri osissa havaittiin sekä matalampia että korkeampia pitoisuuksia, 21–73 mg/l välillä. Korkein mitattu tulos, 73 mg/l (HP3), ajoittui vuoden 2021 kuivimpaan kauteen, jolloin valuma-alueen pääuoma kuivui useasta kohdasta kokonaan. Vuoden 2022 kunnostusurakan aikaan korkein TOC-pitoisuus oli alajuoksun 64 mg/l (HP4). TOC-pitoisuudet olivat vuosittain korkeimmillaan kesä-elokuulla.

Taulukko 3. Salinjoen valuma-alueen huhti-lokakuun vesinäytetuloksista lasketut TOC-pitoisuuksien keskiarvot.

Vuosi	HP1	HP5	HP2	HP3	HP4
	Keskimääräinen TOC-pitoisuus [mg/l]				
2021	**36**		**42**	**42**	**38**
2022	**38**	**41**	**37**	**39**	**39**
2023	**51**	**51**	**47**	**47**	**43**

2024	**44**	**47**	**43**	**44**	**38**

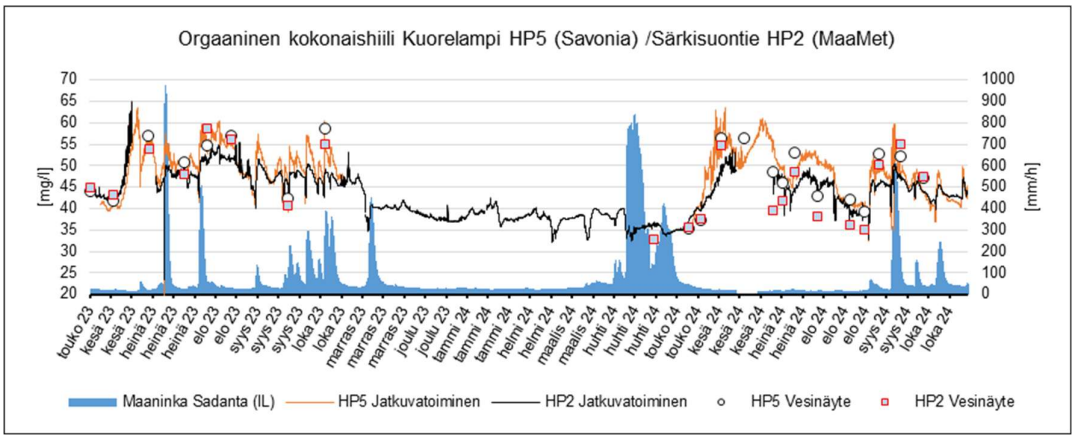
Taulukossa kuvatut TOC-pitoisuuksien keskiarvot ja yksittäisten vesianalyysien (kuva 32 kuvaaja 1) tulokset viittaavat siihen, että uoman orgaanisen kokonaishiilen pitoisuudet eivät kasva yläjuoksulta kohti alajuoksua. Alimmat TOC-pitoisuudet mitattiin lähes poikkeuksetta uoman alajuoksulla (HP4) ja tässä havaintopisteessä myös vuosien väliset pitoisuusvaihtelut olivat vähäisimmät. Todennäköistä on, että alajuoksun kivennäismaalajien valumavedet laimentavat TOC-pitoisuuksia siellä. Alajuoksun havaintopisteen vuoden 2024 tulosta lukuunottamatta kaikissa havaintopisteissä TOC-pitoisuuksissa ilmeni kohoaminen vuosittaisissa keskiarvoissa vuosien 2023–2024 aikana. Kohonneet pitoisuudet voivat johtua valuma-alueen yläjuoksun ojaeroosiosta tai maankäytön muutoksista, kuten metsähakkuista ja ojituksista. Myös sääolosuhteet voivat vaikuttaa tuloksiin. Kunnostusurakan vaikutus TOC-arvoihin on epätodennäköinen, koska se toteutui pienellä alalla verrattuna ojitettuun turvemaa-alaan valuma-alueella.



Kuva 32. Orgaaninen kokonaishiili havaintopisteissä HP1, HP5, HP2, HP3 ja HP4 sekä keskimääräinen vuorokausivirtaama vuosina 2021–2024.

Vesianalyysien lisäksi orgaanisen hiilen liikkeitä tarkkailtiin jatkuvatoimisesti havaintopisteillä HP5 ja HP2. Näiden laitteiden tuottama raakadata on muunnettu TOC-pitoisuuksiksi jälkikäteen samoja periaatteita noudattaen kuin sameuden ja fosfori-/kiintoainepitoisuuksien kohdalla. Sameuden sijaan muunnettavana sijaismuuttujan käytettiin laitteen mittaamaa SAC254-arvoa, joka ilmaisee kuinka paljon aine on imenyt itseensä 254 nanometrin aallonpituudella lähetettyä ultraviolettivaloa. HP5:llä jatkuvatoimisesti mitatut SAC254 arvot ja vesianalyysien TOC-tulokset korreloivat kohtullisen hyvin keskenään, selitysaste R^2 0,77, ja näiden ominaisuuksien välille muodostettiin muuntoyhtälö, jolla jatkuvatoimisesti mitatut SAC254 arvot muunnettiin TOC-pitoisuuksiksi.

TOC-tuloksia on tarkasteltu vuosien 2023-2024 touko-lokakuun ajanjaksoilta (kuva 33). Vesianalyysien ja jatkuvatoimisten mittausten tulokset olivat pääsääntöisesti samalla tasolla, poiketen toisistaan enintään 8 mg/l. Molemmilla menetelmillä havaintopisteiden väliset pitoisuuserot olivat samansuuntaisia. Nämä havainnot lisäsivät tulosten luotettavuutta.

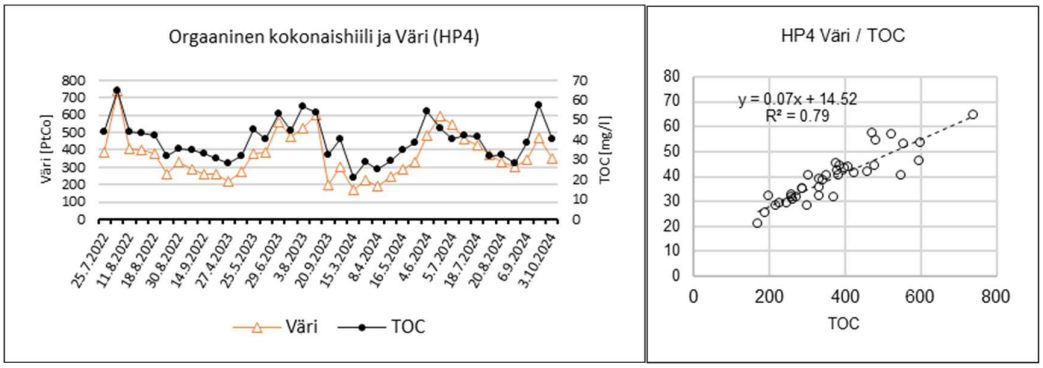


Kuva 33. Jatkuvatoimisesti mitatun orgaanisen kokonaishiilen pitoisuus ja laskennallinen ainevirtaama HP2.

TOC-tuloksien muunnokset toteutettiin havaintopisteiden HP5 ja HP2 kohdalla eri paikoissa. HP5:den osalta mittausdatan käsittely ja muuntaminen tehtiin Savonialla Vaku-hankkeessa ja havaintopisteen HP2 Maamet-ohjelman toteuttajien työnä. Koska raakadatan käsittely tehtiin eri paikoissa, on todennäköistä, että käytetyissä muuntoyhtälöissä on eroavaisuuksia, lisäten epävarmuutta tulosten vertailuun. Optimaalisessa tilanteessa raakadatat käsiteltäisiin samoilla muuntoyhtälöillä ja hyödyntäen saman laboratorion vesianalyysituloksia.

Orgaaniseen kokonaishiilen esiintymiseen liittyy vahvasti myös veden tumma, ruskea väri erityisesti alueilla, joissa veden sisältämän liuenneen orgaanisen hiilen määrä on suuri. Veden väriä analysoimalla pystytään TOC:n tavoin arvioimaan vesistön humuspitoisuutta, joka aiheuttaa vesistöjen tummumista.

Värin analysoinnin analysointimenetelmää vaihdettiin seurannan aikana. Ensin näytettä ei suodatettu, jolloin väriä kuvaava arvo sisälsi näytteessä olleen partikkelimaisen kiintoaineen. Näin saadut tulokset eivät korreloineet TOC-pitoisuuksien kanssa. Tulokset paranivat merkittävästi, kun näytteet suodatettiin 0.4 µm huokoskoon suodattimella ennen analysointia. Suodatusta hyödyntämällä saatu väriluku korreloi hyvin TOC-pitoisuuksien kanssa. Kuvan 34 oikeanpuoleisesta kuvaajasta voidaan nähdä, että näiden kahden suureen välinen selitysaste R^2=0,79 on ollut hyvällä tasolla HP4:ssä. Kuvan vasemmanpuoleista kuvaajasta nähdään myös, että näiden ominaisuuksien keskinäisissä muutoksissa on selkeää yhteneväisyyttä.



Kuva 34. Vasen kuvaaja esittää värin ja orgaanisen kokonaishiilen keskinäistä vaihtelua havaintopisteessä HP2 ja oikeanpuoleinen kuvaaja näiden suureiden välistä lineaarista riippuvuussuhdetta.

Väriluvun arvot pysyttelivät hyvin korkealla tasolla riippumatta määritysajankohdasta. Arvot vaihtelivat välillä 170–792 mg Pt/l. Suurempien vesistöjen määrityksessä väriluvun ylittäessä 90 mg Pt/l on kyseessä runsashumuksinen järvi. Tätä määritelmää ei suoraan voida käyttää Salinjoen kaltaisessa kohteessa, mutta tästä voidaan päätellä yhdessä korkeiden TOC-pitoisuuksien kanssa, että valuntavesi sisältää suuria määriä humuspitoista orgaanista ainesta, mikä selittää myös uoman huomattavan ruskean värin ja vaikuttaa myös pieneltä osaltaan vastaanottavaa vesistöä tummentavasti.

2.7.5 Kokonaistyppi ja nitraattityppi

Kokonaistyppipitoisuus koostuu kaikista veteen liuenneista typen yhdisteistä (ammonium-, nitriitti- ja nitraattityppi) ja eloperäiseen aineeseen sitoutuneesta typestä. Kasvien ja levien ravinteena käyttämä epäorgaaninen nitraattityppi on merkittävä vesistöjen rehevöittäjä. Typen kokonaispitoisuudet ovat korkeimmillaan kevätvaluntojen ja runsaampien sateiden aikoina. Pelloilla käytetyt lannoitteet ovat yksi nitraattitypen lähteistä, joita valuma- ja sadevedet kuljettavat vesistöihin. Useimmiten sisävesissä typpi ei ole minimiravinne eli sen lisääntyvä kuormitus ei lisää järven rehevöitymistä. Typpi voi olla kuitenkin haaste esim. pienvesille, joiden ekologia muuttuu herkästi typpipitoisuuden kasvaessa.

Valuma-alueen valuntavesistä koottiin seurantatietoa kokonais-, nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtypestä. Vesianalyysejä tehtiin kaikista viidestä havaintopisteestä. Vesinäytteiden lisäksi vedenlaatuasemilla HP2 ja HP5 seurattiin jatkuvatoimisesti nitraattipitoisuuksia. Vesinäytteistä määritetyt ammonium- ja nitriittitypen pitoisuudet jäivät kuitenkin valtaosin analyysien määritysrajojen alapuolelle. Aineiston tarkastelu rajattiin vesinäytteiden osalta kokonaistyppeen ja osittain nitraattityppeen, sekä HP2:lla jatkuvatoimisesti mitattuun nitraattityppeen.

Seurantakausien 2021–2024 huhti-lokakuun vesianalyysituloksista laskettujen keskiarvojen perusteella alimmat kokonaistypen pitoisuudet esiintyvät valuma-alueen yläosassa HP1:ssä, josta pitoisuudet kasvavat siirryttäessä kohti valuma-alueen alapuolista osaa aina alajuoksun HP4:lle saakka. Vuosien väliset erot näkyvät pienempinä pitoisuuksina valuma-alueen alaosissa. Jotkin yksittäiset suuriet kokonaistypen arvot nostavat havaintopisteiden vuotuisia keskiarvoja. Taulukossa 4 on esitetty vuosittaiset typpipitoisuuksien keskiarvot huhti-lokakuun vesianalyyseistä. Taulukossa on sinisellä keskiarvot, joihin yksittäiset pitoisuuspiikit erityisesti vaikuttivat.

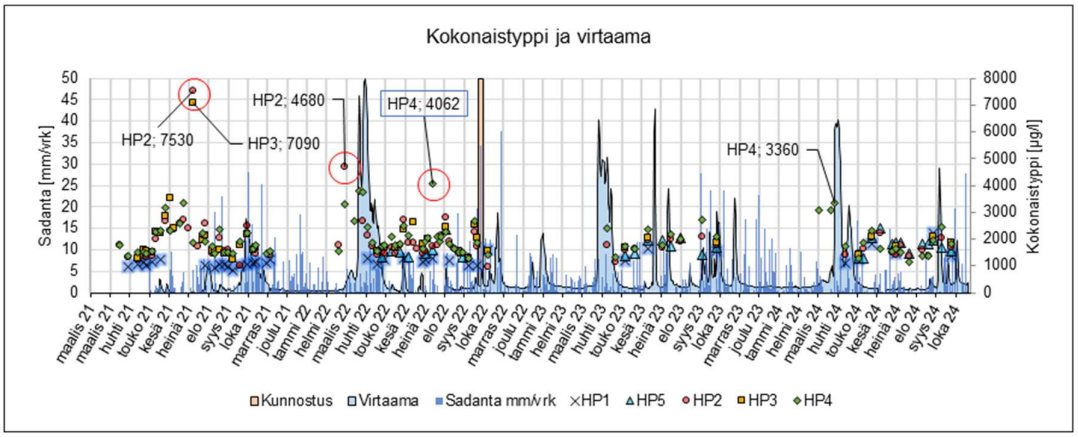
Taulukko 4. Vuosittaiset huhti-lokakuun kokonaistyppipitoisuuksien keskiarvot. Sinisellä korostettujen keskiarvojen havainnoissa esiintyi huomattavan korkeita pitoisuuspiikkejä.

Vuosi	HP1	HP5	HP2	HP3	HP4
	Keskimääräinen Kok. N-pitoisuus [mg/l]				
2021	1066		2 087	2159	1 878
2022	1218	1563	1787	1931	2 127
2023	1461	1702	1761	1866	2 030

2024	1544	1761	1683	1838	1 885
KA	1217	1690	1869	2026	1994

Seurantakaudella havaittiin kolme suurempaa kokonais- ja nitraattitypen piikkiä mittausajankohtiin ja vallinneisiin näytteenotto-olosuhteisiin nähden. Näihin tapahtumiin liittyvät korkeat pitoisuusarvot ovat ympyröitynä kuvassa 35, jossa on myös esitetty vesinäytteistä analysoidut kokonaistypen pitoisuudet vuosilta 2021–2024. Ensimmäiset poikkeuksellisen korkeat pitoisuudet mitattiin 4.8.2021; kokonaistypen arvo HP2:lla oli 7530 µg/l ja HP3:lla 7090 µg/l. Nämä havainnot johtivat myös kyseisten havaintopisteiden vuosikeskiarvojen nousuun (taulukon 4 sinisellä korostetut luvut). Molempien havaintopisteiden nitraattipitoisuudet, noin 4000 µg/l, olivat myös korkeat. Alueelle tehdyistä toimenpiteistä, kuten lannoituksesta tai muusta maankäytöstä, jotka voisivat yhdessä ajankohtaan sattuneiden sateiden myötä selittää tapahtumat, ei ole tarkkaa tietoa.

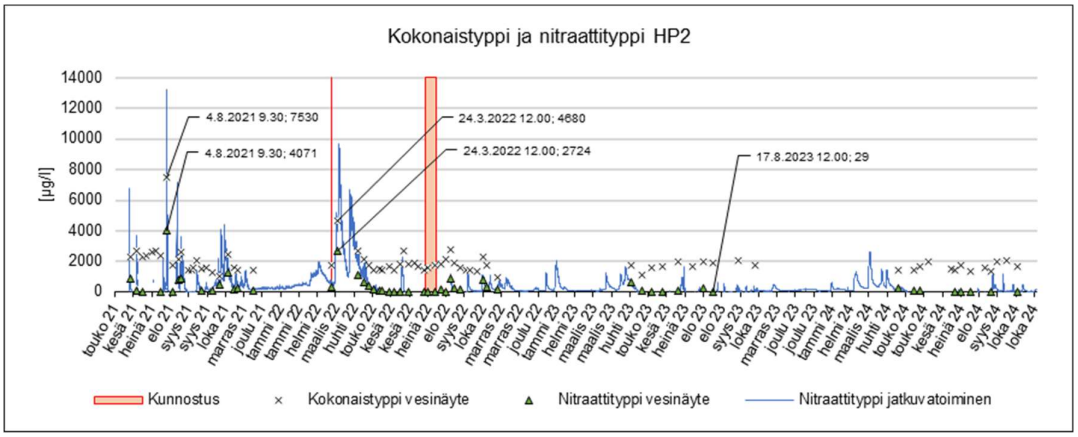
Toisen korkeamman pitoisuuspiikin (4680 µg/l, 24.3.2022, HP2) syynä on todennäköisesti maaliskuun puolivälissä (15.3.) toteutettu Kuorelammen pohjapadon rakentaminen ja sen alapuolisen uoman osittainen perkaus (Kuorelampi sijaitsee havaintopisteen HP5 läheisyydessä). Viimeisin korkeampi pitoisuuspiikki (4062 µg/l, 4.8.2022, HP4) ajoittuu valuma-alueen pääuoman kunnostusurakkaan ja johtunee sen aikana liikkeelle lähteneestä typestä. Muutoin korkeammat kokonaistypen pitoisuudet osuivat kevätvaluntojen ja suurimpien sadetapahtumien yhteyteen.



Kuva 35. Vesinäytteistä analysoidut kokonaistyppipitoisuudet sekä vuorokauden sadanta ja keskimääräinen virtaama. Virtaamatulokset normalisoitu sadannan arvojen perusteella. Ympyröitynä poikkeavan korkeat pitoisuudet, joista ensimmäiselle ei ole tiedossa selittävää syytä, mutta kaksi seuraavaa liittynevät uoman kunnostustöihin.

MaaMet-ohjelman vedenlaatusemalla (HP2) jatkuvatoimisesti mitatut nitraattityppipitoisuudet korreloivat hyvin vesianalyysituloksien kanssa (selitysaste R^2 0,96). Vahvan korrelaation takia jatkuvatoimisesti mitattuja nitraattituloksia ei jälkikäteen muutettu vesianalyysien pohjalta, vaikka määritysmenetelmien tuottamissa pitoisuuksissa eroja olikin. Esimerkiksi suurin vesianalyyseistä määritetty nitraattipitoisuus oli 4070 µg/l, kun vastaavana ajakohtana jatkuvatoimisesti mitattu pitoisuus oli 6050 µg/l.

Nitraattitulokset olivat pääosin oikealla tasolla verrattaessa niitä vesianalyysien kokonaistypen pitoisuuksiin. Kokonaistypen pitoisuus koostuu useasta eri typen yhdisteestä, joista nitraatti on yksi. Nitraattitypen pitoisuus ei voi olla suurempi kuin kokonaistypen, joten eri typpiyhdisteiden pitoisuuksia vertailemalla voitiin varmistaa mittaustulosten oikeellisuus. Kaikki vesianalyysien kokonaistypen arvot olivat järjestään suurempia kuin jatkuvatoimisesti mitatut nitraattitypen arvot.



Kuva 36. Kuvaajaan koottu vesinäytteistä analysoidut kokonaistyppi- ja nitraattityppipitoisuudet sekä jatkuvatoimisesti mitatut nitraattitypen pitoisuudet.

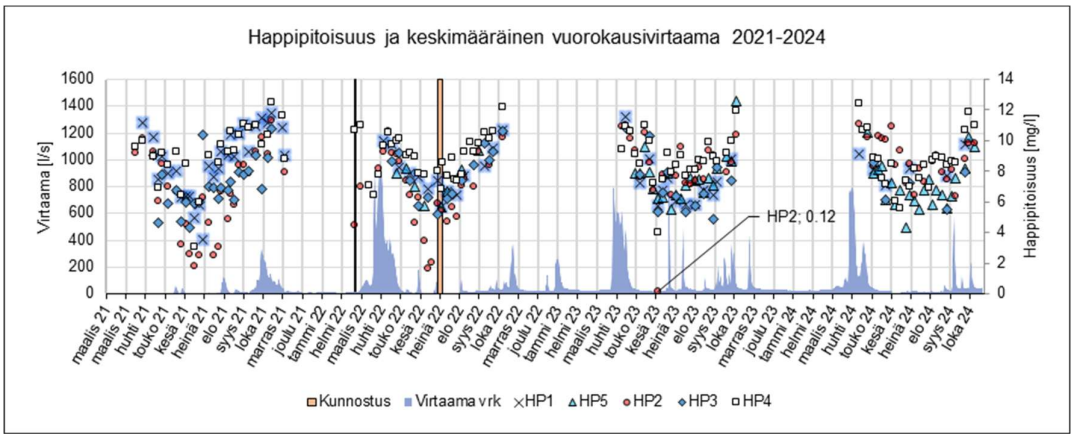
Jatkuvatoimisissa nitraatin mittauksissa esiintyi jaksoja, joiden aikana pitoisuudet olivat koholla pidemmän aikaa. Korkeimmat jatkuvatoimisesti mitatut pitoisuudet ylittivät 13000 µg/l rajan (kuva 36) 3.-5.8. 2021. Samana ajakohtana vesinäyttestä analysoitiin yli 4000 µg/l tuloksia. Toinen pitoisuuksiltaan pienempi, mutta pitkäkestoisempi tapahtuma ajoittui 22.3.–10.5.2022 väliselle ajalle. Tätä tapahtumaa edelsi noin viikkoa aikaisemmin Särkisuon alueella toteutettu pienimuotoinen kaivu-urakka, joka saattoi voimistaa kevätvalunnan aikaan muutoinkin voimakasta typpikuormitusta. Mittausaineisto vahvisti myös sitä, että kasvit ja eliöt hyödyntävät tehokkaasti kasvukautena vedessä olevan liukoisen nitraatin. Pitoisuudet olivat hyvin matalalla tasolla kasvukaudella kun taas kokonaisuudessaan pitoisuuksien vaihtelu oli voimakasta, vesinäytteissä vaihteluväli 4–4000 µg/l.

2.7.6 Happi, sähkönjohtavuus ja pH

Veden happipitoisuus (mg/l) on luonnonveden ominaisuutta ilmaiseva suure, jonka avulla voidaan selvittää veden hydrologista ja ekologista tilaa. Suurin osa veden hapesta on liuennut sinne ilmasta. Hapen liukenevuuteen vaikuttaa mm. lämpötila; mitä lämpimämpää vesi on, sitä vähemmän siihen liukenee ilmasta happea. Tämä on merkittävää vesieliöiden kannalta, sillä hapentarve kasvaa lämpötilan kohotessa. Orgaanisen aineen hajoaminen kuluttaa happea vedestä. Matalat happipitoisuudet ovat haitallisia joillekin kalalajeilla ja muille vesieliöille. Vesistöjen pohjan happikato aiheuttaa haitallisten aineiden vapautumista pohjasedimentistä.

Valuma-alueen pääuoman veden happipitoisuutta, sähkönjohtavuutta ja pH:ta seurattiin vesinäytteenoton yhteydessä kenttämittauksin. Manuaalisten kenttämittausten lisäksi happipitoisuutta ja sähkönjohtavuutta monitoroitiin

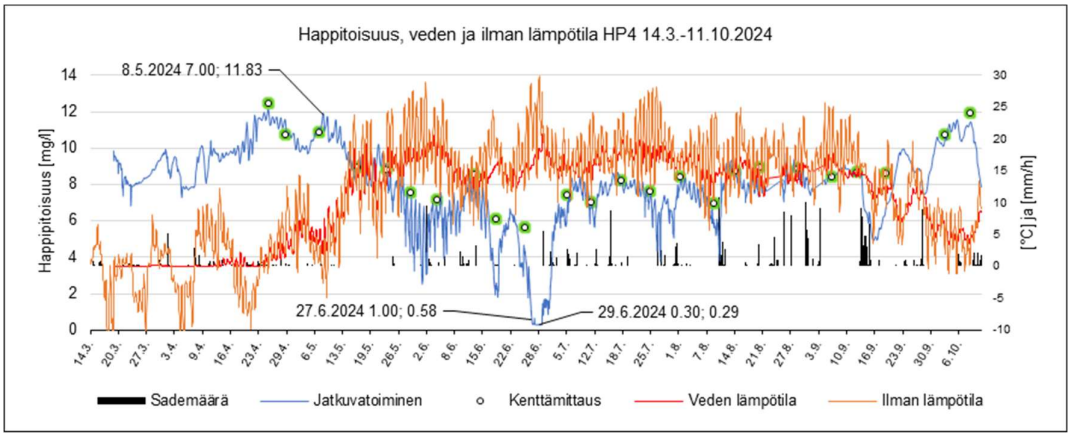
jatkuvatoimisesti vedenlaatuasemilla HP5, HP2 ja HP4. Kuvassa 37 on esitetty maastossa mitatut happipitoisuudet sekä pääuoman kunnostusten ajankohdat.



Kuva 37. Kentällä mitatut happipitoisuudet ja keskimääräinen vuorokausivirtaama 2021–2024.

Pääuoman veden happipitoisuudet vaihtelivat lähes hapettomista olosuhteista (HP2 0,12 mg/l) yli 12 mg/l pitoisuuksiin. Matalimmillaan happipitoisuudet olivat kesän lämpimimpinä ajankohtina, jolloin pääuoma oli paikoin kuivunut ja vesi ei virrannut. Korkeimmillaan pitoisuudet olivat keväisin lumien sulaessa ja syksyisin vesien viilentyessä, jolloin veteen liukeni runsaammin happea. Myös sateet nostivat happipitoisuutta. Vesianalyysien perusteella HP2:ssä oli selkeästi muita havaintopisteitä haastavammat happiolosuhteet ja pitoisuudet alittivat useasti 5 mg/l rajan, joka on liian matala esimerkiksi joillekin kalalajeille.

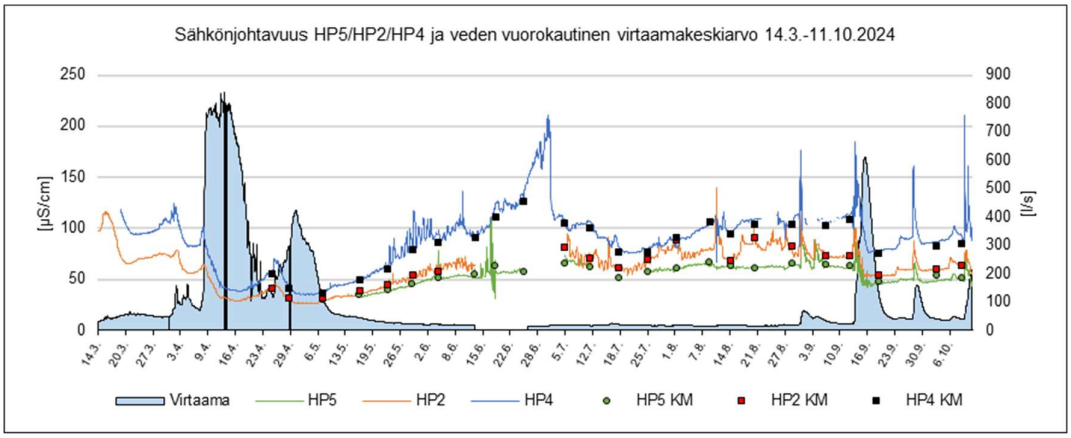
Jatkuvatoimisissa mittauksista havaittiin, että happipitoisuudet olivat matalia myös alajuoksulla (HP4). Kuvassa 38 näkyy kaksi hyvin matalaa mittausarvoa vuoden 2024 kesäkuun lopulta, jolloin valuma-alueen vesivarastot ovat olleet alimmillaan. Kuvaajasta nähdään, miten kuivan jakson jälkeen seurannut sadanta on nostanut happipitoisuudet nopeasti korkeammalle tasolle. Happipitoisuuksien taso seurailee muutoin avovesikauden aikaan hyvin veden lämpötilan muutoksia, nousten lämpötilan laskiessa ja laskien lämpötilan noustessa. Lisäksi kuvaajasta nähdään, että kenttämittausten ja jatkuvatoimisten mittausten arvot poikkeavat toisistaan muutamassa kohdassa. Tämä voi johtua esim. kenttämittarin kalibroinnin tarpeesta, näytteenottosyvyydestä tai jatkuvatoimisen sensorin hetkellisestä virheestä.



Kuva 38. Happipitoisuuden jatkuvatoiminen seurannan mittaustuloksia HP4:llä. Kuvaajassa esiintyvä lähes hapeton tilanne ajoittuu kesäkuun kuivalle jaksolle, jolloin pääuoman vesimäärä on ollut vähäinen ja lähes seisahtaneessa tilassa.

Sähkönjohtavuus eli johtokyky ilmaisee luonnonvesissä vesistöön liuenneiden mineraalien (suolojen) aiheuttamaa sähkönjohtavuutta. Suomalaiset luonnonvedet ovat vähäsuolaisia koska Suomen kova kallioperä rapautuu heikosti. Sähkönjohtavuutta voi nostaa esimerkiksi vesien ja uomien virtaaminen viljeltyjen peltoalueiden läpi, jolloin väkilannoitteet nostavat johtokykyä. Luonnonvesissä sähkönjohtavuus kasvaa yleensä pinnalta pohjaan päin. Tämä johtuu orgaanisen aineksen hajoamisesta ja siitä vapautuneista suoloista.

Valuma-alueen pääuoman sähkönjohtavuuden todettiin kasvavan yläjuoksulta alajuoksulle. Kuvassa 39 on otanta mittauksista ja vesianalyyseistä vuoden 2024 maalis-lokakuulta ja siitä näkyy sähkönjohtavuuden kasvu HP5:stä ja HP4 välillä. Sähkönjohtavuudet ovat hieman korkeammalla talvella, mutta lähtevät laskuun kevätvaluntojen aikaan. Uoman kuivumisen aiheuttamat johtokyvyn kasvujen lisäksi mittauksissa näkyy virtaamapiikkien aikaan suurempia johtokyvyn arvoja mikä indikoi sitä, että valuntavesien mukana huuhtoutuva pinta-aines sisältää runsaasti suoloja. Havaintopisteiden HP2 ja HP4 välistä suurempaa sähkönjohtokyvyn eroa voi selittää valuma-alueen alaosan peltoviljely lannoituksineen.

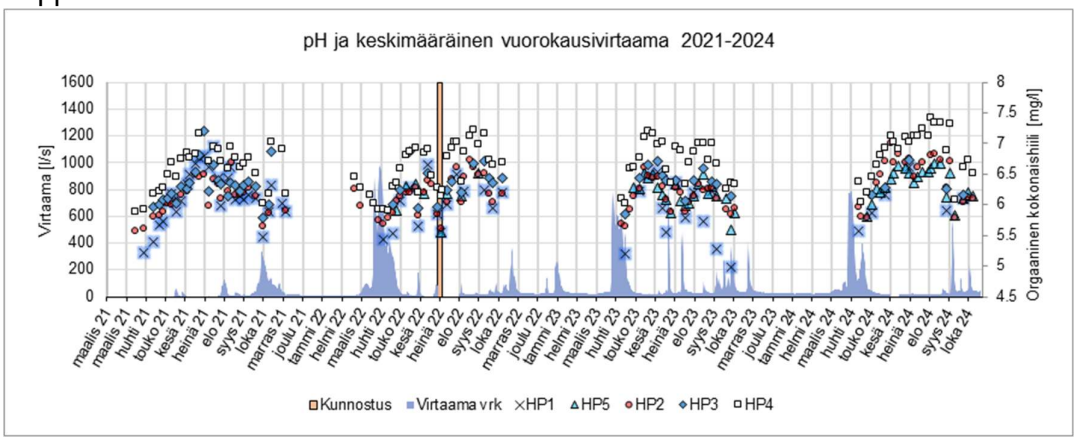


Kuva 39. Sähkönjohtavuuden jatkuvatoiminen seuranta ja kenttämittaukset (KM) havaintopisteillä HP5, HP2 ja HP4.

Veden happamuus eli pH on Suomen sisävesissä yleensä 6,5–6,8 välillä. Monet vesistöt ovat Suomessa luontaisesti lievästi happamia erityisesti soisilla valuma-alueilla. Voimakkainta happamuus on normaaliolosuhteissa useimmiten talvella ja etenkin kevään lumien sulamisen aikoihin. Veden matala pH häiritsee joidenkin kalojen elinolosuhteita.

Salinjoen valuma-alueen pääuoman veden pH-arvo vaihteli välillä 4,9–7,4 (uva 40). Kesäkauden aikana keskimääräiset pH-pitoisuudet olivat 6,1–6,9. Happamimmillaan vesi oli keväisin ja syksyisin valuma-alueen yläosan suometsävaltaisella alueella (HP1, pH 4,99–6,96). Korkeimmat pH-pitoisuudet olivat valuma-alueen alajuoksulla (HP4, 5,88–7,42), mutta sielläkin veden happamuus vaihteli vuodenaikojen mukaan. Valuma-alueen vettä happamoittaa luontaisesti happamat turvemaat, joita on erityisesti valuma-alueen yläjuoksulla. Yleisesti ottaen turvemaiden ojitus lisää veden

happamuutta.



Kuva 40. Kenttämittarilla mitatut pH-pitoisuudet havaintopisteillä HP1, HP5, HP2, HP3 ja HP4 vuosina 2021–2024

2.7.7 Yhteenvetoa ja pohdintaa vedenlaadun seurannasta

Salinjoki- ja Vaku-hankkeissa 2021 - 2024 toteutettuun vedenlaadun ja virtaaman seurantaan liittyviä ajatuksia kokemuksia kootaan yhteen seuraavissa kappaleissa.

Vedenlaatu ja kuormitus

Seurannan aikana vesinäytteitä otettiin ja analysoitiin 405 kappaletta ja jatkuvatoimista vedenlaadun mittausta toteutettiin itse, Savonian hanketyönä kahdella mittausasemalla. Seuranta oli aineiston määrältään suhteellisen kattava, mutta tulosten tulkinta ei ole yksinkertaista. Ympäristön olosuhteet asettivat haasteensa esimerkiksi lumien sulamisen aikaan virtaamamittauksissa ja kesän kuvimpiin aikoihin veden laadun mittauksissa. Uoman mataluus ja liejuisuus aiheuttivat omat haasteensa, samoin uoman kasvillisuus ja eläimistö. Maankäytön muutokset alueella toivat omat mausteensa mittaamiseen, erityisesti erilaisia, ennakoimattomia kuormitustilaiteita lisäämällä. Maankäytön muutoksista ei saatu yrityksestä huolimatta maanomistajilta riittävästi selvityksiä, että niiden vaikutukset oltaisiin pystytty kohdentamaan veden laadun pitoisuuksiin.

Myös laitteet aiheuttivat ajoittaisia hankaluuksia, esimerkiksi jatkuvatoimisten antureiden likaantuminen oli jatkuvaa ja toisinaan laitteet saattoivat liikkua tulvavaden mukana tai mennä vanhaksi tai rikki. Myös laitteiden kalibrointi oli vaativaa ja tarkkaa työtä, jossa kehityttiin seurannan edetessä. Osaaminen ympäristömittauksista sekä laboratoriomäärityksistä kehittyi hankkeiden aikana Savonialla huimasti, koska tämän tyyppistä työtä ei oltu hankkeen kokoonpanolla aiemmin tehty. Alussa kuitenkin esimerkiksi joitakin määrityksiä tehtiin soveltumattomilla menetelmillä, esimerkkinä liian suurihuokoisen suodattimen käyttö sameuden määrityksessä.

Datan käsittelyssä oli tarpeen erottaa pois arvot, jotka jostain syystä eivät olleet riittävän luotettavia. Tämän rajauksen tekeminen ei kaikilta osin ollut yksinkertaista. Erikoisten poikkeustulosten osalta jäi epävarmuuksia, oliko kyseessä jokin virhetilanne vai tapahtuiko valuma-alueella jotain erikoista ja vesiä kuormittavia häiriöitä. Esimerkiksi sameuden ja orgaanisen hiilen osalta tällaisia korkeita piikkejä oli runsaasti aineistossa. Välillä jatkuvatoimiset mittaukset ja vesianalyysien tulokset

myös poikkesivat toisistaan hämmentävällä tavalla. Kaikesta edellä mainitusta huolimatta seurannassa koettiin onnistumisia ja valtavasti oppimista. Tuloksia käsiteltiin parhaan taidon mukaan, hyödyntäen paikoin myös yhteistyökumppanien konsultointia. Erilaiset haasteet kuuluvat osaksi luonnon ympäristössä ja vaihtelevissa olosuhteissa tehtävää mittaustoimintaa. Varsinkin pienissä uomissa mittaaminen todettiin paljon muuttujia aiheuttavaksi.

Valuma-alueen vedenlaadusta ja alueelta lähtevistä ainevirtaamista laskettiin suuntaa antavia arvioita. Seurannan aikana ei voitu todeta valuma-alueen veden laadun paranemista. Lasketut pitoisuudet ja kuormitukset näyttivät pysyvän ennallaan tai jopa nousivat serannan aikana. Tuloksissa näkyi kuitenkin vuoden 2024 lopussa viitteitä siitä, että valuma-alueen olosuhteet olisivat olleet tasaantumassa ja vedenlaatuominaisuuksien pitoisuudet laskussa. Toimenpiteiden lyhyt- ja pidempiaikaisia vaikutuksia vedenlaatuun ei kuitenkaan vielä voitu arvioida, koska uoman tilaanteen vakiintuminen urakan jälkeen näyttäisi vievän enemmän kuin kaksi vuotta.

Valuma-alueella on toteutettu hankkeiden aikana toimenpiteitä, kuten hakkuita ja salaojituksia, jotka todennäköisesti ovat lisänneet valumavesissä olevien ravinteiden ja kiintoaineen pitoisuuksia. Lisäksi Kuorelammen yläpuoliselle alueelle toteutettiin vasta talvella 2025 Metsäkeskuksen luonnonhoitohankkeen suunnittelemat, vesienhallintaa ja vesiensuojelua edistävät toimenpiteet. Luonnonhoitohankkeen toimenpiteitä ei Vaku-hankkeessa ehditty seuraamaan, vaikka se olisikin ollut tärkeää, sillä ne todennäköisesti vaikuttavat valuma-alueen vedenlaatuun ja virtaamiin.

Valuma-alueen virtaamien määrittäminen oli pulmallista, sillä purkautumiskäyrän mallintamista varten suolapulssimittaukset suurten kevätvirtaamien aikaan olivat epäluotettavia. Vesi kulki erilaisten jääkerrosten ja hyhmän kautta uomassa ja näin ollen suolaveden virtaaminen oli liian epätasaista yhtäläisten tulosten aikaansaamiseksi. Näiden kevätvaluntojen aikoihin toteutetut mittaukset toistoineen saattoivat poiketa toisistaan sadoilla litroilla sekunnissa. Virtaamien tulkintoja vaikeuttivat rinnalla testatut akustiset virtaamamittaukset, joiden tulokset olivat noin 35 % pienempiä kuin mallinnetun purkautumiskäyrän. Näin suurella erolla on jo selkeitä vaikutuksia ainevirtaamiin.

Valuma-alueen valuntavesien kuormittavuus alapuoliselle Suurelle Ruokovedelle on vähäistä, vaikka alueen ravinne- ja kiintoainepitoisuudet ovat suuria. VEMALA-mallinnuksen mukaan Suureen Ruokoveteen tulee vuosittain ulkoisen kuormituksen seurauksena fosforia noin 84 000 kg. Salinjoen valuma-alueen vuosittainen fosforikuorma on nyt tehtyjen laskentojen perusteella 300–450 kg, eli vain noin 0,4–0,5 % Suuren Ruokoveden kokonaisfosforikuormasta. Vaikka Salinjoen valuma-alue ei yksittäisenä kohteena ole alapuolisen vesistön kuormituksen kannalta merkittävä, niin vedenlaadun kehitys parempaan suuntaan voi edistää pidemmällä tähtäimellä Salinjoen valuma-alueen lisäksi Suuren Ruokoveden ekologista tilaa ja se vaikuttaa ainakin purku-uoman läheisen rannan vesikasvillisuuteen ja pohjan mutaisuuteen. Lisäksi valuma-alueiden kuormitus koostuu usein Salinjoen valuama-alueen tyyppisistä pienistä kohteista, joilla kaikilla on yhteenlaskettuna oma merkityksensä

vesistöjen tilaan. Näin ollen toimenpiteilä jokaisella peltolohkolla ja metsäkuviolla on oma merkityksensä, samoin kuin valuma-alueiden vesienhallinnan toimenpiteillä.

Seurannan toteutus

Vedenlaadun seurannan suunnittelun ja toteutuksen lähtökohtana olivat toimenpiteet, joita hankesuunnitelmia laadittaessa pidettiin mahdollisina. Havaintopisteverkosto, joista otettiin vesinäytteet ja asennettiin jatkuvatoimisesti mittaavat vedenlaatulaitteistot, pyrittiin rakentamaan siten, että niistä saatujen tulosten perusteella olisi pystytty arvioimaan valuma-alueen ja toimenpiteiden vaikutuksia. Käytännössä tämä tavoite oli epärealistinen, koska muutokset ovat hitaampia kuin oli oletettettu ja muu maankäyttö sekä vuosittain vaihtelevat sääolosuhteet häiritsevät arviointia.

Havaintopisteiden valintaa voidaan pitää edelleen suhteellisen onnistuneena vesinäytteitä ajatellen, mutta jatkuvatoimisten mittalaitteiden osalta haasteeksi muodostui uomien mataluus ja mutaisuus. Salinjoki-hankkeen käynnistyessä ei kuitenkaan ollut olemassa lähtötietoja siitä millaisia olosuhteita valuma-alueella olisi odotettavissa. Eri vuodenaikoina vallinneista valtaojan olosuhteista, kuten virtaamista ja vedenlaadusta ei ollut saatavilla aikaisempaa tietoa, joka olisi ollut hyödynnettävissä edustavien näytteenottopaikkojen ja vedenlaatuasemien sijoittelun valinnassa.

Sääolosuhteista erityisesti kevätvalunnat ja kuivat kaudet olivat vedenlaatuasemien kannalta kaikkein haastavimmat. Valuma-alueen eteläosassa sijainnut havaintoasema HP4 oli vaarassa kulkeutua kahtena keväänä lumien sulamisen aikaan alavirtaan. Toisessa ääripäässä olivat kesäkuukaudet, jolloin uoman kuivumisen takia mittalaitteet saatiin vaivoin pidettyä kentällä. Vedenpinnan suuren heilahtelun vuoksi alajuoksun aseman sensorin korkeutta oli säädettävä seurannan aikana useampaan otteeseen. Nykyisen kokemuksen perusteella vedenlaatuasemien sijoittelun suunnittelussa olisi ollut hyvä tietää paremmin ennakkoon, miten valuntavedet uomassa käyttäytyvät ja tunnistaa uoman eroosioherkät tai sedimenttiä kasaavat alueet. Aseman sijoittelussa olisi syytä myös ottaa huomioon vedenlaadun ympärivuotisen seurannan mahdollisuus, jolloin kohteessa tulisi aina olla riittävä virtaus, jotta laitteita ei tarvitse ottaa pois talveksi.

Vesinäytteiden ja jatkuvatoimisten mittausten edustavuuden lisäksi voi olla tarpeen pohtia tarkemmin mittaussyklien pituutta, ja vesinäytteiden osalta myös näytteiden määrää sekä näytteenoton ajankohtaa. Salinjoella jatkuvatoimiseten mittausten tulokset vaihtelivat suuresti, eikä niiden oikeellisuudesta saatu hankkeiden aikaana vielä täyttä varmuutta. Pienemmillä valuma-alueilla, kuten Salinjoella (noin 10 km^2), voi olla hyödyllistä tehdä mittauksia mahdollisimman tiheästi 5–15 minuutin välein nyt käytetyn 30 minuutin syklin sijaan.

Salinjoen valuma-alueelle tehtyjen näytteenottojen ja vesianalyysien määrää arvioitiin sen mukaan, minkä katsottiin antavan riittävän kattava yleiskuvan havaintopisteiksi valittujen yläpuolisten osavaluma-alueiden valumavesien vedenlaadusta. Jatkuvatoimisten mittausten varmentamiseksi kattava vesinäytemäärä voisi olla 20–25 näytettä, kohteen mukaan, virtaamapainotteisesti. Tällöin suurimmat

vesinäytemäärät painottuvat kevätvaluntojen ja sadetapahtumien yhteyteen, huomioiden kuitenkin myös pienemmät virtaamatapahtumat.

Seurantaa suunniteltaessa tulisi myös pohtia huolellisesti mihin seurantaresurssit tulisi kohdentaa, koska seurannasta aiheutuvat kustannukset laboratorio- ja laitekuluineen ovat korkeita. Hankkeita haettaessa on haastavaa arvioida seurannan kokonaiskustannuksia, koska aina ei tarkalleen tiedetä mitä toimenpiteitä toteutetaan ja vaikka tiedettäisiinkin, voi seurantakohde itsessään tuoda yllätyksiä mukanaan. Tarvitaanko mahdollisesti rahoittajalta seurannan ohjeistusta hankehakujen yhteyteen siitä, millaista seurantaa hankkeeseen kaavailluilta toimenpiteiltä edellytetään? Riittääkö pelkkä mallintaminen, otetaanko vesinäytteitä vai voidaanko investoida mittalaitteisiin?

Laadukasta seurantaa kuitenkin tarvitaan, jotta vesienhallinnan ja vesiensuojelun toimenpiteiden vaikutuksista niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä saadaan lisää tietoa, ja niiden vaikuttavuutta voidaan ylipäätään arvioida. Kokemuksia ja kertynyttä tietoa paitsi hyvistä, myös huonoista ratkaisuista on hyvä jakaa. Näin parhaiten toimineet menetelmät ja käytännöt saadaan laajemmin käyttöön.

2.8 Hydrologian ja vedenlaadun simulointi ja skenaariot

Markus Huttunen, Suomen ympäristökeskus

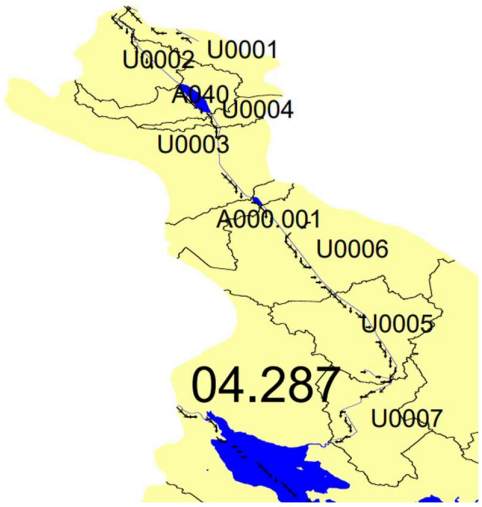
Hydrologian ja vedenlaadun simulointiin käytettiin Syken koko Suomen kattavaa WSFS-VEMALA -simulointijärjestelmää. VEMALA kuvaa hydrologista kiertoa käyttäen lähtötietoina sade- ja lämpötilahavaintoja, joista malli laskee lumen kertymisen ja sulamisen, maankosteuden vaihtelun, haihdunnan, pohjaveden määrän vaihtelun, vesistöön tulevan valuman ja virtaamat sekä vedenkorkeudet järvissä ja joissa. Hydrologian lisäksi VEMALA laskee ravinteiden ja orgaanisen hiilen, eli humuksen kuormitusta eri lähteistä ja näiden kulkeutumista ja pidättymistä vesistöissä.

Ravinteiden, typen ja fosforin kuormitus vesistöihin VEMALAssa kuvataan erikseen eri kuormituslähteistä: peltoviljely, metsätalous, pistekuorma, haja-asutus, laskeuma, hulevedet ja luonnonhuuhtouma.

VEMALAssa Suomi on jaettu noin 210 000 järven ja uoman valuma-alueeseen. Tässä työssä Salinjoen valuma-alueen aluejakoa tarkennettiin vielä niin, että Salinjoen alue on jaettu Pitkäjärven ja Kuorelammen valuma-alueisiin ja itse Salinjoki seitsemään uomajaksoon ja niiden valuma-alueisiin (kuva 41). Malli laskee kultakin näiltä valuma-alueelta uomaan tulevaa kuormaa ja kuorman kulkeutumista uomassa. Näin eri osissa Salinjokea mitattuja pitoisuuksia pystytään mallissa vertaamaan mittauspisteen yläpuolisen valuma-alueen tietojen perusteella laskettuun kuormitukseen.

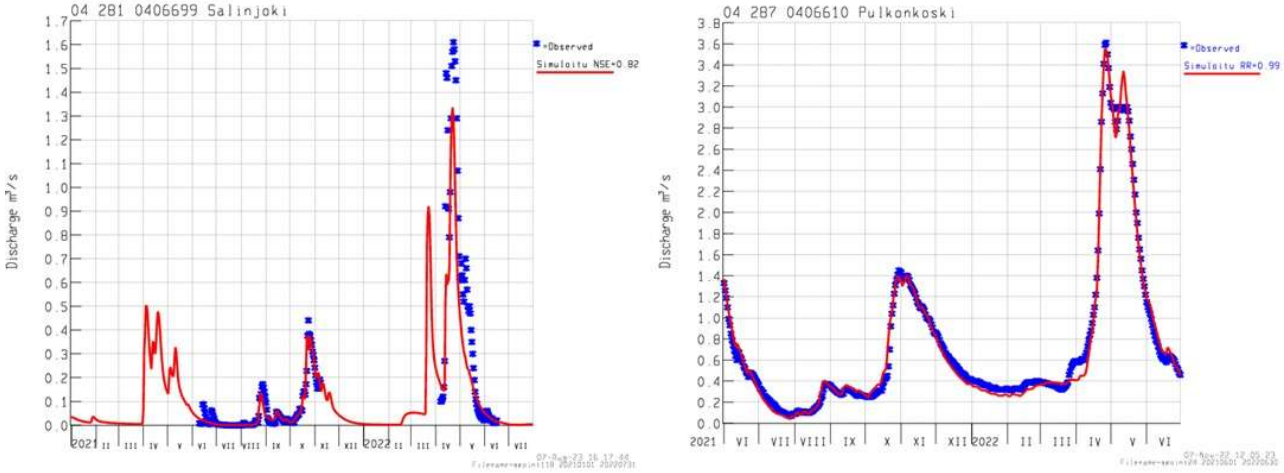
Tässä työssä otettiin VEMALAn sovituksessa käyttöön Salinjoen alueella tehdyt virtaamamittaukset ja fosforin ja typen pitoisuushavainnot. Uudelleensovitetulla mallilla arvioitiin Salinjoen kuormitusta nykytilassa ja kuormituksen jakautumista kuormituslähteisiin. Lisäksi mallilla tehtiin skenaarioita vesiolojen ja kuormituksen muutoksista eri ilmastovaihtoehdoilla.

VEMALAn sovittamisessa otettiin käyttöön Salinjoessa tehdyt virtaamamittaukset ja fosforin ja typen pitoisuusmittaukset. Virtaamamittauksia oli varsin lyhyeltä ajalta vuosilta 2021 ja 2022 (kuva 42). VEMALAn sovittamisessa käytetään myös alueen muita virtaama- ja vedenkorkeushavaintoja, kuten läheisen Pulkonkosken havaintoja. Salinjoen virtaamahavainnoista voidaan nähdä, että keväällä 2022 mallin simuloima arvo jää pienemmäksi kuin mittaukset. Mittauksiin on jäänyt mahdollisesti jään vaikutusta, joka on nostanut mitatun arvon todellista suuremmaksi. VEMALAn simuloima virtaama samalla parametrisoinnilla Pulkonkoskessa vastaa hyvin mitattuja arvoja.

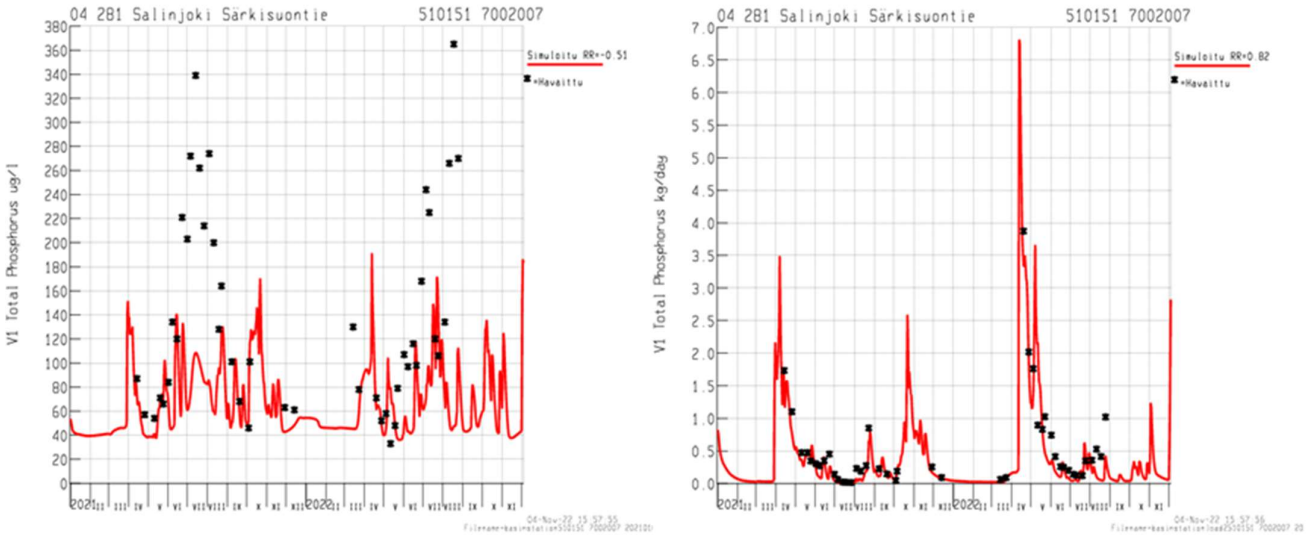


Kuva 41 Salinjoen valuma-aluejako VEMALAssa. Valuma-alue koostuu osauomista U0001-U0007, Pitkäjärven A040 ja Kuorelammen A000.001 valuma-alueista.

Vedenlaadun simuloinnista on esimerkkinä Särkisuontien mittaukset kuvassa 43. Kuvasta nähdään, että malli ei pysty simuloimaan kesäajan korkeimpia pitoisuuksia. Näiden jaksojen aikana uoman virtaama on kuitenkin hyvin vähäistä, eikä tämä ero vaikuta merkittävästi fosforikuorman laskentaan.

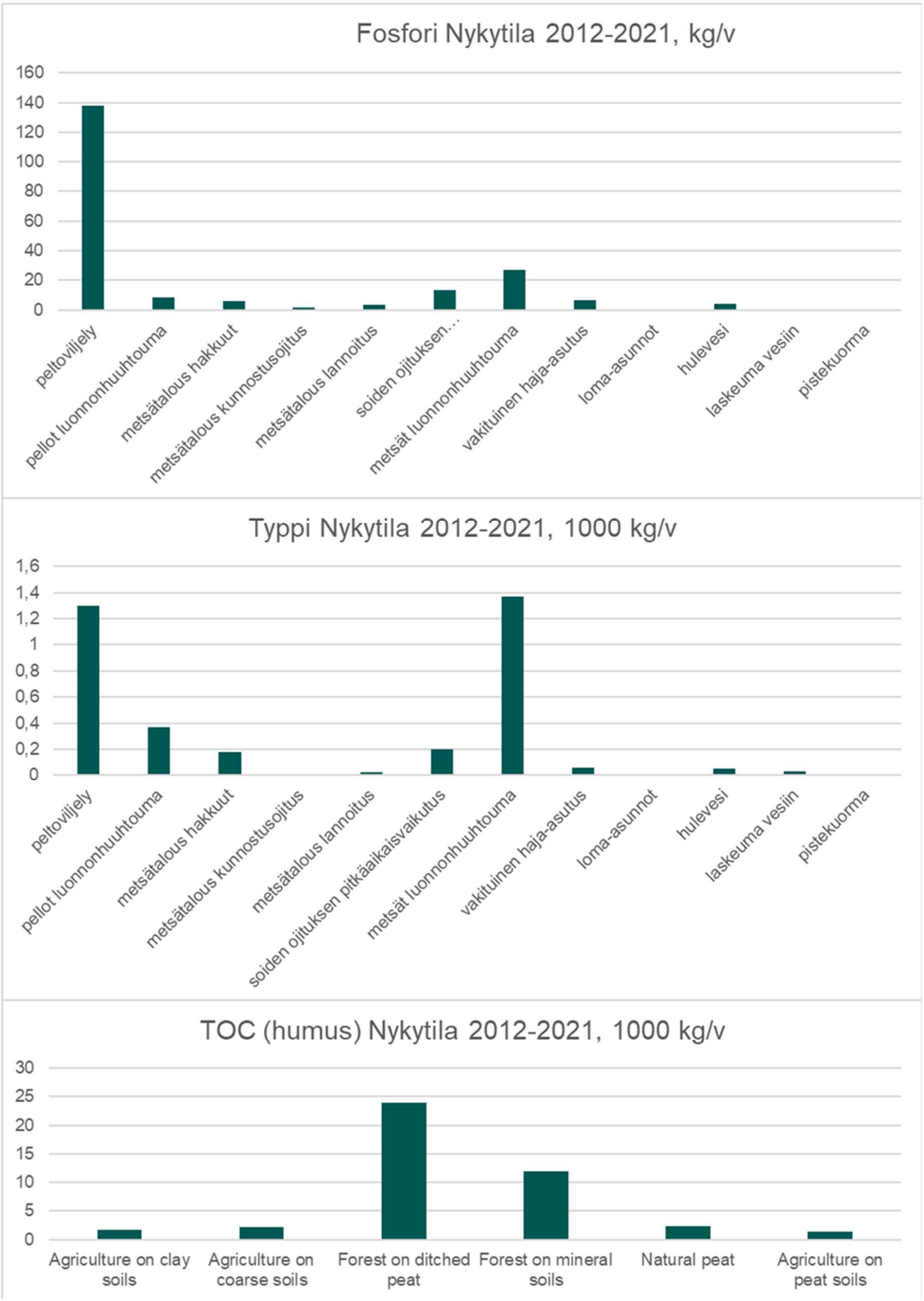


Kuva 42. Virtaamatiedot Salinjoessa ja läheisellä Pulkonkosken mittauspaikalla



Kuva 43. Särkisuontien fosforimittaukset verrattuna simulointiin. Vasemmalla pitoisuus ja oikealla kuorma.

Kuvassa 44 on esitetty VEMALAn arvio ravinne- ja humuskuormituksen lähteistä Salinjoella nykytilassa. Arviosta nähdään, että fosforikuormituksesta valtaosa tulisi peltoviljelyksestä, typpikuormituksesta peltoviljely ja luonnonhuuhtouma ovat lähes yhtä suuret ja humuskuormituksesta valtaosa tulisi ojitetuilta soilta.

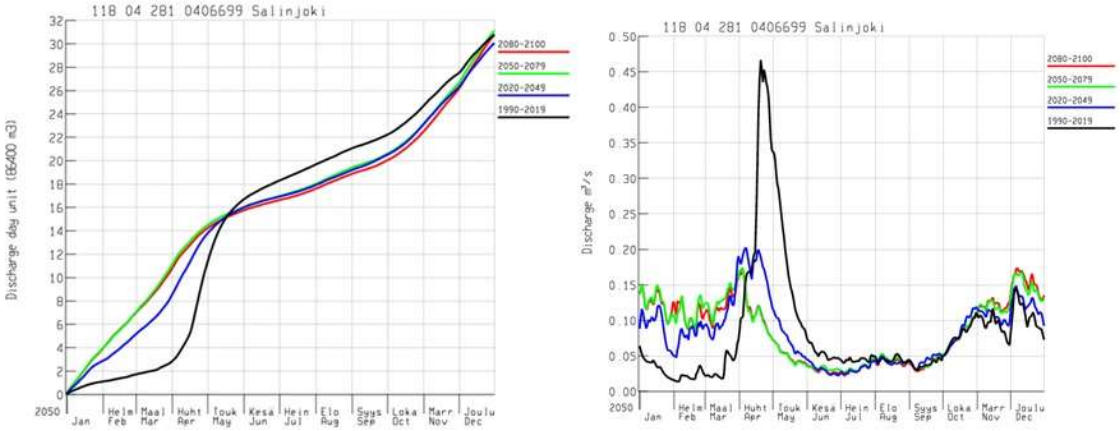


Kuva 44. VEMALA arvio fosfori-, typpi- ja humuskuormituksen lähteistä Salinjoella.

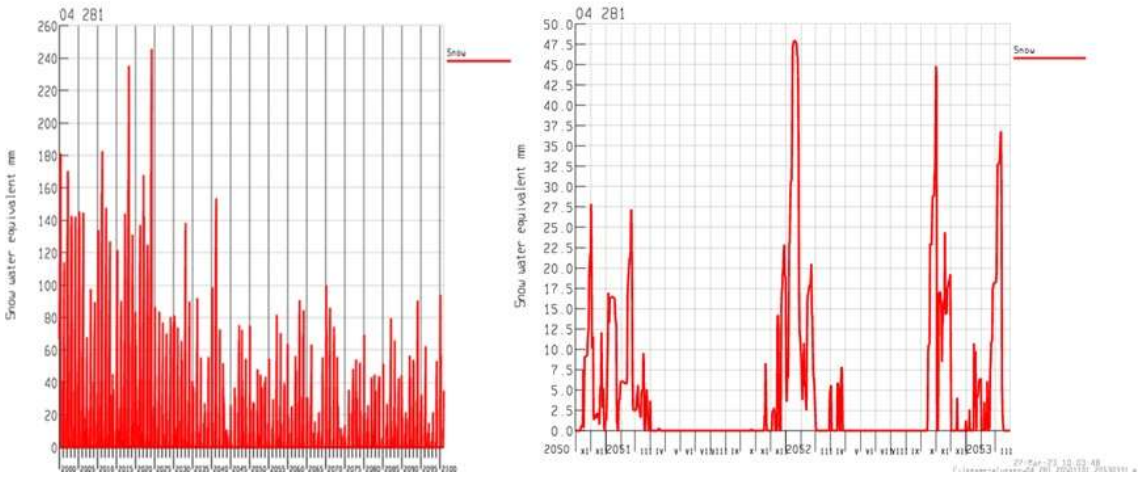
VEMALAssa on käytössä kuusi eri ilmastoskenaariota, jotka perustuvat kolmeen eri päästöskenaarioon ja kahden eri ilmastomallin tuloksiin. VEMALAlla on simuloitu tulevaisuuden hydrologiaa ja ravinnekuormitusta näillä ilmastoskenaarioilla aina vuoteen 2100 saakka. Kuvassa 41 nähdään virtaaman muutoksia keskimääräisessä ilmastoskenaariossa eri tulevaisuusjaksoille. Kuvasta nähdään, että koko vuoden virtaamasummassa tapahtuisi vain vähäisiä muutoksia, mutta vuodenaikaiset muutokset olisivat merkittäviä. Ilmastonmuutoksen näkyvin vaikutus on talvien lämpeneminen, joka vähentää talvella kertyvän lumen määrää ja siten pienentää kevättulvaa. Lumen aikaisempi sulaminen aiheuttaa myös, että maa alkaa kuivumaan keväällä aikaisemmin ja maankosteus touko-kesäkuussa voi olla keskimääräin nykyistä alhaisempi.

Kuvassa 45 nähdään lumen maksimivesiarvojen kehitys keskimääräisessä ilmastoskenaariossa. Kuvasta nähdään, että keskimääräinen lumen maksimivesiarvo pienenee merkittävästi jo seuraavien vuosikymmenten aikana. Toisaalta yksittäisiä vuosia, jolloin vesiarvo on lähes 100 mm, on vuosisadan loppuun saakka. Kuvassa 46 on myös esimerkki simuloidusta lumen määrästä 2050 luvulla. Tästä esimerkistä nähdään, että lumipeitteisyys talvella muuttuu merkittävästi. Nykytilassa lumi tyypillisesti sataa syksyllä ja lumipeite kestää kevääseen saakka ja vain harvoin on tilanteita, jolloin lumipeite sulaa kesken talven. 2050 luvulla kuitenkin olisi tyypillisempää, että lumipeite sulaa useaan kertaan talven aikana.

Peltoviljelyyn muuttuva ilmasto vaikuttaa ainakin niin, että lumipeitteen katkonaisuus vaikeuttaa kasvien talvehtimista. Viljan viljelyssä ilmaston lämpeneminen suosisi syysviljoja, jotka myös pystyisivät hyödyntämään paremmin lumen sulannasta jäävän maankosteuden. Mutta syysviljojen talvehtimisolosuhteet olisivat vaikeutumassa.



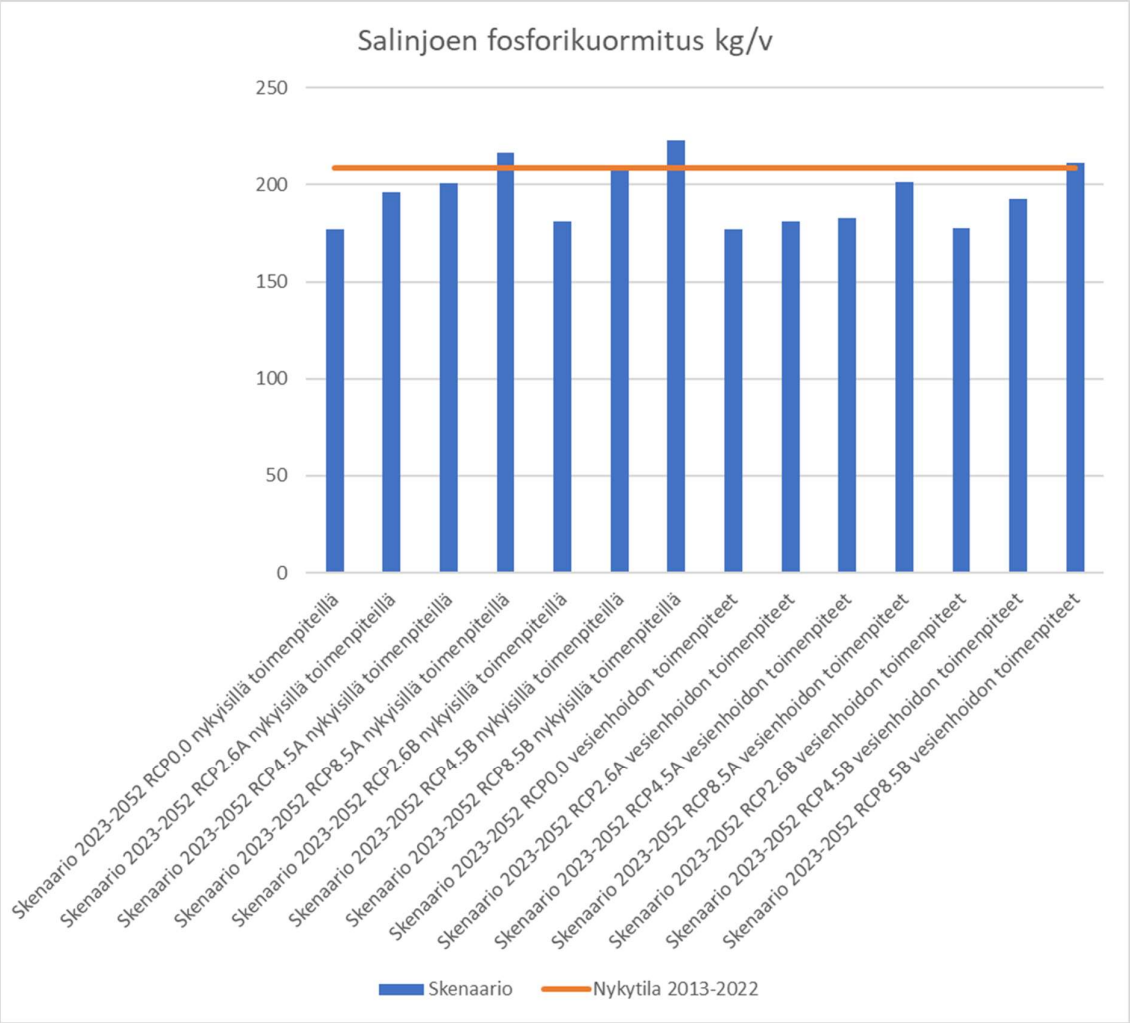
Kuva 45 Virtaamasumma ja virtaaman vuodenaikainen vaihtelu keskimääräisessä (RCP 4.5) ilmastoskenaariossa.



Kuva 46. Lumen maksimivesiarvon vaihtelu keskimääräisessä ilmastoskenaariossa (vasen) ja esimerkki 2050-luvun lumipeitteen vaihtelusta (oikea).

Kuvassa 47 on esitetty Salinjoen fosforikuormitus eri ilmasto- ja toimenpidevaihtoehdoilla. Ilmastoskenaarioita on kuusi. Skenaarioissa RCP2.6 ilmastonmuutoksen voimakkuus on pienin, skenaariossa RCP4.5 muutos on keskimääräinen ja skenaarioissa RCP8.5 muutos on voimakkain. Skenaariot RCP2.6A, RCP4.5A ja RCP8.5A perustuvat ilmastomalliyhdistelmään MOHC-HadGEM2-ES ja vastaavat B loppuiset skenaariot ilmastomalliyhdistelmään MPI-M-MPI-ESM-LR. Lisäksi vertailuna on skenaario nykyilmastolla RCP0.0. Toimenpidevaihtoehtoja on kaksi: maatalous jatkuu nykyisenkaltaisena tai otetaan käyttöön vesienhoidon suunnittelussa suunnitellut määrät kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä. Skenaarioissa tarkastellaan keskimääräistä kuormitusta seuraavan 30 vuoden jaksolla. Jakson pituus on valittu sellaiseksi, että jaksolla on riittävä määrä säätilaltaan erilaisia vuosia, jotta sään vaihtelun vaikutus kuormitukseen ja sen muutoksiin pystyttäisiin huomioimaan riittävän hyvin.

Skenaariotuloksista nähdään, että muuttuva ilmasto on jossakin määrin kasvattamassa fosforikuormitusta. Suurin lisäys on voimakkaimmissa, RCP8.5 ilmastoskenaarioissa. Vesienhoidon suunnitelluilla toimenpiteillä kuormitus saataisiin kuitenkin pidettyä nykytasolla ja useimmissa ilmastovaihtoehdoissa selvästi nykytason alapuolella.



Kuva 47. Fosforikuormituksen skenaariot Salinjoen alueelle.

2.9 Maaperän kosteus

Merja Myllys, Luonnonvarakeskus; *Marko Häkkinen, Teija Rantala, Sanna Antikainen, Savonia-ammattikorkeakoulu*

Maaperän kosteuden seurantaan valittiin yksi peltolohko, jolle oli mahdollista asentaa SavoFarm 4.0 -hankkeessa hankitut maaperän kosteutta mittaavat anturit. Valittu turvepeltolohko kärsi kosteusongelmista ja kohteen valintaan vaikutti myös lohkon laidassa oleva lato, johon oli helppo kiinnittää laitteiston antenni. Seurantaa toteutettiin kesäkausilla 2021-2024 (mm. 23.6.– 8.11.2021 ja 18.5.–29.9.2022)

Tavoitteena oli selvittää, onko Salinjoki-hankkeen urakassa toteutettavalla pääuoman kunnostuksella ja perkauksella vaikutusta peltolohkon kosteuteen pääuoman vedenpinnan alentuessa. Tähän lohkoon rajautuvalla pääuoman osuudella rakennettiin perkauksen yhteydessä kaksitasouoma. Yhtenä tavoitteena perkauksessa oli saada vähennettyä tämän turvevaltaisen alueen kuivatukseen liittyviä haasteita.

Urakan jälkeinen seuranta jäi Salinjoki-hankkeessa vain kahden syyskuukauden varaan, mutta sitä jatkettiin Vaku-hankkeessa. Seurantojen aikana saatiin tietoa pellon kosteudesta, sen yhteydestä sadantaan sekä maaperän jatkuvatoimisesta seurannasta ja seurantadatan (maaperän kosteus, sadanta, uoman vedenpinta) yhdistämisestä.

Valittu peltolohko on noin yhdeksän hehtaarin kokoinen ja sijaitsee valuma-alueen keskivaiheilla. Siitä kolme hehtaaria on sarkaojissa ja kuusi hehtaaria on salaojitettua. Pelto on nurmiviljelyssä emolehmätilalla ja siitä on korjattu vuosittain yksi tai kaksi satoa, riippuen siitä, milloin pellolle on voinut mennä koneella. Pellon märkyys on ollut haittana jo kauan, koneita on jäänyt peltoon kiinni ja viljelijä on vältellyt märimmille osille ajamista.

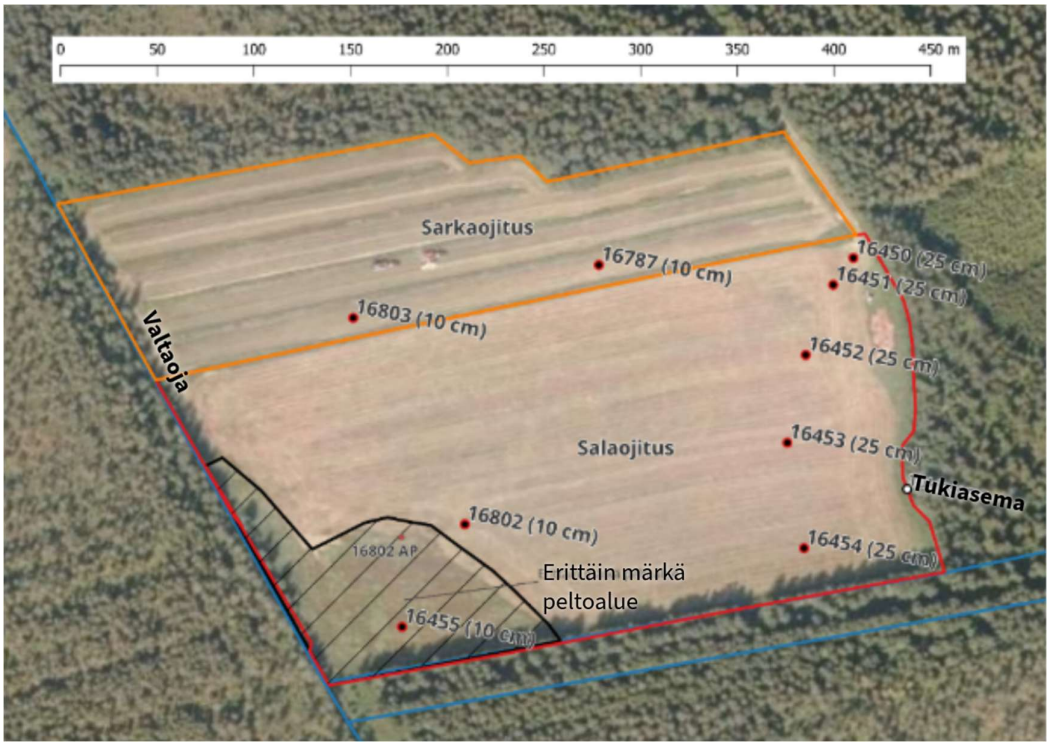
Maaperän seurannassa käytettiin jatkuvatoimista Soil Scout -järjestelmää, joka on suomalaisen Soil Scout Oy:n kehittämä ja valmistama. Laitteisto koostuu maahan upotettavista maaperäantureista eli peltotiedustelijoista (kuva 48), vastaanotin-/lähetinasemasta ja antennista, sekä pilvipalvelusta, johon mittausdata siirtyy ennakkoon antureille konfiguroidun aikaintervallin mukaisesti. Sisäisten paristojen ja radioaaltoihin perustuvan viestintätekniikan ansiosta anturit ovat langattomia. Niitä ei siis asennuksen jälkeen tarvitse kaivaa ylös peltolohkon viljelytoimien takia, mikä mahdollistaa maaperän katkeamattoman yhtäjaksoisen seurannan jopa usean vuoden ajan. Kynnön ajaksi ne on kuitenkin poistettava.

Kuva 48. Maaperäseurannassa käytetty Soil Scout -maaperäanturi.

Maaperäantureiden asennussyvyyden sekä anturin ja vastaanottimen välisen etäisyyden määrittämisessä huomioitiin laitevalmistajan ohjeen mukaisesti maalaji, viljeltävän kasvin korkeus ja antennityypin asennuskorkeus. Valmistajan ohjeet eivät kuitenkaan sisältäneet oletusarvoja turpeelle, minkä takia seurantakohteessa asennettujen anturien maksimietäisyyksien ja asennussyvyyksien määrittämisessä sovellettiin maalajin osalta saven ja viljelykasvin korkeuden kohdalla paljaan maan arvoja. Yksittäisen sensorin maksimietäisyys vastaanottimesta oli noin 300 metriä ja asennussyvyys maksimietäisyydellä 10 cm. Lähempänä vastaanotinta maaperäanturit asennettiin noin 25 cm syvyyteen.

Valitulle pellolle asennettiin yhdeksän maaperäanturia, joista kaksi sarkaojitetulle ja seitsemän salaojitetulle osalle, joiden sijainnit esitetty kuvassa 49. Osa antureista oli erityisen märillä, heikosti satoa tuottavilla alueilla ja osa paremmin satoa tuottavissa kohdissa. Valtaojan perkauksen vaikutusten arviointia varten osa antureista sijoitettiin mahdollisimman lähelle valtaojaa. Käytännössä noin 300 metrin maksimietäisyys vastaanottimesta oli tässä rajoitteena. Anturit mittasivat maaperän kosteutta,

lämpötilaa ja johtokykyä 20 minuutin välein. Antureiden sijoittelu asennussyvyyksineen on esitetty kuvassa 35.



Kuva 49. Maaperäantureiden sijainnit asennussyvyyksineen. Sarkaojitettu alue rajattu oranssilla. Katkoviivoin merkityn erityisen kostean alueen sisällä anturin 16802 alkuperäinen sijainti ennen anturin siirtoa. Suurisuon lohko rajattu kartassa oranssilla viivalla ja Pakkasen lohko punaisella viivalla. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Ruokavirasto)

Uoman perkauksen vaikutus vedenpintaan

Perkauksen jälkeen syyskuussa 2022 vedenpinta oli 34 cm alempana kuin vuotta aiemmin, vaikka molempina vuosina syyskuu oli yhtä lailla kuiva. Sateiden jälkeen perkauksen jälkeinen vedenpinta jäi 46 cm alemmaksi kuin edellisvuonna. Keskimäärin perkaus alensi ensimmäisen vuoden aikana uoman vedenpintaa noin 40 cm eli 88 metristä 87,6 metriin mpy (merenpinnan yläpuolella).

Perkauksen vaikutus pellon kosteuteen

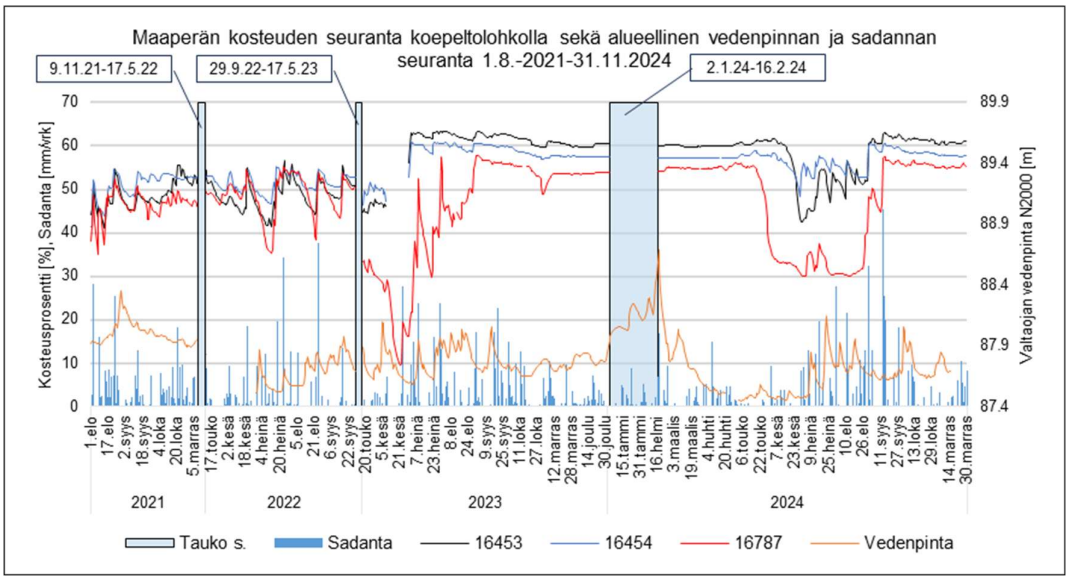
Pintamaassa kosteusvaihtelut olivat suurempia kuin syvemmällä, sillä pintamaa kuivuu ja kostuu sääolojen mukaisesti. Syvemmällä maa oli tasaisemman kosteaa, ja lähes koko mittauskauden ajan kosteampaa kuin pintamaa.

Valtaojan perkaus alkoi 21.7.2022. Tutkittavan pellon kohdalta oja perattiin 3.8.2022. Perkauksen jälkeinen mittausjakso Salinjoki-hankkeessa oli vain vajaan kahden kuukauden mittainen, ja päättyi 29.9.2022, kunnes jatkui taas Vaku-hankeessa kesällä vuoden 2024 lopulle. Jatkoseuranta mahdollisti pääuoman perkauksen ja kaksitasouomien vaikutuksen tarkemman arvioinnin turvepeltolohkon kosteusolosuhteisiin, jotka jäivät Salinjoki-hankkeen lyhyen toimepiteiden epäselviksi. Syyksi kuitenkin epäiltiin ensisijaisesti salaojituksen heikkoa kuntoa.

Valtaojan vedenpinnankorkeuden laskun mahdollisesti aiheuttamat kosteuden muutokset pellossa ilmenevät selvemmin valtaojan läheisyydessä, kuin kauempana. Muutokset ilmenevät varmemmin syvissä maakerroksissa, sillä pinnan kosteus riippuu erittäin paljon sääoloista. Tutkittavalla pellolla kosteutta pystyttiin mittaamaan valtaojan läheisyydessä vain pinnasta eli 10 cm:n syvyydestä, eivätkä lähellä ojaa olevat anturit (16802,16455) toimineet luotettavasti. Syvemmällä eli 25 cm:n syvyydessä olevat anturit sijaitsivat puolestaan kaukana valtaojasta (260–360 m), samoin kuin luotettavimmin toiminut 10 cm:n syvyydessä ollut anturi 16787.

Valtaojan pinta oli perkauksen jälkeen märkinäkin aikoina alempana kuin noin vuotta aiemmin perkausta edeltävänä aikana. Pellon kosteudessa ei kuitenkaan havaittu selkeitä syyskuun loppuun 2022 jatkuneen jälkiseurannan aikana, vaan pelto säilyi yhtä kosteana kuin ennen perkausta. Vertailtaessa elo-syyskuun vaihteessa 2021 ollutta vähäsateista jaksoa elokuun 2022 loppupuolella olleeseen vähäsateiseen jaksoon, niin perkauksen jälkeen pintamaa (240 metrin etäisyydellä valtaojasta) kuivui kuivemmaksi kuin ennen perkausta (kuva 50). Kuitenkin 25 cm:n syvyydessä, likimain yhtä kaukana valtaojasta, maa oli yhtä kosteaa ennen ja jälkeen perkauksen. Tämän tarkastelun perusteella valtaojan perkauksen aikaansaama ojan vedenpinnan lasku ei vaikuttanut maan kosteuteen ainakaan 260 metrin etäisyydellä valtaojasta.

Turvepellon maaperäolosuhteiden jatkoseuranta 17.5.2023-31.12.2024 vahvisti käsitystä siitä, että turvepellon heikon vesitalouden takana ovat salaojitukseen liittyvät haasteet. Peltolohkolla toteutettiin kevyttä pintamuokkausta osassa lohkoa ennen kasvukauden alkua. Osa maankosteusantureista näytti hetken aikaa jopa reagoivan pinnankorkeuden muutoksiin nopeastikin, kuten näyttäisi olevan anturin 16787 kohdalla touko-kesäkuussa 2022 (kuva 50), mutta tilanne tasaantui nopeasti kesäkauden edetessä. Vuosien 2023 ja 2024 seurannoissa mitattiin vuosia 2021 ja 2022 korkeampia kosteuslukemia, enimmillään jopa 60%. Korkeat kosteuspitoisuudet olivat myös pitkäkestoisia, kuten kuvasta 50 nähdään. Maankosteusanturit 16453 ja 16454 mittasivat korkeimpia pitoisuuksia heinäkuun 2023 alusta vuoden 2024 kesäkuun kymmenenteen päivään saakka. Tänä jaksona pääuoman pinnankorkeuden muutoksilla ei näyttänyt olevan lainkaan vaikutusta peltolohkon kosteuteen.



Kuva 50. Turvepellon kosteusolosuhteiden tarkkailu kolmella maankosteusanturilla (16453, 16454, 16787), sekä valtaojan vedenpinnankorkeuden ja vuorokausisadannan tuloksia. Kosteus-% ja vedenpinnan korkeudet ovat keskimääräisiä vuorokausiarvoja.

Maaperän kosteusarvot lähtivät laskuun vuoden 2024 alussa kevätvaluntojen jälkeen, melko voimakkaastikin osassa peltoaluetta. Tänä ajankohtana uoman vedenpinta oli huomattavasti aiempia vuosia alemmalla tasolla, ja se edesauttoi peltolohkon kuivumista. Vuoden 2024 kosteusolosuhteet olivat kesä-elokuun aikaan lähes samankaltaiset kuin seurannan alku- ja urakan jälkitilanteessa. Syyssateiden aikaan 2024 kosteusprosentti pellolla on noussut jälleen nopeasti yli 60 %:iin pysyen tässä tasossa marraskuun loppuun saakka, jolloin seuranta lopetettiin. Edelleen on epävarmaa siitä vaikuttiko pääuoman kunnostustoimenpiteiden vedenpinnan tasoa alentava vaikutus myös turvepellon vesitaloutta. Salaojitukseen liittyvät puutteet, kuten uoman vedenpinnan alapuolelle jäävät purkuputket ja muutoin heikko toimivuus ovat suurimmat esteet pellon vesitalouden saattamiseksi hyvälle tasolle.

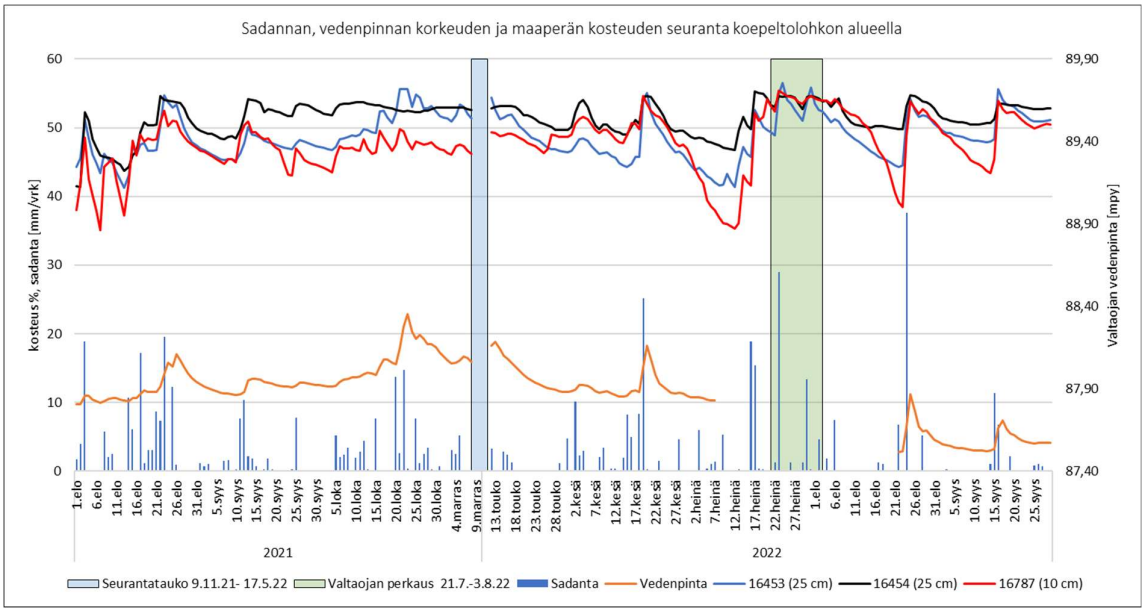
Maankosteusantureiden luotettavuudesta

Valtaosassa antureiden lähettämästä mittausdatasta esiintyi mittauskatkoksia, joihin ei löydetty selitystä. Lisäksi osa antureista oli lähellä pohjasavikerroksta (16540, 16451, 16452), joka vaikutti niiden tuloksiin. Vain kolmelta yhdeksästä anturista saatiin lähes katkeamatonta mittausaineistoa koko seurannan ajalta. Tulostarkastelun perusteella riittävän laadukas mittausaineisto saatiin kahdesta tukiasemaa lähinnä olevasta anturista (16454, 16453) ja sarkaojitetun lohkon itäisimmästä anturista (16787).

Mittauskatkoksiin ja epäselviin mittaustuloksiin vaikuttivat todennäköisesti useat tekijät yhdessä ja erikseen: anturin etäisyys tukiasemasta, tukiaseman ja anturin välinen kasvillisuus, pellon kasvipeite, anturin asennussyvyys, pellon maalaji ja maaperän kosteusolosuhteet. Esimerkiksi kaksi pääuomaa lähinnä olevaa anturia (16455, 16802) sijoitettiin peltoalueelle, joka pysyi erittäin märkänä lähes koko seurannan ajan. Maankosteusanturin 16802 siirtokaan, kuva 49, ei tuonut parannusta mittauskatkoksiin. Seuratun peltoalueen merkittävimmät häiriötekijät mittauksissa

olivat pitkät etäisyydet, kasvusto tukiaseman ja anturin välillä, sekä erittäin kosteat maaperän olosuhteet. Pääuoman lähialueelta puuttumaan jääneen mittausdatan takia tarkkoja arvioita uoman perkauksen vaikutuksesta pellon kosteusolosuhteisiin ei ole voitu muodostaa.

Luotettavimmiksi todetut anturit sijaitsivat paikoissa, jotka edustivat nurmenviljelyssä olevaa turvepeltoa. Datan jatkuvuus vahvistaa käsitystä, että nämä kolme anturia mittasivat maan kosteutta koko ajan luotettavasti. Näiden anturien mittauksista johdettuja keskimääräisiä vuorokautisia kosteusarvoja, Luonnonvarakeskuksen tutkimusaseman sadantatietoja ja MaaMet-ohjelman vedenpinnankorkeusarvoja Suurisuon alueelta on esitetty Kuvassa 51.



Kuva 51. Tutkimuskohteena olleen turvepeltoalueen kosteusolosuhteiden, valtaojan vedenpinnankorkeuden ja sadannan jatkuvatoimisten mittausten tuloksia ajanjaksolta 1.8.2021–29.9.2022. Kosteus-% ja vedenpinnan korkeudet ovat keskimääräisiä vuorokausiarvoja.

Vastaanotin-/lähetinasemasta lähimpänä sijainneet neljä maankosteusanturia (16455, 16802, 16803, 16787) asennettiin 10 cm:n syvyyteen ja viisi kauimmaista (16454, 16453, 16452, 16451, 16450) 25 cm:n syvyyteen kuvan 35 mukaisesti. Kaukaisimmat anturit asennettiin 230–300 metrin ja lähimmät 60–120 metrin etäisyydelle asemasta. 10 cm:n syvyydessä olevat anturit nousivat mittausjakson aikana lähemmäs maan pintaa niin, että ne olivat mittausjakson lopussa vain 5 cm:n syvyydessä.

Sarkaojitetulle timoteinurmelle 10 cm:n syvyyteen asennetut anturit (16803 ja 16787) reagoivat sateisiin. Toinen anturi (16803) näytti kuitenkin huomattavasti alhaisempia ja poikkeavia lukemia loppukesään 2022 asti. Tämä saattoi johtua siitä, ettei anturi (16803) saanut kunnon kontaktia maahan tai anturin kohta saattoi kuivua poikkeuksellisen kuivaksi. Siten 10 cm:n syvyyteen asennetuista antureista luotettavana pidetään varmuudella vain yhtä anturia (16787), joka sijaitsi 240 metrin päässä valtaojasta.

25 cm:n syvyyteen asennetut anturit nousivat mittausjakson aikana maassa niin, että ne olivat jakson lopussa 15–22 cm:n syvyydessä. Viidestä anturista kolme (16451,

16453 ja 16454) reagoivat keskenään samankaltaisesti sateisiin koko mittausjakson aikana. Näistä 16451 sijaitsi heikkokasvuisessa paikassa ja oli lähempänä maan pintaa kuin kaksi muuta. Nämä muut sijaitsivat hyväkasvuisessa paikassa ja olivat mittausjakson päättyessä vähintään 20 cm:n syvyydessä.

Kahden anturin (16450 ja 16452) kosteuslukemat olivat vähäsateisina kausina selvästi pienempiä kuin muiden, joskin heinäkuusta 2022 alkaen kumpikin toimi samaan tapaan kuin muutkin anturit. Nämä eri tavalla toimineet anturit olivat kosketuksissa pohjamaasaveen, ja lisäksi ne olivat vain 15 cm:n syvyydessä, mikä saattaa selittää poikkeavat kosteuslukemat.

Tässä tarkastelussa 25 cm:n syvyyteen asennetuista antureista pidetään luotettavina kahta (16453 ja 16454), jotka eivät olleet kosketuksissa saveen ja sijaitsivat hyväkasvuisessa paikassa vähintään 20 cm:n syvyydessä. Anturit sijaitsivat 285 ja 260 metrin päässä valtaojasta.

2.10 Peltojen kasvukunnon ja vesitalouden ylläpito

Arja Mustonen, Ilpo Nuutinen ja Merja Myllys Luonnonvarakeskus

Kasvukunto- ja vesitalousosion tavoitteena oli havainnoida Salinjoen valuma-alueen kunnostustoimien vaikutusta kohdealueelle perustettujen seurantalohkojen kasvukuntoon, vesitalouteen ja paikalliskuivatuksen toimivuuteen. Lisäksi tarkasteltiin kunnostustöiden vaikutusta pohjaveden tason säätelymahdollisuuksiin Luonnonvarakeskuksen muita hankkeita varten.

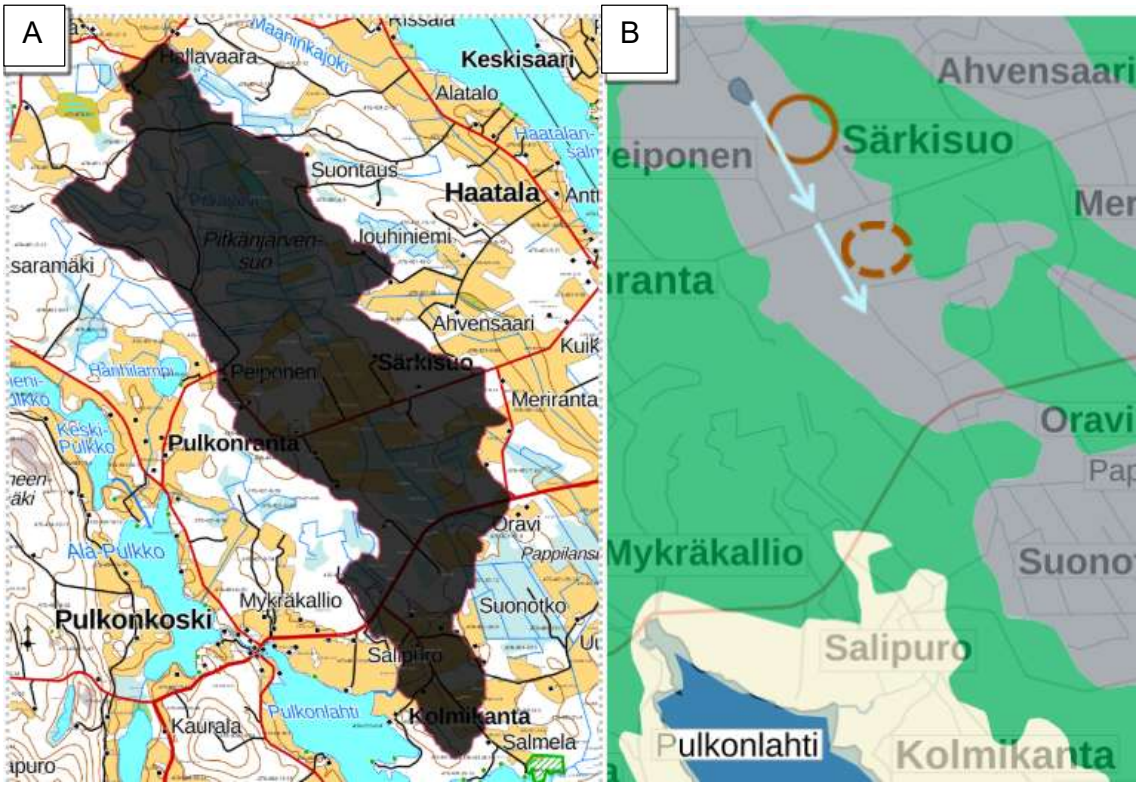
Maan kosteutta ja pohjaveden korkeutta tarkasteltiin silmävaraisesti sekä eri menetelmillä mitaten. Alueelta kerättiin myös säädata. Pohjaveden korkeus peltoalueilla jäi valtaojan perkauksen jälkeenkin korkealle. Pelkkä valtaojan perkaus ei näyttäisi riittävän kuivatuksen aikaansaamiseen peltoalueille, vaan tarvitaan paikalliskuivatuksen tehostamista. Veden pinnan nosto turpeen hajoamisen vähentämiseksi pelkillä säätökaivoilla oli myös haastavaa. Pohjaveden korkeuteen vaikuttivat eniten sääolot eli sadannan ja haihdunnan määrä.

Peltojen maaperä ja viljelyhistoria valuma-alueella

Salinjoen valuma-alueealueen (kuva 52 A). alueen (kuva 52 B) peltoalueet painottuvat latvavesien alueelle, jossa pellot ovat lähes yksinomaan turvemaita. Pulkonkoskelle vievän tien eteläpuolella pellot muuttuvat kuitenkin pääosin kivennäismaiksi; moreeniksi, hiedaksi ja hiesuksi (Kuva 52 B). Savimaata alueella ei ole. Turvepellot ovat osin paksuturpeisia (turvetta >60 cm), mutta pitkän viljelyhistorian vuoksi turvekerros on jo osin ohentunut, ja kivennäismaa on alkanut sekoittua kyntökerrokseen, jolloin orgaanisen aineen pitoisuus painuu alle 40 %. Orgaanisen aineen pitoisuuden ollessa 20–40 % maalaji määritellään multamaaksi. Turvemaalle ominaista on matala pH, heikko ravinteiden pidätyskyky ja suuri vedenpidätyskyky. Pääosa viljelykäyttöön otettujen peltojen turpeesta on muodostunut sarakasvien jäänteistä, joka on ravinteikkaampaa kuin rahkaturve. Kivennäismaita heikomman

ravinnetilan ja suuremman vedenpidätyskapasiteetin sekä vaihtelevan kuivatustilan vuoksi monet alueen turvelohkot ovat päätyneet nurmiviljelyyn.

Salinjoki-hankkeen seurantalohkot sijaitsivat turvemaa-alueella (Kuva 52 B). Alueen peltoviljelyn historiaa ei tässä yhteydessä selvitetty tarkkaan. Viljelyhistoria on kuitenkin pitkä, ja kaikkein intensiivisintä viljelyhistoriaa lienee noin sata vuotta. Laajaperäisempää viljelyä on todennäköisesti harjoitettu jo tätä ennen. Kaikkein voimaperäisintä viljely on ollut sotien jälkeisenä ajanjaksona, johon myös peruskuivatusverkostojen rakentaminen usein on ajoittunut. Paikalliskuivatuksessa 1970–80-luvuilla tehdyt salaojitukset tehostivat merkittävästi koneiden käyttöä ja mahdollistivat säilörehutuotantoon pohjautuvan nautakarjatalouden kehittymisen alueella.



Kuva 52. Salinjoen valuma-alue (A) ja valuma-alueen maannokset (B); harmaa turvetta, vihreä moreenia ja vaalea hietaa ja hiesua. Salinjoki-hankkeen seurantalohkot on ympyröity kuvaan B katkoviivalla (Savonia) ja yhtenäisellä viivalla (Luonnonvarakeskus). Lohkoihin rajoittuva osa Salinjoki-hankkeessa kunnostettua valtaojaa on merkitty nuolella. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, GTK)

Kuivatuksen merkitys kasvukunnolle

Toimiva peruskuivatus yhdistettynä hyvään peltolohkon paikalliskuivatukseen on kaiken viljelyn perusedellytys niin kivennäis- kuin eloperäisillä mailla. Toimiva kuivatus mahdollistaa viljelytöiden oikea-aikaisen suorittamisen, tehostaa työkoneiden käyttöä ja mahdollistaa laadukkaan sadon tuottamisen. Peruskuivatuksella tarkoitetaan valtaojia, joiden kautta paikalliskuivatuksen vedet johdetaan vesistöihin – jokiin,

lampiin ja järviin. Peruskuivatuksen toimivuuteen vaikuttavat paitsi valtaojien kunto, myös vesistöjen säännöstely ja umpeenkasvu, joiden vaikutus näkyy myös Salinjoen viljelyalueen kuivatustilaa heikentävästi. Peltojen viljelyedellytyksiä parantavaa perus- ja paikalliskuivatusverkostoa kuormittavat myös peltoalueiden ulkopuoliset metsä- ja suoalueet, joiden suhteellinen koko voi olla moninkertainen peltoalueeseen nähden. Näiltä alueilta tulevien vesien vaikutus peltojen kuivatukseen voi olla merkittävä. Tilanteessa, joissa yläpuolisten metsä- ja suoalueiden vedet johdetaan nopeasti peltoalueiden läpi alempaan vesistöön ilman kosteikkoalueita tai riittävän syviä vesistöaltaita, voi aiheuttaa valta- ja piiriojien haitallista tulvimista pelloille tai ainakin hidastaa peltojen kuivumista viljelytoimia varten.

Kasvukunnon havainnointikeinot ja parantaminen

Peltojen kasvukunnosta huolehtiminen on tärkeä osa niiden kannattavaa viljelyä. Kasvukuntoa voi havainnoida monilla menetelmillä. Viljavuustutkimuksen lisäksi pelkät silmämääräiset kuoppahavainnot kyntökerroksesta ja pohjamaasta ovat hyödyllisiä. Viime aikoina kemiallista viljavuutta mittaavaa viljavuustutkimusta on voitu täydentää myös maan fysikaalisia ja biologisia ominaisuuksia mittaavilla analyyseillä. Myös peltomaahan sijoitettavat sensorit ovat yleistyneet. Sensoreilla voidaan mitata mm. maan kosteutta, lämpötilaa ja suolapitoisuutta, mutta myös pohjaveden korkeutta. Tietoja voi hyödyntää monipuolisesti lohkon kasvukuntoa parantavien toimien suunnittelussa.

Keskeisintä turvepeltojen kasvukunnon parantamisessa on turvata nopea kasvuston perustuminen ja kasvuun lähtö sekä riittävä ravinteiden saanti. Toimenpiteet voivat kohdistua vesitalouden ja maan kemiallisten ominaisuuksien parantamiseen sekä kasvilaji- ja korjuustrategiavalintoihin.

2.10.1 Seurantalohkojen kuvaus ja hoito 2021–2023

Salinjoki-hankeen vaikutusta pellon kuivatustilaan ja sitä kautta kasvukuntoon seurattiin kahdella peltoalueella. Ensimmäinen, Savonia-ammattikorkeakoulun tarkastelualue oli Särkisuontien eteläpuolella ja toinen, Luonnonvarakeskuksen tarkastelualue tien pohjoispuolella (Kuva 52 B). Luonnonvarakeskuksen lohko oli osana Makera-rahoitteista OrmiNurmi-hankkeen turvepeltojen kasvihuonekaasututkimusta, jossa selvitettiin pohjaveden korkeuden vaikutusta maaperän kasvihuonekaasupäästöihin.

Särkisuontien eteläpuolen tarkastelualue koostui kahdesta peltolohkosta: Avo-ojitetusta Suurisuon (3 ha) lohkosta ja salaojitetusta Pakkasen (6 ha) lohkosta. Pakkasen lohkolla salaojitus on noin 40 vuotta vanha. Lohkot kasvavat nurmea vielä kohtuullisen hyvin, mutta niiden kuivatustilanne oli viljelijöiden mukaan vuosien kuluessa heikentynyt. Heikentynyt kuivatus vaikeuttaa lohkojen hoitotöitä ja sadonkorjuuta.

Luonnonvarakeskuksen hallinnassa oleva Pihapelto-lohko (7 ha) oli salaojitettu noin 30 vuotta sitten. Lohko oli pääosin ollut laidunnurmena aina vuoteen 2018 saakka. Nurmi oli viimeksi uusittu suojaviljaan keväällä 2021. Kesällä 2022, ensimmäisen säilörehun korjuun jälkeen lohkon eteläpään vedenpintaa pyrittiin nostamaan säätöpadolla ja pohjoispäätä kuivattamaan pumppaamalla vettä säätökaivosta (Kuva

53). Lohkon itäsivuun rajoittuvaa valuma-alueen pääuomaa perattiin kevyesti Salinjoki-hankkeessa. Tutkimuslohkolta tulevat kuivatusvedet laskivat kokoojakaivon kautta lohkon eteläpäässä piiriojaan, josta ne johdettiin perattuun valtaojaan. Valtaojan lopulliseen syvyyteen kaivettu 2-tasouoma alkaa noin 5 metrin päästä piiriojan yhdyskohdasta. Lopulliseen muotoon ja syvyyteen tutkimuslohkon kohdalla oleva osa valtaojasta perataan lohkolla meneillä olevan tutkimushankkeen päätyttyä 2025.

Kuva 53 Luonnonvarakeskuksen Pihapelto-lohkolle sijoitettujen pohjaveden korkeutta mittaavien antureiden (siniset ympyrät) ja kasvihuonekaasuja mittaavan tornin (oranssi neliö) sijoittuminen. Pohjaveden korkeuden säätökaivot on merkitty rastilla (x).

Maan kosteustilaa seurattiin Pakkasen lohkolla SoilScoutin langattomilla maan tilavuuskosteutta mittaavilla sensoreilla (Kuva 54 A), ja lisäksi tehtiin peltomaan aistinvarainen arviointi. Pihapelto-lohkolla seurattiin puolestaan pohjaveden korkeutta MasLog-20-järjestelmän pohjaveden havaintoputkiin asennetuilla kymmenellä paineanturilla. Suurisuon lohkolla ei seurattu kosteutta eikä pohjaveden korkeutta. Kaikilla seurantalohkoilla oli ennen valtaojan kunnostusta havaittavissa kosteuden aiheuttamia painaumia, raiteita ja kosteutta hyvin kestäviä luonnonkasveja.

2.10.1.1 Eteläisen peltoalueen hoidon kuvaus ja kasvukunnon arviointi

Eteläinen alue (Pakkanen ja Suurisuo) oli viljavuustutkimuksen aistinvaraisessa maalajimäärityksessä multamaata, mutta pellolla tehtyjen kuoppahavaintojen mukaan alue oli pääosin turvemaata (Kuva 54 B). Eteläisen alueen lohkot olivat kuitenkin jakautuneet paksuturpeiseen valtaojan varteen ja ohutturpeiseen metsänreunaan. Ohutturpeisella alueella kyntökerroksen alaosan kivennäismaa oli jo sekoittunut pinnan turpeeseen, jolloin orgaanisen aineen pitoisuus laskee multamaalle ominaiseen pitoisuuteen.

Kuva 54. SoilScout sensoreiden asennus Pakkasen lohkolle kesällä 2021. A. Nurmi kasvaa kohtuullisen hyvin, mutta kosteimmissa kohdissa on nähtävissä melko runsaasti luonnonheiniä. B. SoilScout sensorit (9 kpl) asennettiin kyntökerrokseen eri syvyyksiin (Kuvat: Antikainen).

Pakkasen ja Suurisuon lohkoilla viljellään timoteivaltaista seosnurmea emolehmien rehuksi. Lannoitukseen on käytetty naudan kuivalantaa sekä väkilannoitetyppeä. Sato on korjattu emolehmien talvirehuksi. Korjuu on ajoitettu pellon kantavuuden mukaan, ja pääosin satoa on korjattu kerran kesässä kuivaheinäasteella paaliin. Tarvittaessa eri työvaiheissa käytetään soveltuvin osin paripyöriä. Kaikkiin koneketjuihin ne eivät kuitenkaan sovellu. Nurmen uusimisvuonna lohkolla liikkumista vältetään, jotta juuristo ehtii vahvistua ja pellon kantavuus parantua.

Viljavuustutkimuksen mukaan lohkon kemiallinen viljavuus on pääosin tyydyttävä (taulukko 5) ja kalkitushistoria näkyy vielä pH:n ja kalsiumin tyydyttävänä tilana ja magnesium hyvänä tilana.

Taulukko 5. Seuranta-alueiden kemiallinen viljavuus

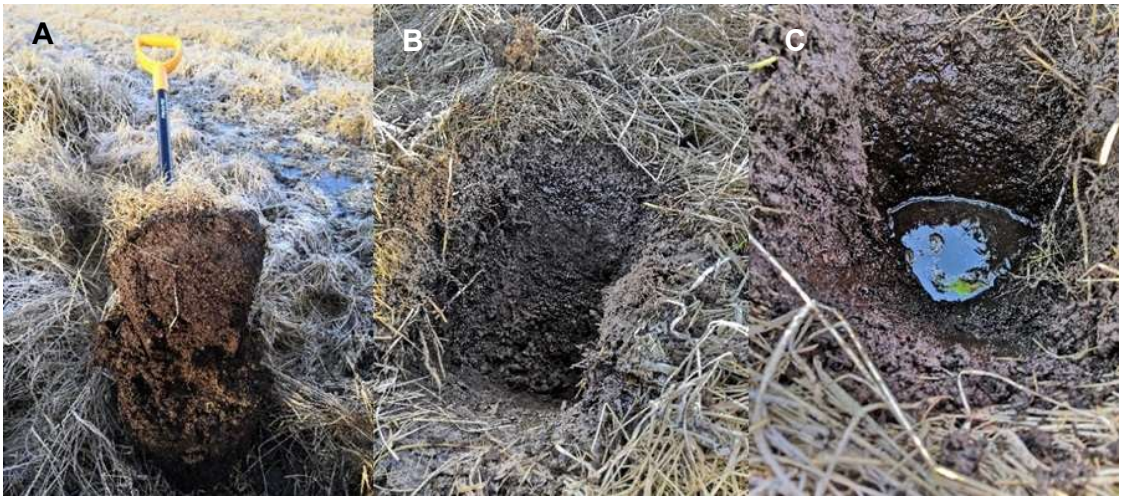
Lohko	Maalaji	pH	P	K	Ca	Mg

Suursuo	Mm	Tyydyttävä	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä
Pakkanen	Mm	Tyydyttävä	Huononlainen	Huononlainen-tyydyttävä	Tyydyttävä-Hyvä	Hyvä
Pihapelto	Mm	tyydyttävä	Välttävä	Huono	Tyydyttävä	Tyydyttävä

Pakkasen lohkolla maan kosteutta seurattiin tilavuusprosentteina SoilScout-sensoreilla. Mittausten mukaan lohko oli useista mittauspisteissä kyntökerroksessa veden kyllästämää. SoilScout-sensoreiden mittaustulokset kesältä 2021–2022 on raportoitu tarkemmin kappaleessa 3.4 Maaperän kosteus. Syksyllä 2021 Pakkasen lohkolla tehdyillä kuoppahavainnoilla pyrittiin selvittämään, kuinka vesi liikkui kyntökerroksessa ja miten se vaikutti viljelykasvien kasvuedellytyksiin. Kuoppahavainnointia tehtiin Pakkasen lohkolla 31.10.2022 kasvukauden jo päätyttyä. Lohkolla ollut iäkäs nurmi oli ruiskutettu glyfosaatilla elokuussa. Edellinen kyntö oli tehty noin 15–20 vuotta sitten. Välillä nurmea oli kuitenkin uudistettu suoraan glyfosaatilla päätettyyn kasvustoon. Vuosien varrella nurmea oli myös täydennyskylvetty. Lohkon yläpäässä turvekerros oli noin kyntökerroksen paksuinen, ja sen alapuolella oli kivennäismaa. Kyntökerros oli kuohkea ja aistinvaraisesti arvioiden multamaata (kuva 55 A). Valtaojaan päin mentäessä kyntökerrokseen ei enää ollut sekoittunut kivennäismaata, vaan maaperä voi luonnehtia pitkälle maatuneeksi saraturpeeksi. Turve ulottui syvälle kyntökerroksen alapuolelle. Valtaojan puoleinen osa lohkosta oli syyssateiden jälkeen hyvin märkä, ja raiteet olivat täyttyneet vedellä (kuva 55 B).

Kuva 55. Havaintokuvia Pakkasen lohkon maaperästä. A. multavaa kyntökerrosta lohkon yläpäässä. B. Raiteita lohkon valtaojan rajoittuvassa päässä 31.10.2022 (Kuvat: Rantala).

Pakkasen lohkolla turve oli melko pitkälle hajonnutta ja siksi hienojakoista. Juuristo oli suurelta osin pinnallista (kuva 56 A), mikä johtui pitkälti pellolla kasvavista heinälajeista (timotei, juolavehnä). Kuoppahavainnoissa huomattiin, että kyntökerroksen turve oli kerrostunutta. Vesi liikkui pinnan suuntaisesti hienojakoisempien ja tiiviimpien kerrosten suuntaisesti (kuva 56 B). Toisaalta myös syvemmissä kerroksissa näkyi juuriston tähteitä. Pohjamaa oli märkää, ja kyntökerroksen seinämistä tihkuva vesi kertyi lammikoksi kuopan pohjalle (kuva 56 C).



Kuva 56. Kuvia kuoppahavainnoista. A. Juuristo, B. veden kulku pintamaassa ja C. veden kulku pohjamaassa 31.10.2022 (Kuvat: Rantala).

Valtaojan kunnostusta seuraavana keväänä Pakkasen lohko kynnettiin, ja sille kylvettiin uusi nurmi ilman suojaviljaa 27.5.2023. Lannoitukseen käytettiin naudan kuivalantaa 38 tn/ha. Nurmiseoksessa oli monipuolisesti kahta eri timoteilajiketta (60 %), nurminataa (20 %), ruokonataa (10 %) ja englannin raiheinää (10 %). Kylvösiemenmäärä oli 30 kg/ha. Seosta täydennettiin vielä puna-apilalla, jota käytettiin 2 kg/ha. Nurmi näytti lähteneen kasvuun hyvin, ja juhannuksen jälkeen alkanut epävakainen sää piti pintamaata nurmen itämiselle sopivan kosteana. Heinäkuun 8. päivänä alueelle osunut rankkasade nosti vedenpinnan valtaojassa tulvakorkeuteen (kuva 57).

Kuva 57. Valtaoja Pakkasen lohkon kohdalla tulvakorkeudessa viisi päivää 8.7.2023 rankkasateen jälkeen. Vesi oli sateen jälkeen laskenut noin 10 cm (Kuva: Mustonen).

Nurmi oli tässä vaiheessa vielä pientä ja haihdunnan kautta tapahtuva pellon kuivuminen vähäistä. Lohko oli vielä 5 päivää sateen jälkeen erittäin märkä ja osa sateen synnyttämistä lammikoista oli vielä näkyvissä (kuva 58).

Kuva 58. Vasta uusitun Pakkasen lohkon nurmen valtaojan puoleisen pään lammikoita viisi päivää 8.7.2023 rakkasateen jälkeen

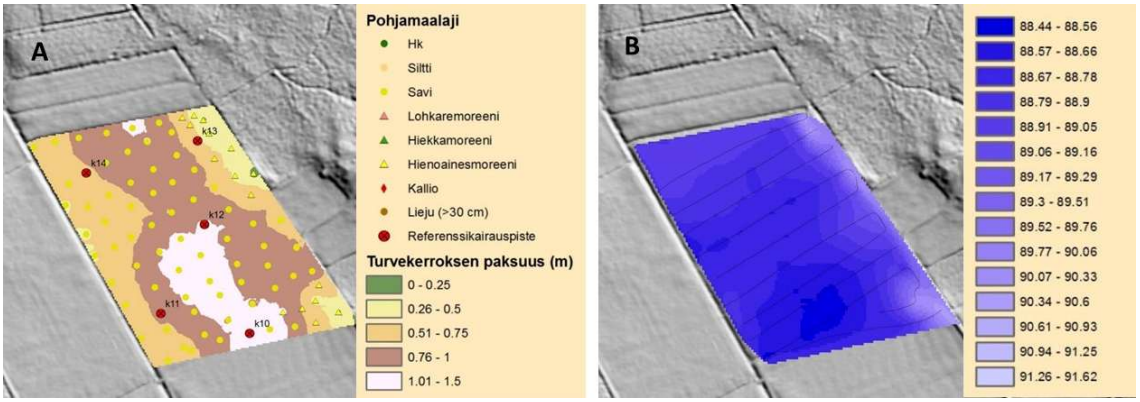
Pellolle märkyys aiheuttaa hoitotöiden viivästymistä. Kynnön yhteydessä nousseita hakopuita ei heikon kantavuuden takia voitu 10. heinäkuuta alkaneella viikolla kerätä pois, vaan on odotettava pellon kuivumista (kuva 58). Tarvittaessa hakopuut voidaan kuitenkin käydä merkitsemässä ennen kasvuston umpeutumista, näin ne voidaan löytää myöhemmin. Lohko on myöhemmin kesällä kasvanut hyvin, mutta sitä ei ole märkyyden takia pystytty ruiskuttamaan eikä satoa ole voitu korjata.

Viereisellä avo-ojitetulla Suurisuon lohkolla kasvanut 4–5-vuotias nurmi oli sekä syksyllä 2022 että kesällä 2023 melko hyväkuntoinen (kuva 59). Kasvusto oli pääosin kylvöheinävaltainen. Raiteita oli melko vähän. Käyntihetkillä kasvuston vedenkäyttö ja haihdunta oli voimakasta, mikä piti Suurisuon lohkoa kuivempana kuin Pakkasen lohkoa. Avo-ojat on niitetty vuosittain, ja ne näyttivät vielä toimivan, vaikka olivatkin hieman madaltuneet. Metsän ja peltoalueen väliin kavetut piiriojat olivat matalia ja pensaiden peittämiä. Tällä lohkolla kantavuus on Pakkasen lohkoa parempi ja uudistuksen yhteydessä nurmi oli pystytty myös säännöllisesti kyntämään.

Kuva 59. Suurisuon lohkon metsänreunassa. Kasvusto on kylvöheinävaltainen. Avo-ojat toimivat. Piiriojissa runsaasti pensaskasvustoa.

2.10.1.2 Pohjoisen peltoalueen hoidon kuvaus ja pohjaveden pinnankorkeuden säätely

Särkisuontien pohjoispuolinen alue koostui salaojitetusta Pihapellon (7 ha) lohkosta. Pihapelto on Luonnonvarakeskuksen turvepeltojen kasvihuonekaasujen mittauslohko, jossa kasvihuonekaasuja mitattiin lohkon keskellä olevassa mittaustornissa. Lohkon maalaji on viljavuusanalyysin aistinvaraisessa määrityksessä multamaa (taulukko 5), ja kemiallinen viljavuus on huonossa luokassa olevaa kaliumia lukuun ottamatta pääosin tyydyttävä. GTK:n vuonna 2021 kairanäyttein tekemässä tarkennetussa maatutkamäärityksessä maalaji määritettiin kuitenkin turpeeksi. Turvekerroksen paksuus vaihtelee puolesta metristä metriin (kuva 60 A). Kivennäismaa ulottuu kyntökerrokseen vain lohkon koillislaidan kukkulalla.



Kuva 60. Pihapellon turvekerroksen paksuus (A) ja pinnakorkeudet (B) GTK:n maatutkamäärityksessä. Turvekerros on paksuin lohkon keskellä (valkoinen alue), sen eteläpäässä. Lohkon itälaidalla turvekerros on ohuimmillaan (vaalean keltainen alue). Pellon pinta nousee vaaleamman sinisiä alueita kohti (B).

Pihapellon nurmi uusittiin suojakasviin (vehnä, kaura) kesällä 2021. Uudistamisen yhteydessä vanha nurmi hävitettiin edellisenä syksynä glyfosaatilla. Nurmisiemenseoksessa oli timoteitä 70 % ja nurminataa 30 %. Kylvövuonna siemenrikkakasvit ruiskutettiin valikoivalla torjunta-aineella. Lisäksi ensimmäisenä tehtiin kasvinsuojeluruiskutus hierakalle. Uusimisvuonna lohkolta korjattiin kokoviljasäilörehua, minkä jälkeen vuosittain on korjattu kaksi säilörehusatoa paalaamalla. Sadot olivat maltillisia. Säilörehuna korjatun suojaviljan sato vuonna 2021 oli kehikkonäytteissä 4 tn ka/ha. Vuonna 2022 paalipunnituksesta laskettu nurmen kokonaissato kahdessa korjuussa oli 4,7 tn ka/ha.

Luonnonvarakeskuksen tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää pohjaveden korkeuden säätelyn vaikutusta maaperän kasvihuonekaasujen muodostukseen. Vanhoissa ojituksissa säätelyn arveltiin olevan vaikeaa, mutta valtaojan perkauksen odotettiin helpottavan vedenpinnan säätelyä. Edellisenä vuonna oli havaittu, että lohkon eteläinen puoli on luontaisesti märempi kuin pohjoinen, joten lohkon vedenpinnan säätö päätettiin vuonna 2022 toteuttaa niin, että lohko jaettiin keskeltä kahtia ja lohkon pohjoispäätä pumpataan kuivaksi ja eteläpäätä padotetaan märäksi (kuva 60 B). Padotus ja pumppaus toteutettiin säätökaivoissa. Lisäksi elokuussa 2022 valtaojaan sijoitettiin pato varmistamaan, että märkää puolta voidaan tarvittaessa kastella pumppaamalla ojastoon valtaojaan varastoitua vettä. Valtaojan pato valmistui elokuussa 2022, mutta padotuskorkeus oli matala eikä pato vaikuttanut veden

korkeuteen, vaan se pysyi samana padon molemmin puolin. Kevättulvaan varauduttiin poistamalla pato 20.12.2022. Kuivan puolen pumppaus jatkui 18. lokakuuta tehdyn pumppauskorkeuden nostosta eteenpäin talvikaudella tapahtuneeseen pumpun rikkoutumiseen saakka. Rikkoutumisen täsmällinen ajankohta ei ole selvillä. Tämän jälkeen pohjaveden pinnan taso säätyi yksin märän puolen säätökaivon pohjaveden korkeuden mukaan aina 17. toukokuuta 2023 saakka, jolloin padotus avattiin pellon kuivattamiseksi kevätlannoitusta varten. Kasvihuonekaasuja mittaavassa tornissa tehtiin muutostöitä, ja säädatan kerääminen keskeytyi 15. toukokuuta 2023. Koko pellolle ulottuvan padotuksen ja säädatan puutteen vuoksi kevään 2023 tuloksia ei tässä raportoida.

Lohkolla tehtävässä kokeessa tavoitteena oli saada kuivan ja märän puolen välille selkeä kosteusero, joka koko ajan pysyisi samansuuntaisena. Lohkolla seurattiin pohjaveden korkeutta 10 mittauspisteessä kesäkuusta 2022 alkaen (kuva 53). Mittauksessa käytettiin pohjavesiputkiin asennettuja paineantureita. Pohjavesiputket ulottuivat noin 2 metrin syvyyteen, ja putkessa olevat paineanturit olivat keskimäärin 1,74 cm syvyydessä. Pohjoisen- ja eteläisen puolen anturit muodostivat vertailuparin. Anturit oli sijoitettu lohkon märälle eteläpuolelle ja kuivalle pohjoispuolelle imuojien väliin niin, että anturiparit olivat mahdollisimman samalla etäisyydellä kasvihuonekaasuja mittaavasta tornista. Näin tuulen mukana eri suunnista tulevien kaasujen ja pellon pohjaveden korkeuden välistä yhteyttä voitaisiin tarkastella. Pohjavesiantureista kaksi oli sijoitettu peratun valtaojan läheisyyteen lohkon länsilaidalle, toinen kuivalle (N1_60 m) ja toinen märälle (S1_60 m) puolelle (kuva 53). Taulukosta 6 nähdään näiden kahden esimerkkianturin vedenpinnan vaihtelu aikavälillä 15.6.-31.12.2022. Kuivatus- (pumppaus) ja kastelukäsittelyt (padotus) alkoivat lohkolla ensimmäisen säilörehunkorjuun jälkeen 1. heinäkuuta 2022. Pohjaveden pinnan säätökorkeudet mitattiin 18.10.2022 suhteessa peltomaan pintaan. Märän puolen padotuskorkeus eteläisen puolen säätökaivossa oli 40 cm maanpinnan tasosta. Vastaavasti pohjoisen puolen kuivatettavalla alueella kuivatuskorkeus pumppauskaivossa oli aluksi 148 cm maanpinnan tasosta. Pumppaus käynnistyi, kun vesitaso nousi 112 cm:iin. Tällöin kuivan puolen pumppauskaivon vedenpinnan vaihteluväli oli 36 cm. Ruostesakan muodostumisen estämiseksi pumppauskaivon kuivatuskorkeutta jouduttiin 18.10.2022 nostamaan 50 cm ylöspäin. Tällöin uusi kuivatuskorkeus oli kokoojaputken yläreunassa eli 96 cm maanpinnan tasosta. Uudessa korkeudessa pumppaus käynnistyi, kun veden pinta saavutti 83 cm korkeuden. Pumppauskaivon vedenpinnan vaihteluväli kuivalla puolella oli tällöin 13 cm. Eteläisen ja pohjoisen puolen säätökaivoja yhdistävän kokoputken korkeusero oli 25 cm. Näin kuivan ja märän puolen välinen ero säätökaivoissa oli pohjaveden maksimikorkeudessa 58 cm ja pohjaveden alimmassa korkeudessa 71 cm maan pinnasta. Säätökaivoissa mitattu ero märän ja kuivan puolen välillä oli säätökaivoissa varsin hyvä, mutta itse pellolla eroa ei pystytty ylläpitämään.

Jo lähtötilanteessa kesäkuussa 2022 pohjaveden korkeuden ero märän ja kuivan puolen anturiparien välillä oli pieni (taulukko 6). Märän ja kuivan puolen välisen eron odotettiin siksi jäävän vähäiseksi myös vedenkorkeuden säätelyn alkaessa. Sateet olivat edellisenä vuonna näkyneet paikoin pellon pintaan muodostuvina lammikoina,

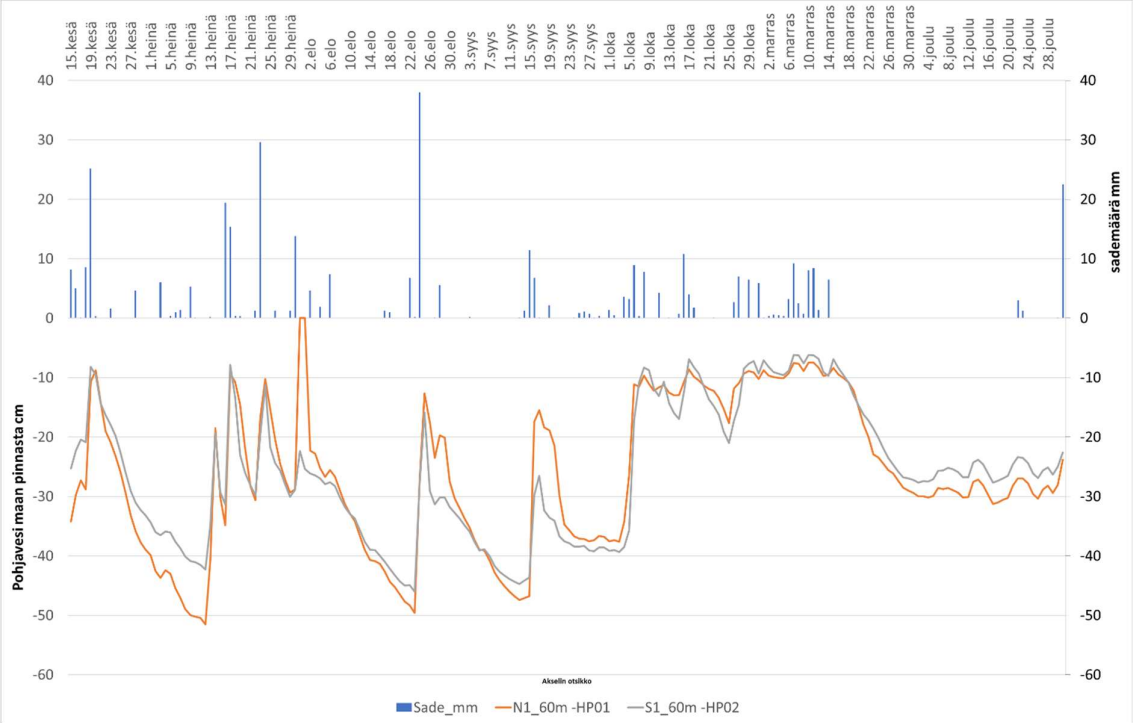
joten vastaavaa osattiin odottaa märälle puolelle myös kasvukautena 2022, mutta pohjoispuolen kuivatuksen odotettiin toimivan pumppauksen takia kaikissa oloissa.

Taulukko 6. Pohjaveden korkeus pellon pinnasta kesä-joulukuussa 2022 kymmenessä pohjavesiputkessa. Antureiden etäisyydet lohkon keskellä sijaitsevasta, kasvihuonekaasuja mittaavasta tornista: N2-S2 30 m, N1-S1 60 m, N3-S3 60 m, N2-S1 120 m ja N3-S2 120 m. N=kuiva pohjoispuoli, S=märkä eteläpuoli

	Pohjaveden etäisyys maan pinnasta (cm)									
v. 2022	**N2**	**S2**	**N1**	**S1**	**N3**	**S3**	**N2**	**S1**	**N3**	**S2**
Kesä	-23	-6	-26	-22	-21	-37	-31	-11	-20	-12
Heinä	-32	-13	-31	-30	-28	-41	-38	-22	-33	-22
Elo	-32	-17	-32	-34	-27	-41	-42	-27	-32	-26
Syys	-39	-19	-36	-38	-32	-44	-46	-31	-25	-30
Loka	-25	-6	-15	-17	-21	-23	-30	-12	-21	-19
Marras	-16	-6	-15	-13	-14	-19	-40	-22	-17	-13
Joulu	-31	-23	-29	-26	-25	-34	-33	-19	-22	-21
Keskiarvo	**-28**	**-13**	**-26**	**-26**	**-24**	**-34**	**-37**	**-21**	**-26**	**-21**
Ero [a]		-15		-1		10		-17		-5

[a] Ero=anturiparin keskimääräinen pohjaveden korkeusero (cm) maan pinnasta

Kuvasta 61 nähdään esimerkki antureiden mittaamista pohjavedenkorkeuden vaihteluista kasvukauden aikana. Erityisesti sateiden jälkeen pohjaveden taso nousi sekä kuivan (N1_60 m) että märän (S1_60 m) puolen antureilla nopeasti lähelle pintamaata. Märkä ja kuiva puoli vaihtoivat ajoittain myös paikkaa keskenään. Kuivimmillaan lohko oli ennen Salinjoki-hankkeen kaivutöitä, kesäkuun puolivälistä heinäkuun alkuun kestäneellä vähäsateisella ja kuumalla jaksolla. Silloin pohjaveden korkeus oli kuivalla puolella hetkellisesti alimmillaan noin 50 cm maanpinnasta. Myös elokuun lopulla, ennen 24.8.2022 ollutta rankkasadetta, ja syyskuun alkupuolella pohjavesi painui molemmilla antureilla yli 40 cm syvyyteen. Tällä jaksolla valtaojan kaivu oli jo toteutettu. Toisaalta loppukesällä nurmen kasvu hidastuu, joten myös kasvuun otettava vesimäärä vähenee ja pelto ei kuivu samalla tavalla kuin alkukesän voimakkaan kasvun aikaan. Lokakuun alusta marraskuun puoliväliin lohko oli erittäin märkä, ja molemmilla alueilla pohjaveden korkeus maan pinnasta oli keskimäärin vain 13–14 cm. Samansuuntainen sateen vaikutus pohjaveden korkeuteen oli nähtävissä myös muissa antureissa. Kasvuston vedenotto oli suurimmillaan juuri ennen niittoja (30.6. ja 15.8.2022).



Kuva 61. Imuojien väliin sijoitettujen esimerkkiantureiden pohjavedenpinnan korkeus (etäisyys maanpinnasta) 15.6.-31.12.2022. Kuivan (Pohjoinen - N1_60 m) sininen ja eteläisen (Eteläinen - S1_60 m) vihreä käyrä osoittavat pohjaveden korkeuden kuivalla ja märällä puolella (cm). Pylväät osoittavat sademäärän (mm).

Sateiden aiheuttamasta pohjavesikorkeuden vaihtelusta johtuen kaikkien anturiparien -keskimääräiset pohjaveden korkeuden erot kuivan ja märän puolen välillä jäivät pieniksi (5–15 cm) (taulukko 6): Kolmella parilla käsittelyero saatiin aikaan halutun suuntaisena, kuvan 53 esimerkkinä käytetyllä anturiparilla (N1-S1) eroa ei ollut ja parilla N3-S3 käsittelyero oli tavoitteeseen nähden päinvastainen.

Kuivallakin puolella keskimääräinen pohjaveden korkeus oli viljelyn kannalta haastavan korkealla. Tosin kasvihuonekaasujen muodostumisen kannalta 20–30 cm vedenpinnan korkeutta pidetään optimaalisena kompromissina kasvihuonekaasujen vähentämisen ja viljeltävyyden kannalta. Kaikilla mittauspisteillä sateiden vaikutus pohjaveden korkeuteen oli näkyvämpi kuin käsittelyjen vaikutus, vaikkakin keskimäärin märällä puolella veden pinta olikin noin 5 cm lähempänä maan pintaa kuin kuivalla puolella. Sateiden aiheuttaman, suuren pohjaveden korkeuden vaihtelun takia erot anturien välillä eivät todennäköisesti ole tilastollisesti merkitseviä. Tilastollista tarkastelua ei tässä yhteydessä tehty.

Pohjaveden pinnan säätelyä vaikeutti myös maaperän ruosteisuus (kuva 54). Jotta putki ei päässyt kuivumaan eikä ruoste saostumaan ja tukkimaan putkia, imu- ja kokoojaojat oli pidettävä veden alla myös kuivatettavalla puolella. Jotkut lohkon imuojista saattoivat ruosteen takia toimia heikosti.

Keskeisin syy vedenpinnan säätelyn haasteisiin liittyi kuitenkin lohkon ojasyvyyteen nähden liian harvaan ojatiheyteen. Harva ojatiheys (noin 20 m) yhdessä ojaston (jossain määrin) madaltuneen kuivavaran kanssa hidasti veden pääsyä imuojiin ja piti pohjaveden imuojien välissä korkealla.

Kuva 62. Ruostetta säätökaivossa (A) ja ruosteveden purkaus talvipadotuksen jälkeen (B) (Kuva: Nuutinen).

2.10.2 Toimenpidesuosituksia peltojen kasvukunnon parantamiseksi

Pellon kasvukunnon parantaminen ja ylläpito lähtevät aina liikkeelle toimivasta kuivatuksesta ja pellon happamuuden vähentämisestä. Intensiivisen viljelyhistorian vuoksi välitöntä kalkitustarvetta tai akuuttia ravinteiden puutosta ei seuranta-alueella ollut, mutta ojitukset kaipasivat kunnostusta. Viljelytekniikkaa voidaan tarvittaessa myös sopeuttaa kuivatustilaan sopivaksi ja näin oli osin tehtykin. Turvemaiden kestävän käytön edistämiseen on saatavissa rahallista tukea (Ruokavirasto 2023), mutta ilman ojitusten parantamista pohjaveden korottaminen voi sadon hyödyntämisen kannalta olla hyvin haastavaa. Sen sijaan nurmikierron pidentäminen voi olla järkevä vaihtoehto, mikäli nurmi pysyy tiheänä ja satoisena, ja rikkatilanne on hallinnassa.

Vesienhallinta maan kasvukunnon parantajana

Salinjoki-hankkeessa tehty valtaojan perkaus oli kuivatuksen kannalta oikeansuuntainen toimenpide, mutta sen vaikutukset peltojen kasvukuntoon ovat olleet vielä kohtuullisen pieniä. Valtaojan sateen jälkeiset tulvahuiput ovat edelleen teräviä ja nostavat pohjaveden pintaa peltoalueilla. Valuma-alueen metsä- ja suovaltaisilta osilta nopeasti valtaojaan kootut vesimassat todennäköisesti terävöittävät tulvahuippuja edelleen. Näitä tulvahuippuja pitäisi pystyä tasaamaan jo ennen vesimassojen pääsyä valtaojaan sekä myös uoman myöhemmissä kohdissa. Vastaperatut ojat ovat hyvin herkkiä kovien virtausten aiheuttamalle uomaeroosiolle,

kun ojaluiskaa sitovaa kasvustoa on vasta vähän. Sortumariskiä oli jo havaittavissa (kuva 63).

Kuva 63. Valtaojan reunan lohkeamaa Pakkasen lohkon kohdalla (Kuva: Mustonen).

Luonnonvarakeskuksen tutkimuslohkosta nähdään, että pelkkä valtaojan perkaus ei yksin ratkaise kuivatuksen haasteita, vaan myös paikalliskuivatukseen on tehtävä parannuksia. Haasteet tulevat esille erityisesti sadejaksojen jälkeen, jolloin aktiivisella pumppauksellakaan tehtävä kuivatus ei riitä pitämään peltoa kuivana.

Koska ruosteen muodostuminen vielä vuosikymmeniäkin salaojituksen jälkeen näyttää olevan Pihapellolla voimakasta, pitäisi mahdollisessa täydennys- tai uusintaojituksessa ojastojen huuhtelumahdollisuutta helpottaa, mikäli se vain on teknisesti mahdollista.

Keskeisiä syitä paikalliskuivatuksen heikkouteen on salaojituksen ikä. Turvemaat painuvat keskimäärin noin 0,5–1 cm vuodessa (Berglund 1989, Myllys 2008). Näin noin 1–1,2 m syvyyteen kaivettujen salaojien syvyys ehtii madaltua kolmessakymmenessä vuodessa jopa 30 cm. Ojasyvyyden madaltuminen heikentää ojien kykyä koota vettä salaojien väliin jäävältä alueelta, joka näin jää helposti märäksi. Myös pellon korkeuserot ja veden pintavalunta muodostavat pellolle kohtia, joihin kertyy kosteutta enemmän kuin mitä salaoja pystyy vetämään. Käyttöikänsä loppupäätä lähestyvää ojitusta voisi parantaa tekemällä täydennysojia salaojien väliin sekä lisäämällä lohkolle pintavesikaivoja tai sorasilmiä. Myyräojat, jotka ovat putkettomia maahan vedettäviä käytäviä, ovat myös hyvä ja edullinen – vaikkakin lyhytaikainen – keino johtaa vesiä pois pellolta. Uusintaojitus voi olla tarpeen tilanteissa, joissa imuojia on ruosteen vuoksi kokonaan tukkeutunut tai kun ojasyvyys ja ojaväli ovat yksinkertaisesti riittämättömät kuivattamaan peltoa riittävästi.

Viljelytoimien toteuttamisen kannalta turvallinen pellon kuivavara tulisi olla noin 50 cm, jotta äkilliset sateet eivät muodostaisi lammikoita pellon pintaan. Tähän ei kuivallakaan puolella päästy. Toisaalta turpeen hajoamisen vähentämiseksi veden pintaa tulisi pystyä nostamaan aina 30 cm:iin asti, näin myös turpeen hajoamista saataisiin vähennettyä ja ojitusten kestoikää jatkettua. Pienemmällä, 30 cm kuivavaralla

pohjaveden pinta pyrki voimakkaiden sateiden jälkeen hyvin lähelle pintaa. Lisäksi pintavalunta kertyi pellon painanteisiin avolammikoiksi.

Toinen ojatiheyden lisäämiseen vaikuttava seikka on turpeen hajoamisaste. Pitkälle hajonneen turpeen huokoskoko on pieni ja veden liikkuvuus huokosissa hidasta. Siksi maatunut turvemaa edellyttää tiheämpää ojaväliä.

Mikäli lohkoilla tehtäisiin täydennysojitusta, tulisi siihen yhdistää myös pellon pinnan muotoilu tarkkuuslanalla. Ennen tarkkuuslanausta kunnostetulla lohkolla tulisi viljellä muutama vuosi yksivuotisia kasveja, sillä tehdyn täydennysojituksen ja siirrettyjen maiden on annettava painua useampia vuosia ennen lopullista tarkkuuslanausta.

Peltoaluetta ympäröivät piiriojat saattavat myös kuormittua metsistä ja soilta tulevista vesistä, jolloin vettä pääsee karkaamaan peltoalueelle. Erityisesti rinteissä yläpuoliselta alueelta tulevat vedet voivat alittaa piiriojan ja päätyä suoraan pellolle. Lisäksi vesakkoa olisi hyvä poistaa piiriojista. Ulkopuolisten vesien tuoma sakka tulisi myös poistaa piiriojista säännöllisesti erityisesti, jos peltoalueen ojastojen laskuaukot on sijoitettu samaan ojaan.

Aina salaojituksen korjaus tai uusiminen ei ole mahdollista tai taloudellisesti järkevää. Silloin lohkon palauttaminen avo-ojiin voi olla kustannustehokkain ratkaisu. Avo-ojitetuilla lohkoilla pelkkä ojien perkaus ja pinnan muotoilu kuperaksi voi parantaa kuivatusta ja kasvien kasvuoloja. Myös sala- ja sarkaojien yhdistelmä eli niin kutsuttu suursarka voi olla toimiva ratkaisu.

Kuivatuksen ollessa kunnossa kevennetty muokkaus voi riittää kunnollisen kasvualustan saavuttamiseen. Samalla säästyy työtä ja energiaa. Lisäksi muokkausta minimoimalla rehuntuotannon ilmastovaikutuksia voidaan mahdollisesti pienentää. Kevennettyä muokkausta on kuitenkin tutkittu enemmän kivennäismailla. Turvemaalla viljellyillä nurmilla, pohjoisissa oloissa tutkimuksia ei sen sijaan ole juurikaan tehty. Muokkausta vähentävien viljelytekniikoiden vaikutusta ympäristöön, satotasoon ja maan kasvukuntoon tulisi tutkia nykyistä monipuolisemmin.

Viljelytekniset keinot turvemaiden kasvukunnon parantajina

Paikalliskuivatuksen heikkouksia voi lievittää myös viljelyteknisin keinoin. Seuraavassa tähän raporttiin on poimittu myös sellaisia muista kokeista ja käytännön viljelystä peräisin olevia suosituksia ja kokemuksia, jotka soveltuvat turvepeltojen kasvukunnon parantamiskeinoiksi hankkeen seurantalohkoilla sekä laajemminkin.

Kasvivalinnat ja pyrkiminen pitkäikäiseen ja juuristoltaan laajaan nurmeen voivat auttaa viljelytoimien toteuttamista niin avo- kuin salaojitetuilla lohkoilla. Monipuoliset nurmiseokset ovat suositeltavia lohkoilla, joissa turvekerroksen paksuus ja kosteusolot vaihtelevat paljon. Timotei kannattaa kuitenkin säilyttää turvelohkojen valtakasvina, sillä sen abioottisen stressin ja pitkän talven sieto ovat parhaat. Myös nurminata selviää ankarissa oloissa. Lisäksi ruokonata ja puna-apila olisivat tehokkaita tiivistymien vähentämisessä, mikäli ne vain talvehtivat ja selviävät kilpailusta heinien kanssa. Raiheiniä kannattaa käyttää maltillisesti ja lähinnä vain silloin, kun nurmea perustettaessa ei käytetä suojakasvia, sillä raiheinien syyskasvu voi tukahduttaa monivuotiset heinät alleen samaan tapaan kuin rikkakasvit tekevät.

Rikkakasvitilannetta kannattaa nurmen perustamisen yhteydessä tarkkailla ja ruiskutukset tehdä heti olosuhteiden salliessa. Tietyissä tapauksissa myös puhdistusniittoa rikkakasvien kukkiessa voidaan käyttää.

Kaikkein vaikeimmin viljeltävillä lohkoilla viljelyn intensiteettiä voidaan laskea ja pyrkiä tuottamaan vain yksi rehusato umpilehmille ja hiehoille tai talvirehua emolehmille. Myös ruokohelven tuotanto kuivikkeeksi voi joillakin tiloilla olla järkevä vaihtoehto, sillä se kestää korkeaa pohjavettä varsin hyvin (Zhang 2013).

Hyvät nurmisadot kuluttavat runsaasti ravinteita. Alueen lohkot olivat viljavuustutkimuksen mukaan yllättävän viljavia. Toisaalta turpeen kyky pidättää ravinteita on hienoja kivennäismaita heikompi. Turvemaiden nurmiviljelyssä erityisesti kaliumin riittävyyteen joudutaan jatkuvasti kiinnittämään huomiota. Biotiitin käyttö kalkitukseen, silloin kun pH on jo tyydyttävällä tasolla, parantaa kaliumreservejä ja tuo kaliumia käyttökelpoiseen muotoon pidättävää mineraaliainesta peltoon. Vuosittainen kaliumlannoitus joko karjanlannassa tai väkilannoitteena on kuitenkin usein välttämätöntä. Myös fosforitilannetta kannattaa seurata, sillä kuten kalium, myös fosfori huuhtoutuu eloperäisien maiden kyntökerroksesta herkästi salaojiin. Toisaalta fosfori voi ohutturpeisilla mailla pidättyä pohjamaan rauta- ja alumiiniyhdisteisiin jo ennen päätymistään salaojiin. Huuhtoutumisriskin vuoksi fosforia kannattaa antaa mieluiten suositusten mukaan kevätlannoituksessa kuin suurina kerta-annoksina nurmen perustamisen yhteydessä. Hivenravinteet kannattaa tutkituttaa aika ajoin, ja erityistä huomiota kannattaa antaa kuparille ja boorille, joiden pitoisuudet ovat turpeessa usein luonnostaan matalat. Lisäksi hivenravinteet voivat päätyä voimakkaan kalkituksen yhteydessä vaikealiukoiseen muotoon (Heinonen, 1961).

Pellon fysikaalisen viljavuuden ylläpidossa tiivistymien ennaltaehkäisy kuivatusta parantamalla ja toisaalta tiivistymien poistaminen ovat tärkeitä positiivisen viljavuuskierteen aikaansaamiseksi. Tiivistymien poistamisessa kyntö on edelleen tehokas keino pintamaassa. Pakkasen lohkolla näin tehtiinkin. Pohjamaan tiivistymiä on vaikea poistaa. Erityisesti nurmen perustamisvuonna ja sitä seuraavana vuonna märällä pellolla liikkumista kannattaa viimeiseen asti välttää. Mikäli kaikesta huolimatta pellolle joudutaan menemään, kannattaa käyttää paripyöriä ja matalaa 0,5–1 baarin rengaspainetta ja sadonkorjuun aikana puolittaa kuormakoko.

Turvemaat osana kestävää rehuntuotantoa

Eloperäiset maat ovat tärkeitä sään ääri-ilmiöiden mukanaan tuoman kuivuuden aiheuttamien satoriskien pienentäjinä. Erityisesti karjatilat, jotka eivät voi tuoda karkearehua kaukaa, tarvitsevat eloperäisiä maita rehuntuotannon varmistamiseen. Hyvillä viljelykäytännöillä nurmet ovat pitkäikäisiä, ja yksivuotisiin kasveihin verrattuna vähentävät maaperän kasvihuonekaasupäästöjä.

Turpeen hajoamisesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat merkittävin ruuantuotannon päästölähde Suomessa. Turpeen kyntö ja muokkaus edistävät turpeen hajoamista. Siksi tukijärjestelmällä pyritään yksivuotisen kasvien viljelyn sijaan edistämään nurmien käyttöä turvemailla. Ohjelmakaudella 2023–2027 turvepellolle voi hakea 100 €/ha tuen, jonka tavoitteena on pitää lohko muokkaamattomana nurmena koko sitoumuskauden. Sitoumuslohkolta on korjattava

sato, mutta toisaalta sen saa lannoittaa. Kasvinsuojeluaineita ei saa käyttää. Lisäksi säätösalaojitetuille lohkoille voi hakea 77 €/ha tuen pohjaveden pinnan nostoon (Ruokavirasto 2023).

Tässä hankkeessa havaittiin, että turvemaiden pohjaveden pintaa on vanhoilla salaojituksilla vaikea säädellä pelkillä säätökaivoilla, vaikka valtaojien vetokykyä parannettaisiin. Hyvä peltojen vesitalouden hallinta edellyttääkin hyvän paikalliskuivatuksen lisäksi kokonaisvaltaisia toimia koko valuma-alueen vesienhallintaan.

2.11 Peltoalueen linnusto ja pölyttäjät

Inka Nykänen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Lintu- ja pölyttäjälaskennan ensimmäisenä tavoitteena oli selvittää luonnon monimuotoisuuden nykytilaa Salinjoen uoman varrella. Uomaan tehtävistä kunnostustoimista etenkin kaksitasouomilla on potentiaalia vaikuttaa myönteisesti luonnon monimuotoisuuteen. Monimuotoisuuden mittariksi valittiin linnut ja pölyttäjähyönteiset, sillä niiden havainnointi on suhteellisen helppoa, ja ne myös indikoivat hyvin elinympäristöjen tilaa ja monimuotoisuutta. Laskennat tehtiin ennen kunnostustoimien toteuttamista. Kun nykytila on tiedossa, uoman kunnostuksen aiheuttamien muutosten seuraaminen on mahdollista myöhemmissä hankkeissa tai vapaaehtoisvoimin. Hanke ei ole luonteeltaan sellainen, että varsinaista luontoselvitystä tai luontovaikutusten arviointia tarvittaisiin.

Toisena tavoitteena oli luoda toteuttamiskelpoinen malli, jolla uoman kunnostustoimien ja erityisesti kaksitasouoman vaikutuksia pölyttäjiin ja linnustoon voisi seurata tulevaisuudessa vastaavanlaisissa hankkeissa. Vaikutukset monimuotoisuuteen alkavat näkyä vasta, kun ympäristön luontotyypit ovat mukautuneet kunnostustoimissa muuttuneisiin olosuhteisiin. Tuossa vaiheessa kunnostustoimet mahdollistava rahoitus on jo päättynyt, joten monimuotoisuusseuranta pitäisi saada toteutumaan vapaaehtoisvoimin. Menetelmät valittiinkin painottaen helppoutta, jotta kynnys seurannan tekemiseen olisi mahdollisimman matala.

2.11.1 Linnusto- ja pölyttäjälaskennat

Linnustolaskentamenetelmän valinta ja kuvaus

Alueella ei ole muuttolintujen levähdysaluetta, joten laskennassa keskityttiin pesimälinnustoon. Laskenta-alueella ei ollut vesistöä, vaan tarvittiin maalinnuille käytettävä menetelmä. Menetelmäksi valikoitui pistelaskenta. Sen avulla saa hyvin tietoa alueen linnustosta sekä linnuston muutoksista. Menetelmä mahdollistaa myös eri lajien tiheyksien tutkimisen. Linjalaskentaa käyttäen eri laskijoiden tuloksia voisi vertailla, mutta se on kuitenkin pistelaskentaa huomattavasti työläämpi menetelmä. Kartoituslaskenta olisi paras ja varsinaisissa luontoselvityksissä käytetty menetelmä (suurilla alueilla linjalaskenta). Se kuitenkin vaatii viisi laskentakertaa ja koko alueen läpikäymisen. Se on siis erittäin työläs ja tässä tapauksessa epätarkoituksenmukainen. Pistelaskenta on helppo ja ajankäytöllisesti kevyt toteuttaa, eikä se vaadi aikaisempaa kokemusta lintulaskennoista.

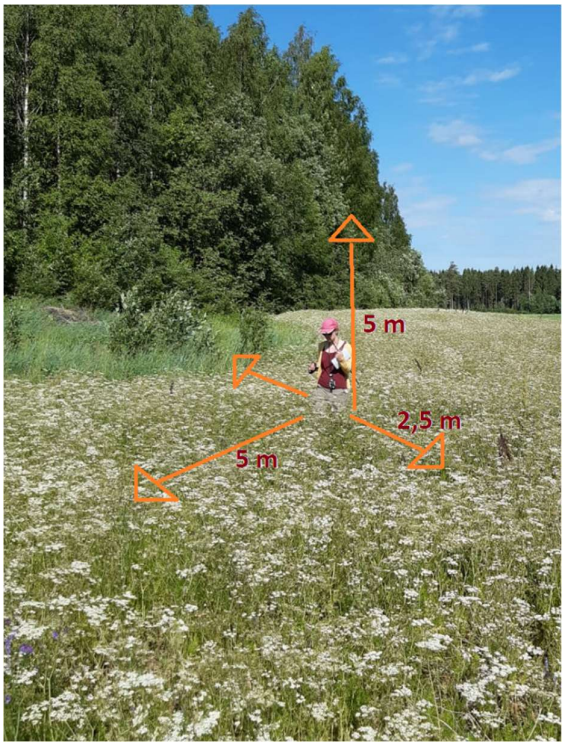
Pistelaskennassa noudatettiin Luonnontieteellisen keskusmuseon Luomuksen ohjeita, jotka löytyvät osoitteesta https://www.luomus.fi/fi/pistelaskenta-ohjeet. Menetelmä sopii maalinnuille mukaan lukien rantakanat (paitsi nokikana) ja kahlaajat. Vesilinnuille on käytettävä muunlaista menetelmää, mutta vesi- ja lokkilintujen havainnot voi halutessaan ilmoittaa myös. Pistelaskennan yhteydessä voi ilmoittaa myös nisäkäshavainnot. Yleisohje on, että pistelaskennassa muodostetaan 20 pisteen laskentareitti. Sama reitti kierretään vuosittain samassa järjestyksessä ja samaan aikaan (+/- 7 vrk) kevään etenemisestä riippuen. Jokaisella laskentakerralla linnut lasketaan täsmälleen samoissa pisteissä.

Laskenta-aika on touko-kesäkuu. Laskenta tehdään parhaaseen lauluaikaan klo 4 ja 9 välillä. Koko reitti pitää ehtiä laskea ennen parhaan lauluajan päättymistä. Sään pitää olla tyyni ja poutainen. Laskijan tai laskijoiden tulee olla joka kerralla samat. Laskijalla on oltava hyvät lajintunnistustaidot ja lintujen äänten pitäisi olla tuttuja mukaan lukien kutsu- ja varoitusäänet. Laskettavana yksikkönä on lintupari, joksi tulkitaan: nähty tai kuultu koiras, pari, yksinäinen naaras, poikue tai pesä. Myös aikaisten pesijöiden (käpylinnut, kottarainen, varpunen, varis, vihervarpunen) poikueparvet tulkitaan pareiksi.

Laskennan havainnot kannattaa tallentaa Suomen Lajitietokeskuksen https://laji.fi/ -sivuston kautta ja Luomuksen ohjeita noudattaen. Laji.fi -sivustolle rekisteröidytään ja oman pistelaskentareitin saa näkyviin lähettämällä uuden reitin pisteiden koordinaatit sähköpostitse ylläpitäjille. Myöhempinä vuosina reitti on jo valmiiksi näkyvissä ja uudet laskentatulokset voi ilmoittaa kirjautumalla sisään. Koska laskijan tulee olla tässä menetelmässä joka kerralla sama, vain reitin omistaja pääsee lisäämään havaintoja. Omia havaintoja voi myös tarkastella ja muokata tarvittaessa jälkikäteen. Maalintujen pistelaskenta tuottaa arvokasta aineistoa myös tutkimuksen käyttöön, joten havaintojen ilmoittaminen on arvokasta työtä myös tieteen hyväksi.

Pölyttäjälaskentamenetelmän valinta ja kuvaus

Pölyttäjälaskennassa sovellettiin linjalaskentaa, jota käytetään myös muun muassa Pölyhyöty-hankkeen kimalaisseurannassa ja maatalousympäristön päiväperhosseurannassa. Pölyhyöty-hankkeen (https://www.syke.fi/hankkeet/polyhyoty) sekä maatalousympäristön päiväperhosseurannan (https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/lajien-monimuotoisuus/lajien-seuranta/paivaperhosseuranta) sivustoilta löytyy hyvät ohjeet laskennan tekemiseen sekä reitin luomiseen. Linjalaskennassa luodaan halutun mittainen helppokulkuinen reitti (yleensä 500–1000 m), joka jaetaan 5–10 lohkoon. Lohkojen ei tarvitse olla keskenään saman mittaisia. Tärkeää on kuitenkin, että lohkojen sisällä on vain yhtä maastotyyppiä (metsää, pellonreunaa, ojanvartta peltojen keskellä jne.) Reitti lasketaan vähintään kerran kuukaudessa touko-elokuun välisenä aikana. Mieluummin kuitenkin useammin. Laskennassa reitti kuljetaan rauhallisesti läpi ja samalla kirjataan lomakkeelle ylös havaitut pölyttäjät. Havainnot tehdään 5x5x5 metrin kuution sisäpuolelta. Laskenta-alueen ulkopuolelta havaitut lajit voi halutessaan merkitä erikseen. Kuva 64 havainnollistaa laskenta-alueen periaatteen. Havainnot tehdään kävelyn aikana, mutta kulku luonnollisesti hidastuu tai pysähtyy lajinmäärityksen ajaksi. Laskentalinjalta saa poistua tarkistamaan laskenta-alueelta poistuneen yksilön.



Kuva 64. Havainnot tehdään 5x5x5 metrin kuution sisäpuolelta samalla kun rauhallisesti kävellään laskentareitti läpi.

Laskenta tehdään keskellä päivää klo 10–17 välillä ja sään tulee olla lämmin, aurinkoinen ja riittävän tyyni, jotta pölyttäjät ovat liikkeellä. Edellä mainituista ohjeista voi tarkistaa tarkemmin, millainen sää laskentaan soveltuu. Mikäli halutaan saada edustava kuva myös perhosista, kannattaa noudattaa päiväperhoslaskennan ohjeita. Kimalaiset liikkuvat viileämmälläkin säällä.

Pölyttäjähavainnot kirjattiin ylös Pölyhyöty-hankkeessa luodulle linjalaskentalomakkeelle Kimalaisen linjalaskentalomake (pdf) (kuva 65). Menetelmästä haluttiin mahdollisimman helppo toteuttaa myös vähäisillä lajintunnistustaidoilla. Tämän vuoksi havaitut pölyttäjät päätettiin merkitä ylös hyvin karkeaa jaottelua käyttäen ja lomakkeen tyhjille riveille lisättiin kukkakärpäset yhtenä ryhmänä ja päiväperhoset toisena ryhmänä. Lomakkeessa on valmiina erakkomehiläiset omana ryhmänään. Kimalaiset on mahdollista kohtuullisen helposti opetella tunnistamaan lajiryhmätasolle asti, joten ne päätetiin merkitä ylös lajiryhmittäin. Lajitasolle olisi hyvä opetella kuitenkin tunnistamaan tarhamehiläiset, sillä niiden esiintyminen kertoo mehiläistarhan ja hyvän mesilaitumen läheisyydestä, kun taas muiden mehiläisten (erakkomehiläisten) läsnäolo indikoi monimuotoisuutta.

Hyvät ohjeet kimalaisten tunnistukseen löytyy näiden linkkien kautta: Kimalaisen rakenne (pdf) ja Kimalaisen tunnistusohjeet (pdf).

Kimalaisten linjalaskentalomake Laskija: _____ Pvm: _____

Kunta+paikka: _____ Linjan ID: _____ 2021

Aloitusaika: _____ Lämpö alussa: _____ Pilvisyys alussa (0-8): _____ Tuulisuus alussa (0-6): ____

Lopetusaika: _____ lopettaessa: _____ lopettaessa: _____ lopettaessa: ____

Laji tai lajiryhmä	Laskentalohko 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Havaittu lähistöllä
Kimalaisia (yleensä)											
Tarhamehiläisiä (*Apis mellifera*)											
Erakkomehiläisiä											
Mantukimalaisen kaltaiset (*mantu/soro/kontu/kangas/iso*)											
Tarhakimalaisen kaltaiset (*tarha/kanerva/uralin/maa*)											
Loiskimalaisryhmä (*bohemicus/sylvestris/norvegicus/flavidus/rupestris*)											
Kivikkokimalaisen kaltaiset (*kivikko/musta/pensas*)											
Kartanokimalaisen kaltaiset (*kartano- tai korpikimalainen*)											
Peltokimalaisen kaltaiset (*pelto/kaakon/juhannus/sammal*)											
Hevoskimalaisen kaltaiset (*hevos/kirjo/keto*)											
Peltokimalainen (*B. pascuorum*)											
Kivikkokimalainen (*B. lapidarius*)											
Pensaskimalainen (*B. pratorum*)											
Kartanokimalainen (*B. hypnorum*)											
Mantukimalainen (*B. lucorum*)											
Tarhakimalainen (*B. hortorum*)											

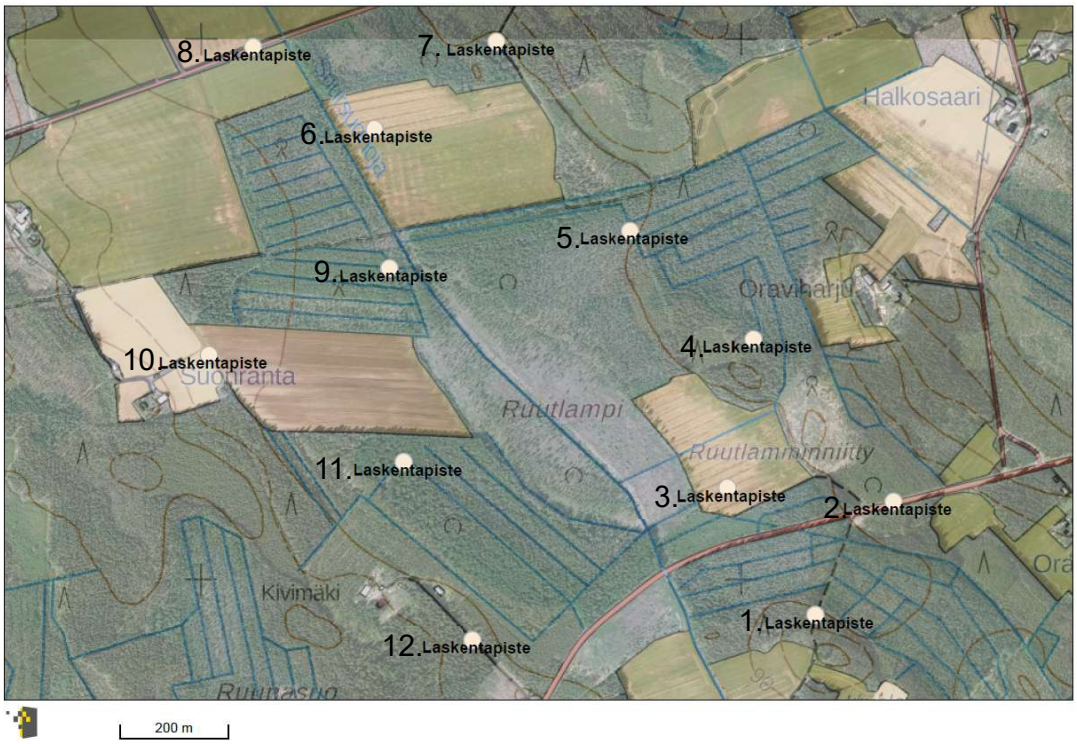
Kuva 65. Pölyttäjien linjalaskennassa voi käyttää apuna vaikkapa tätä Pölyhyöty -hankkeessa tehtyä lomaketta.

Laskentareittien luominen

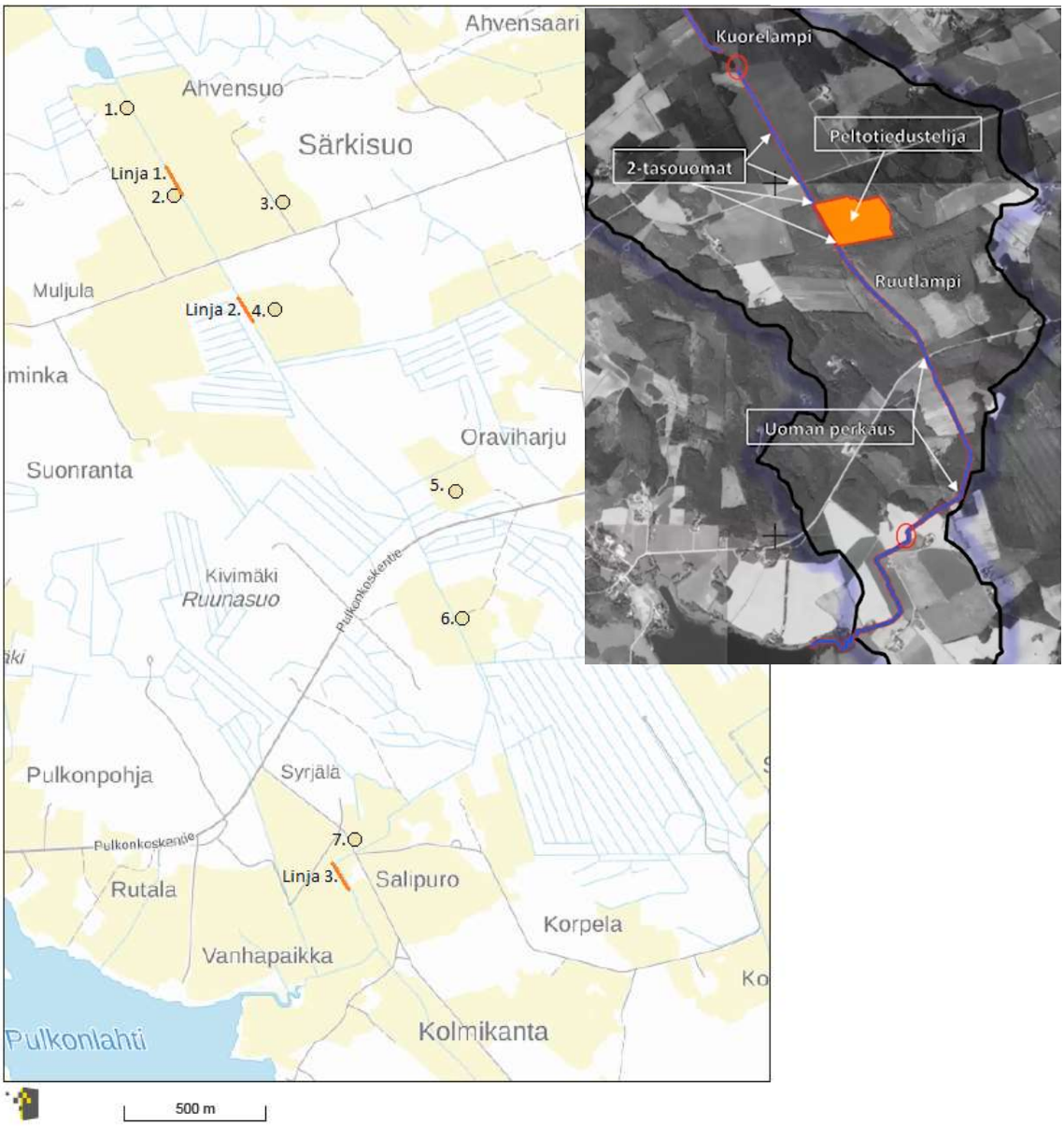
Pistelaskentareitin saa suunnitella ja sijoittaa itse. Vaatimuksena on, että pistelaskentareitille sijoitettavien pisteiden tulee olla metsässä vähintään 250 m etäisyydellä toisistaan ja avoimessa maastossa 350 m etäisyydellä. Lisäksi pisteen ympärillä tulee olla samaa maastotyyppiä vähintään 50 m säteellä. Tämän hankkeen puitteissa alueella tehtiin maalintujen pistelaskenta myös keväällä 2021. Silloin keskityttiin Ruutlammin alueelle kaavaillun kosteikon ympäristöön ja pisteet sijoittuivat pääosin metsäympäristöihin (kuva 66). Tällä kertaa lintulaskennassa keskityttiin pelkästään peltoalueisiin. Pisteet sijoitettiin siten, että ne kattavat uomaa reunustavasta maatalousvaltaisesta alueesta edustavan osan. Laskentapisteitä tuli 7 kpl. Jos uudet pisteet ja edellisenä vuonna luodut pisteet yhdistää, laskentapisteitä on reitillä yhteensä 17 kpl. Reittien yhdistäminen on järkevää, mikäli pistelaskentaa

tehdään tulevina vuosina. Yhdistettynäkin reitti on vielä laskettavissa lintujen aktiivisen ajan puitteissa, mikäli siirtymässä käyttää apuna autoa.

Maalintujen laskentapisteet sijoitettiin kartalle https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/ -palvelussa. Ilmaisen rekisteröitymisen kautta palvelussa on mahdollista luoda oma kohde esimerkiksi ”piirrä piste” -toiminnon avulla. Paikkatietoikkunan työkalujen avulla on helppo tarkistaa pisteiden etäisyys toisistaan, ottaa ylös koordinaatit ja mitata reitin kokonaispituus. Pölyttäjälaskennan laskentalinjat sijoitettiin kartalle niin ikään paikkatietoikkuna -palvelussa. pölyttäjälaskentalinjoja tehtiin kolme: kaksi tulevan kaksitasouoman kohdalle ja yksi alueelle, jossa uomaa ei kunnosteta. Kuvassa 67 näkyy, miten laskentapisteet ja -linjat sijoittuvat alueelle.



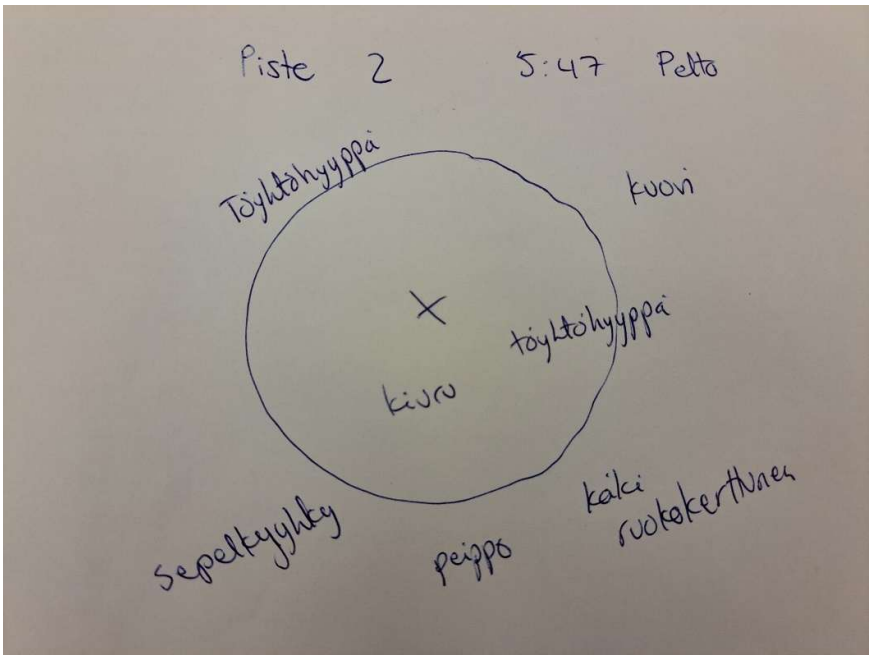
Kuva 66. Kevään 2021 maalintujen laskentareitti. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML)



Kuva 67. Isommassa kuvassa laskentapisteet ja -linjat kartalla. Pienemmästä kuvasta näkyy, minne kunnostustoimenpiteet kohdistuvat. Huomaa, että kaksi laskentapisteistä (4. ja 5.) on samoja kuin keväällä 2021. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Ruokavirasto)

Laskenta maastossa

Lintulaskenta tehtiin 6.6.2022. Havainnointi aloitettiin klo 5 aamulla ja se päätettiin noin klo 8. Sää oli laskennalle sopiva: melko tyyni ja poutainen. Laskentapisteille saavuttiin hiljaa lintuja häiritsemättä ja lintuja havainnoitiin Luomuksen ohjeiden mukaisesti tasan 5 minuuttia jokaisella pisteellä. Jokaisella pisteellä kirjattiin ylös maastotyyppi, aloitusaika sekä lajit 50 m laskenta-alueen sisä- ja ulkopuolelta erikseen (Kuva 68).



Kuva 68. Esimerkki maastoon soveltuvasta havaintojen kirjaamistyylistä.

Pölyttäjien linjalaskentapäivä oli 11.7.2022 klo 10–13. Sää oli kaikille pölyttäjille sopiva: puolipilvinen, mutta riittävän lämmin ja tyyni. Myös perhoset voitiin siis havainnoida. Pölyttäjien lisäksi kirjattiin ylös havaintoja kasvillisuudesta.

Tulokset

Kasvillisuus

Kaikki laskentareitit ja pisteet sijoittuivat peltomaastoon. Maalintujen laskentareitti pisteineen sijoittuu suurimmaksi osaksi reheville turvemaille (saraturve) (Paikkatietoikkuna: Maaperä 1:20 000). Kaksi pistettä (6. ja 7.) sijaitsevat savimaalla. Pölyttäjien laskentalinjoista 1. ja 2. ovat rehevällä turvemaalla ja kolmas savimaalla. Turvemaiden kasvilajisto ilmentää ravinteisuutta ja maaperän kosteutta. Suurruohot, kuten nokkonen, mesiangervo ja ohdakkeet sekä kosteiden niittyjen heinät olivat yleisiä turvemaiden pientareilla (kuva 69). Lähempänä uomaa kasvoi kapealti rantavyöhykkeen kasveja kuten sarakasveja ja uomassa paikoin runsaastikin suovehkaa. Savimailla kasvilajistossa oli lisäksi paikoin runsaasti pienruohoja kuten niittynätkelmää, peltosauniota, apiloita ja hiirenvirnaa (kuva 70). Myös ranta-alpia ja huopaohdaketta löytyi. Varsinaisia rantavyöhykkeen kasveja ei kivennäismaiden kohteissa juuri ollut ja vehkaakin enää hyvin vähän.

Uoman varrelta sekä maisematasolta löytyi perhosten toukille soveltuvia ravintokasveja kuten nokkosta, niittynätkelmää ja hiirenvirnaa (kuva 71). Monin paikoin valtakasvina runsaasti kukkiva mesiangervo tarjoaa pölyttäjille vain siitepölyä, mutta myös hyviä mesikasveja kuten pajua, voikukkaa, apiloita, vadelmaa ja ohdakkeita kasvoi pientareilla (kuva 72). Pajukot reunustivat laskentalinjan 2. reunaa koko matkalta ja muillakin alueilla pajua löytyi yksittäisinä pensaina sieltä täältä.

Kuva 69. Heinäkuista kasvillisuutta pölyttäjälaskentalinjan 1. varrelta uoman viereltä. Mesiangervo, nokkonen ja kostean niityn kookkaat heinäkasvit valtalajeina. Kuvat: Sanna Antikainen.

Kuva 70. Heinäkuista kasvillisuutta pölyttäjälaskentalinjan 3. varrelta uoman viereltä. Mesiangervoa ja juolavehnää on runsaasti, mutta myös peltosauniota, hiirenvirnaa ja muita pienruohoja on paikoin kiitettävästi. Nurmikasvustossa vallitsevana rikkana voikukka. Kuvat: Sanna Antikainen

Kuva 71. Kasvillisuudesta löytyi perhostoukille sopivia ravintokasveja. Vasemmalla niittynätkelmä ja oikealla nokkonen. Kuvat: Sanna Antikainen

Kuva 72. Mesiangervo (vasemmalla) tarjoaa nimestään huolimatta pölyttäjille vain siitepölyä. Huopaohdake (oikealla) sen sijaan on hyvä mesikasvi. Kuvat: Sanna Antikainen

Alueen linnusto

Lajeja havaittiin yhteensä 25. Laskenta-alueen sisäpuolella havaittiin yhteensä 8 lajia ja 16 lintuparia ja ulkopuolella 21 lajia ja 48 paria (taulukko 7). Avoimessa maastossa äänet kuuluvat kauas ja havaintoja tulee paljon laskenta-alueen ulkopuolelta. Näissä tuloksissa tarkastellaan erityisesti niitä lajeista, jotka pesivät tai ruokailevat peltoalueella tai suosivat kulttuurivaikutuksen alaisia reunametsiä. Tällaisista lajeista eniten havaintoja tuli viherpeiposta, räkättirastaasta ja töyhtöhyypästä. Myös kiuruja ja ruokokerttusia havaittiin useampi pari. Maininnan arvoisia ovat myös kaksi kuoviparia sekä pensastaskupari.

Silmälläpidettäviä lajeja havaittiin neljä: kiuru, ruokokerttunen, kuovi ja närhi, joista kuovi on myös maailmanlaajuisesti silmälläpidettävä laji. Laskennassa havaittu pensastasku on Suomessa vaarantunut laji ja viherpeippo puolestaan erittäin uhanalainen. Näistä lajeista kiurun, kuovin ja pensastaskun taantumisen syynä on etenkin peltomaiden muutokset. Ruokokerttusen vähentyminen todennäköisesti johtuu Suomen ulkopuolella tapahtuneista muutoksista. Ruokokerttusista yksi pari oli Kuorelammen rannalla, mutta loput kaksi havaittiin hieman epätyypillisemmin eri puolilta Suursuon peltoalueen ojanvarsia. Pensastaskuhavainto tuli pisteeltä, jolla viime keväänä havaittiin punavarpunen ja tälläkin kertaa punavarpunen kuultiin paikalla, joskin laskenta-ajan ulkopuolella. Punavarpunen on myös silmälläpidettävä laji. Näiden lajien esiintyminen alueella on erittäin positiivinen asia

Alueen pölyttäjähyönteiset

Kukkakärpäset olivat laskennan selkeästi runsain ryhmä kahdella kolmesta linjasta ja kolmannellakin linjalla kukkakärpäsiä oli yhtä paljon kuin kimalaisia yhteensä. Perhoset olivat toiseksi yleisin pölyttäjäryhmä muilla paitsi linjalla yksi. Kimalaisten lisäksi laskennassa ei havaittu muita mesipistiäisiä (tarhamehiläisiä tai erakkomehiläisiä). Mantukimalaisten kaltaiset olivat kimalaisten yleisin lajiryhmä (kuva 73). Kaksi kolmasosaa kaikista kimalaishavainnoista kuului mantukimalaisryhmään.

Taulukko 7. Pistelaskennassa havaitut lajit ja niiden parimäärä.

Laji	Sisällä	Ulkona	yhteensä	Suomen parimäärä	Status
Peippo	2	7	9	5–7 milj.	
Käki	0	7	7	100 000–200 000	
Metsäkirvinen	0	5	5	1,3–1,7 milj.	
Pajulintu	0	5	5	7–11 milj.	
Viherpeippo	4	0	4	170 000–400 000	Erittäin uhanalainen
Räkättirastas	2	2	4	1–2 milj.	
Töyhtöhyyppä	2	2	4	70 000–120 000	
Kiuru	3	0	3	250 000–400 000	Silmälläpidettävä
Sepelkyyhky	1	2	3	300 000	
Ruokokerttunen	0	3	3	200 000–400 000	Silmälläpidettävä
Keltasirkku	1	1	2	0,8–1,2 milj.	
Kuovi	0	2	2	80 000	Silmälläpidettävä
Laulurastas	0	2	2	0,8–1,4 milj.	
Punakylkirastas	0	2	2	1,5–2,5 milj.	
Pikkuvarpunen	1	0	1	140 000–200 000	
Kaulushaikara	0	1	1	1 000–1 500	
Käpytikka	0	1	1	300 000–700 000	
Leppälintu	0	1	1	500 000–800 000	
Närhi	0	1	1	120 000–160 000	Silmälläpidettävä
Pensastasku	0	1	1	200 000–300 000	Vaarantunut
Talitiainen	0	1	1	1,5–2 milj.	
Tiltaltti	0	1	1	250 000–300 000	
Vihervarpunen	0	1	1	0,7–2 milj.	

Kuva 73. Kimalaisten runsain ryhmä oli mantukimalaisen kaltaiset. Kuvat: Sanna Antikainen

Taulukko 8. Linjan 1 laskentatulokset

Linja	Laji tai lajiryhmä	Yksilömäärä
1	Kimalainen määrittämätön	1
1	Mantukimalaisen kaltaiset (mantu-, soro-, kontu-, kangas- tai isokimalainen)	17
1	Tarhakimalaisen kaltaiset (tarha-, uralin-, kanerva-, tai maakimalainen)	1
1	Kukkakärpäset	19
1	Perhoset	10

Kimalaisia oli eniten linjalla yksi (taulukko 8). Kyseisellä laskentalinjalla kasvillisuuden vallitseva kukkija on mesiangervo, josta mesipistiäiset saavat pelkästään mm. toukkien proteiininlähteeksi tarvittavaa siitepölyä. Energianlähteeksi tarvittavan meden lähteitä linjalla oli kukassa niukemmin. Perhoset eivät ole kiinnostuneita siitepölystä, joten perhosia alueelle vetää ennen kaikkea runsas nokkoskasvusto. Laskentalinjan varrella näkyikin paljon neito- ja nokkosperhosen toukkaryhmiä sekä muutamia aikuisia nokkosperhosia (kuva 74).

Kuva 74. Muun muassa nokkosperhoselle (vasen kuva) soveltuvaa ravintokasvia nokkosta kasvoi pientareella runsaasti.

Taulukko 9. Linjan 2 laskentatulokset.

Linja	Laji tai lajiryhmä	Yksilömäärä
2	Kimalainen määrittämätön	1
2	Kartanokimalaisen kaltaiset (kartano- ja korpikimalainen)	1
2	Kukkakärpäset	15
2	Perhoset	9

Vähiten pölyttäjähyönteisiä oli linjalla 2 (Taulukko 9, kuva 75). Kasvillisuudessa olisi ollut kirjopillikkeissä ja kyläkarhiaisessa mettä tarjolla. Pillikettä oli kuitenkin kukassa runsaasti muuallakin peltolohkolla, joten ainakin mesipistiäiset olivat mahdollisesti levittäytyneinä laajemmin maastoon. Muilla laskentalinjoilla viereisellä peltolohkolla ei ollut tarjolla ravintoa.

Kuva 75. Kuvaa laskentalinjalta 2.

Taulukko 10. Linja 3 laskentatulokset.

Linja	Laji tai lajiryhmä	Yksilömäärä
3	Kimalainen määrittämätön	3
3	Mantukimalaisen kaltaiset (mantu-, soro-, kontu-, kangas- tai isokimalainen)	3
3	Kivikkokimalaisen kaltaiset	2
3	Hevoskimalaisen kaltaiset	1
3	Kukkakärpäset	49
3	Perhoset	20

Pölyttäjähyönteis- sekä kasvilajistoltaan monipuolisin laskentalinja oli linja 3 (taulukko 10). Vaikka kimalaisia oli yksilömäärässä mitattuna selkeästi vähemmän kuin ensimmäisellä linjalla, niitä havaittiin useammasta ryhmästä. Myös kukkakärpäsiä oli runsaan yksilömäärän lisäksi myös monipuolisesti paljon erityyppisiä lajeja. Kukkakärpäslajeja on Suomessakin useita satoja, ja ekologisesti lajit eroavat toisistaan ennen kaikkea toukkaravinnon suhteen. Monella lajilla toukat syövät hajoavaa orgaanista ainesta (esimerkiksi seisovassa vedessä) tai saalistavat kirvoja. Joukossa on myös erikoisempia lajeja, kuten linjalla 3 havaittu ampiaisvieras (*Volucella pellucens*), jonka toukka elää ampiaispesän pohjalle tippuvia jätteitä syöden (kuva 76).

Kuva 76. Kukkakärpäset ovat monimuotoinen ryhmä, joiden toukat lajista riippuen käyttävät ravinnokseen erilaista hajoavaa orgaanista ainesta tai esimerkiksi kirvoja. Aikuiset vierailevat kukilla. Kuvassa ampiaisvieras (*Volucella pellucens*), jonka toukka elää ampiaispesän jätteitä syöden. Kuva: Sanna Antikainen.

2.11.2 Kaksitasouoman kasvillisuuden vakiintuminen

Kaksitasouoman kasvillisuuden vakiintumista seurattiin pysyvien kasvillisuusruutujen avulla. Tavoitteena oli saada käsitys kasvittumisnopeudesta, tulvatasanteen lajistosta ja kasvillisuuden korkeudesta ja tiheydestä. Kasvillisuuden korkeus ja tiheys vaikuttaa virtausolosuhteisiin, eroosioon ja kiintoaineksen kasautumiseen. Myös lajisto vaikuttaa, sillä esimerkiksi puuvartiset eivät taivu virtauksen mukana. Kasvilajisto kiinnostaa myös monimuotoisuusnäkökulman vuoksi.

Toteutus

Kaksitasouoman tulvatasanteelle sijoitettiin yhteensä kuusi yhden neliömetrin kokoista kasvillisuushavaintoruutua. Ruutujen paikat valittiin satunnaisesti ja ne merkittiin maastoon kahden merkkikepin avulla. Merkkikeppeihin tehtiin merkkiviivat vedenpinnan korkeuden, eroosion ja kasautumisen havainnointia helpottamaan. Kasvillisuushavainnot tehtiin kolmesti kasvukaudessa (kesä-, heinä- ja elokuussa) vuosina 2023 ja 2024. Ruuduilta havainnoitiin kasvillisuuden kokonaispeittävyys (%), maksimikorkeus, mediaanikorkeus, kasvilajit ja niiden peittävyys (%), vedenkorkeus ja mahdollinen eroosio tai kasautuminen, mikäli sellaista oli selkeästi havaittavissa. Havainnoinnissa käytettiin apuna siirrettävää 1x1 m puukehikkoa (kuva 77), joka on rautalangalla jaettu 10 x 10 cm ruutuihin. Kukin ruutu vastaa siis yhden prosentin peittävyyttä.

Kuva 77 Siirrettävä puukehikko, havaintoruudun pysyvät merkkikepit ja ruudun numero 4 kasvillisuus kesäkuussa 2023.

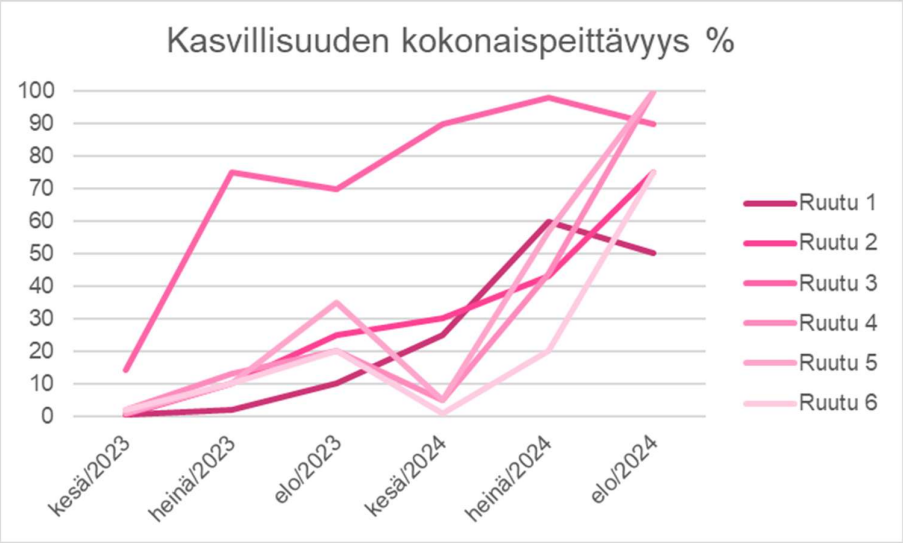
Tulokset

Tulvatasanne ei täysin pysynyt muodossaan ja varsinkin ruutujen 1–3 alueella tulvatasanne käytännössä korvautui tasaisella pohjalla, jossa meanderoi vielä paikkaansa hakeva syvempi uoma (kuva 70).

Kuva 78 Vasemmalla: Savipohjaisella osalla tulvatasannetta ei kesäkuussa 2023 ole enää nähtävissä. Ruutu 3. Oikealla: Turvemaaosalla tulvatasanne on säilynyt paremmin. Ruutu 4.

Kasvillisuus vakiintui tulvatasanteelle varsin hitaasti (kuva 79). Ensimmäisen kasvukauden elokuussa tyypillinen kokonaispeittävyys oli alle 30 %. Turvemaapohjaisella tulvatasanteella (ruudut 4–6) mahdollisesti syksyn ja kevään kovemmat virtaamat hävittivät hentoa kasvustoa, sillä toisenkin kasvukauden kesäkuussa ruudut olivat lähes paljaita. Merkittävää kasautumista tai eroosiota ei ollut havaittavissa. Mahdollisesti tulvatasanteelta irtosi saman verran materiaalia kuin sille laskeutui. Savipohjaisella tulvatasanteella (ruudut 1–3) kasvuston vakiintuminen kehittyi ilman vastaavanlaista romahdusta siitä huolimatta, että tällä osalla uomaa

syvempi uoman osa kulkee osin havaintoruutujen kohdalla ja virtaama hidastaa kasvittumista.



Kuva 79 Kasvillisuuden kokonaispeittävyyden muutos.

Kahden kasvukauden seurannan lopussa ratamosarpio oli vallitseva laji niillä osilla tulvatasannetta, jotka olivat pääosin veden peitossa kasvukaudella (savimaaosuus) (taulukko 11 sekä kuvat 80 ja 81). Rantapalpakko puolestaan vallitsi tulvatasanteen kuivemmilla osilla, jotka pysyivät kasvukaudella kutakuinkin vedenpinnan tasossa (turvemaaosuus) (kuva 81). Seurannan päättyessä kasvillisuuden keskimääräinen peittävyys oli 82 %, mutta vaihtelu ruutujen välillä oli suurta. Kahdella ruudulla paljasta maata oli vielä 25 % ja yhdellä peräti 50 %. Kasvillisuuden vakiintuminen ja kasvilajisto on vielä seurannan päättyessä kesken. Lopullisessa kasviyhteisössä on varmasti paljon tämänhetkistä tilannetta enemmän lajeja ja aikaa siihen kuluu todennäköisesti vielä useita vuosia.

Taulukko 11. Tulvatasanteen yleisimmät lajit, esiintyvyys ruuduilla ja keskimääräinen peittävyys.

Laji	Esiintyvyys	Peittävyys keskimäärin
Ratamosarpio	6/6 ruudusta	42 %
Rantapalpakko	6/6 ruudusta	35 %
Purovita	3/6 ruudusta	9 %
Säderusokki	3/6 ruudusta	7 %
Mutaluikka	1/6 ruudusta	2 %
Vesitähti sp.	4/6 ruudusta	1 %
Suovehka	1/6 ruudusta	0,5 %
Vesitatar	3/6 ruudusta	0,3 %

Kuva 80 Ratamosarpio dominoi heinäkuussa 2024 ruudulla 3.

Kuva 81 Turvepohjaisella tulvatasanteella ruudulla 6 rantapalpakko vallitsee elokuussa 2024

2.11.3 Pohdintaa

Valuma-alueilla tehtävillä toimilla muun muassa uomien kunnostamisella voidaan vaikuttaa alueen ekosysteemipalveluihin monella tavalla. Osa ekosysteemipalveluista on sidoksissa luonnon monimuotoisuuteen. Maatalousympäristössä ojien ja peltojen pientareet ovat tärkeitä suojan, ravinnon ja pesäpaikan tarjoajia niin linnuille kuin hyönteisillekin. Tulvatasanteellinen uoma tuo paitsi lisää pinta-alaa luo myös erityyppisiä elinympäristöjä pientareelle. Erilaisen hydrologian vuoksi tulvatasanteen kasvillisuus muodostuu erilaiseksi kuin ojan pientareen yläosan. Tämä lisää paitsi kasvien myös muiden eliöiden monimuotoisuutta ja on omiaan parantamaan monimuotoisuuteen sidoksissa olevien ekosysteemipalveluiden toimivuutta.

Monimuotoisuuteen kytkeytyvistä ekosysteemipalveluista helpoin tarkasteltava on pölytys, johon tässäkin selvityksessä keskityttiin lintujen ohella. Lintujen ja pölyttäjien havainnoinnin avulla voidaan kuitenkin tehdä päätelmiä myös muiden eliöryhmien tilasta. Pientareiden monimuotoinen kasvillisuus toimii suojapaikkana esimerkiksi tuholaislajien luontaisille vihollisille. Osa pölyttäjälajeistakin on toisessa elinkiertonsa vaiheessa tuholaisten luontaisia vihollisia: kirvoja ravintonaan käyttävien kukkakärpäslajien toukat tästä esimerkkinä.

Kaksitasouoma muotoutui varsin erilaiseksi kuin alun perin suunniteltiin. Kostean niityn tai rannan kasvillisuuden sijaan sille kehittyikin rantaviivan ja matalan rantaveden lajisto. Tulvatasanteen kasvillisuus tarjoaa ravintoa ainakin vesilintujen poikasille. Ratamosarpion kukissa vierailevat pölyttäjistä etenkin kukkakärpäset ja matala rantavesi voi kenties toimia tiettyjen kukkakärpäslajien toukkien elinympäristönä.

3 Valuma-aluesuunnittelun askelmerkit - Toiviaisjärven valuma-alue

3.1 Johdanto Toiviaisjärven kohteeseen

Kiuruveden Toiviaisjärven valuma-alue valikoitui yhdeksi Vaku-hankkeen kohteeksi alueen paikallistoimijoiden ja Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistyksen pitkäaikaisen yhteistyön kautta. Rehevöityneen järven tilaa on pyritty parantamaan eri hankkeissa vuosien ajan. Vaku-hankkeessa luotiin entistä laajempi katsaus valuma-alueen vaikutukseen osana järven tilan parantamista. Keskeisenä tavoitteena on järveen kohdistuvan ulkoisen kuormituksen alentaminen.

Vaku-hankkeessa toteutettiin Toiviaisjärven valuma-aluetarkastelu ja arvioitiin järven tilaan vaikuttavia tekijöitä. Tarkastelussa ja arvioinnissa hyödynnettiin mm. Maanmittauslaitoksen (MML), Suomen ympäristökeskuksen (Syke), Luonnonvarakeskuksen (Luke), Suomen Metsäkeskuksen ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) tuottamia paikkatietoaineistoja. Osavaluma-alueilla tehtiin maastokartoituksia, ja vesinäytteitä hyödyntäen selvitettiin Toiviaisjärven eri osavaluma-alueiden kuormitusta.

Osana Vaku-hanketta Toiviaisjärven eteläpäähän toteutettiin kosteikko syksyllä 2024. Kosteikkoon rakennettiin allas, johon lisättiin veden alle puuta. Puualtaan tarkoituksena on tehostaa vesien puhdistumista ja lisätä kosteikon monimuotoisuutta. Valuma-aluetyötä tekivät Vaku-hankkeen osatoteuttajien (Savonia-ammattikorkeakoulu, Savo-Karjan Vesiensuojeluyhdistys ja Suomen Metsäkeskus) asiantuntijat tiiviissä yhteistyössä Toiviaisjärven seutu ry:n paikallistoimijoiden kanssa. Tässä luvussa kuvataan Toiviaisjärven tilaa sekä Vaku-hankkeessa tehtyjä valuma-aluetarkasteluja ja maastotyön tuloksia. Lisäksi raportissa kerrotaan hankkeessa toteutetusta kosteikosta.

3.2 Toiviaisjärven tila ja kunnostuksen tavoitteet

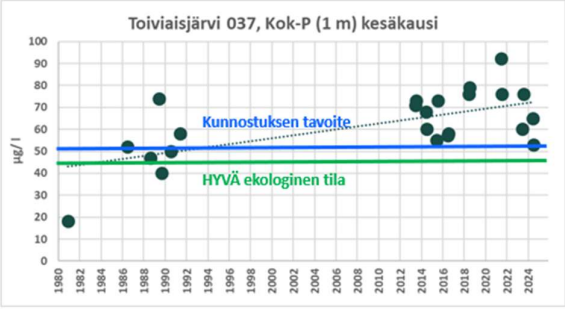
Jukka Koski-Vähälä ja Tiina Kontio, Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys

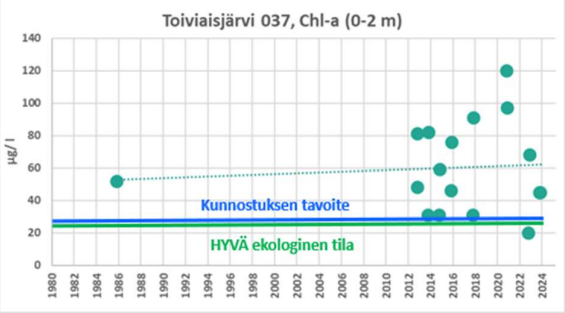
Toiviaisjärvi (04.552.1.013) on Kiuruvedellä sijaitseva keskikokoinen (95 ha), tyypiltään matala runsashumuksinen järvi (MRh) jonka ekologinen tila on heikentynyt välttäväksi. Järven keskisyvyys on 2,58, suurin syvyys 5,4 m ja viipymä 160 vrk. Järven ongelmana on rehevyys ja rehevöityminen sekä syvänteen heikko happitilanne.

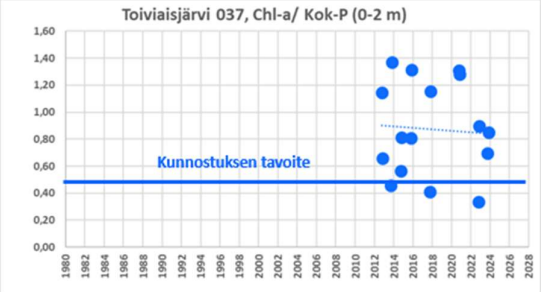
Järveä on kunnostettu 2000-luvun alkupuolella, jolloin toimenpiteinä olivat vedenpinnan nosto/vakiinnuttaminen, metsätalouden laskeutusaltaat, haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen, hoitokalastus ja pienimuotoiset niitot. Tällöin järven rehevöitymisongelmaa saatiin parannettua. Muutamia vuosia sitten järven tila kuitenkin heikentyi voimakkaasti ja paikalliset toimijat aktivoituivat järven kunnostamiseksi ja myös pitkäjänteisen hoidon toteuttamiseksi.

Toiviaisjärven seutu ry:n kunnostushankkeessa järven tilaan vaikuttavia tekijöitä on tarkennettu toteuttamalla verkkokoekalastus. Tulosten perusteella todettiin hoitokalastustarve ja kalastusta onkin toteutettu onnistuneesti. Järveen tulevaa vedenlaatua on selvitetty ja kuormitusta arvioitu yhteistyössä kunnostushankkeen ja Vaku-hankkeen kanssa (osio 3.1). Lisäksi Pohjois-Savon ELY-keskus on vastannut järven seurannasta, jonka keskeiset tulokset esitellään järven tila-arviossa.

Toiviaisjärvellä minimiravinteen fosforin pitoisuus (Kok-P) on kohonnut 1990-luvun tasosta, mutta alentunut viime vuosina kunnostuksen tavoitteen tasolle 50 µg/l (kuva 1). Hyvän ekologisen luokan raja on 45 µg/l. Kasviplanktonin määrä / klorofyllipitoisuus on ollut erittäin rehevän ja ylirehevänkin tasolla, mutta viime vuosina sekin on alentunut. Kunnostuksen tavoite on 25 µg/l, joka on myös hyvän ekologisen luokan raja-arvo. Klorofyllipitoisuuden suhde kokonaisfosforipitoisuuteen (Chl-a/Kok-P) on korkea, mutta kuitenkin hieman alentunut. Tavoitteena tulisi olla alle 0,5.

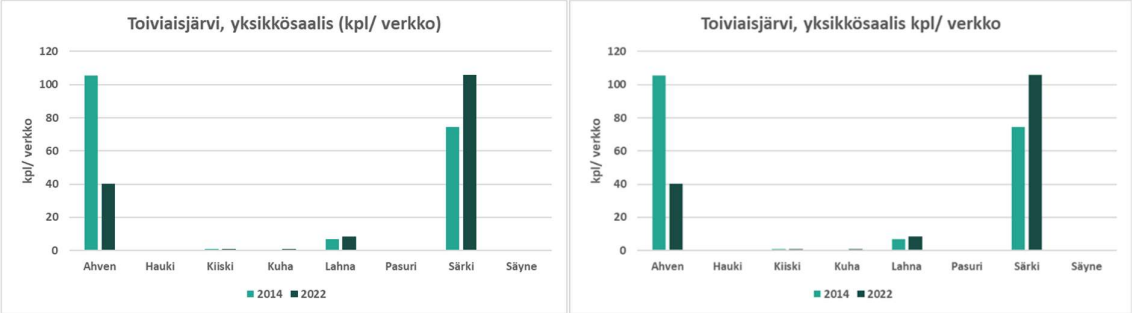






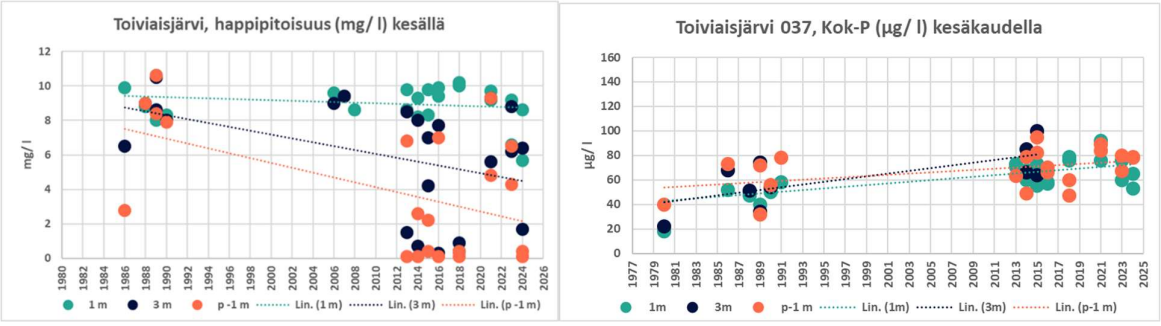
Kuva 1. Toiviaisjärven kokonaisfosforin (Kok-P) ja klorofylli-a:n (Chl-a) pitoisuus sekä klorofyllin ja kokonaisfosforin suhde (Chl-a/Kok-P) kesällä. Kuvissa esitetty myös hyvän ekologisen tilaluokituksen rajat ja kunnostuksen tavoitteet.

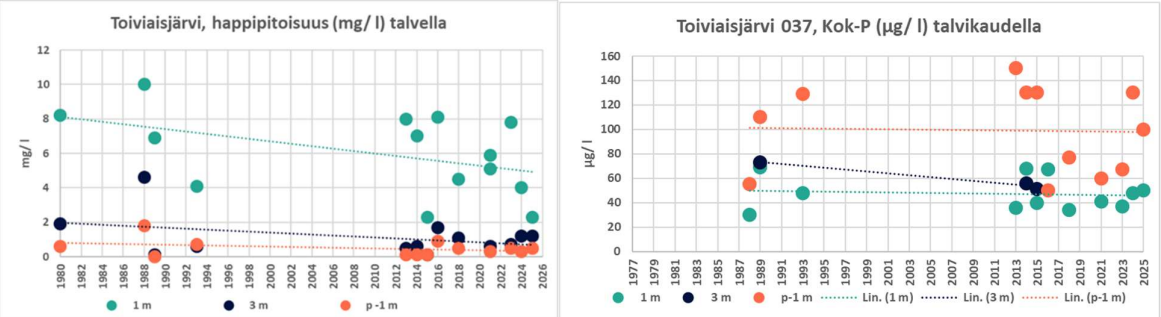
Toiviaisjärven verkkokoekalastukset on suoritettu vuosina 2014 ja 2022, joista jälkimmäinen järven kunnostushankkeen toteuttamana. Yksikkösaalis oli korkea ja kohonnut; vuonna 2022 saalis oli peräti 4517 g/verkko/yö ollen lähes kolminkertainen verrattuna hyvän ekologisen tilan luokkarajaan 1579 g/verkko/yö (kuva 2). Särkikalojen osuus oli yli 70 % biomassasta, ja pääosa oli pienikokoista särkeä. Ahvenen määrä ja osuus oli alentunut ja petokalojen määrä alhainen.



Kuva 2. Toiviaisjärven verkkokoekalastusten yksikkösaaliit; biomassa ja kappaleet lajeittain.

Toiviaisjärven syvännealueella pohjan läheinen vesikerros on sekä kesällä että talvella lähes hapeton (kuva 3). Kesäaikana tilanne on muutamana vuotena parantunut. Talvella happitilanne on heikentynyt 3 metrin syvyydessä ja talvella 2025 myös yhden metrin syvyydessä. Talvella alusveden fosforipitoisuus kaksinkertaistuu huonon happitilanteen aiheuttaman sisäisen kuormituksen vaikutuksesta. Kesällä pohjan läheisen vesikerroksen fosforipitoisuus on samalla tasolla kuin metrin syvyydessä, mutta pitoisuustasot ovat noin 50% korkeammat kuin talvella metrin syvyydessä. Todennäköisesti sedimentistä alusveteen vapautuva fosfori sekoittuu koko vesipatsaaseen lisäten sisäisen kuormituksen rehevöittävää vaikutusta.





Kuva 3. Toiviaisjärven happipitoisuus ja kokonaisfosforin (Kok-P) pitoisuus kesällä eri syvyyksillä (ylemmät kuvat) ja vastaavat pitoisuudet talvella (alemmat kuvat).

Vedenlaatu- ja verkkokoekalastustulokset osoittavat järven hoitokalastustarpeen. Hoitokalastussaaliin tulisi olla vähintään 70 kg/ha/vuosi, eli 6700 kg/vuosi, joka toteutui vuonna 2024. Hoitokalastuksen vaikuttavuutta tuetaan ulkoisen kuormituksen alentamisella (20%), mitä puolestaan on edistetty valuma-alueen selvityksillä ja niiden perusteella toteutettavilla toimenpiteillä.

3.3 Toiviaisjärven valuma-alueen yleiskuvaus

Marko Häkkinen, Teija Rantala ja Sanna Antikainen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Toiviaisjärven valuma-alue (17 km^2) sijaitsee Ylä-Savossa noin 12 kilometrin etäisyydellä Kiuruveden taajamasta lounaaseen (kuva 1). Valuma-alueesta 70 % eli 11,9 km^2 on metsää. Peltojen osuus valuma-alueen maankäytöstä on 19,4 % eli 3,3 km^2. Valuma-alueen pinta-alasta sisävesien osuus on noin 6 % eli 1,1 km^2 (Value-työkalu).

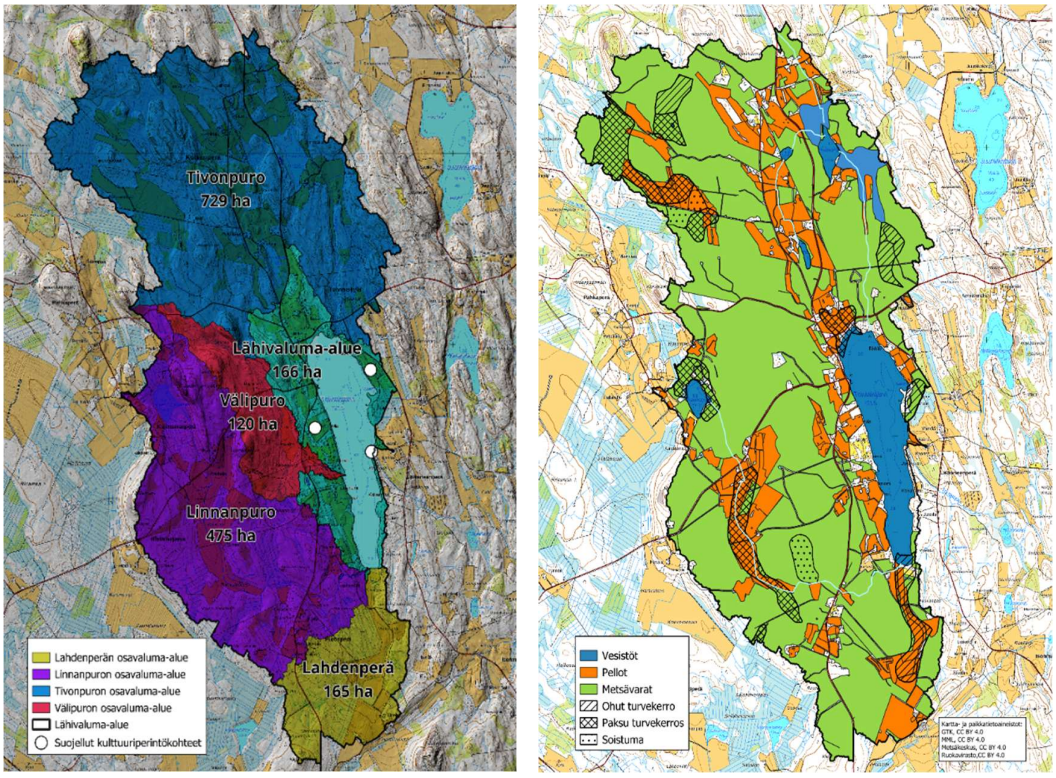
Kuva 82 Karttakuva Toiviaisjärven sijainnista (Paikkatietoikkuna)

Toiviaisjärven valuma-alueesta 69,4 %, on sekalajitteista maalajia, 11,4 % kalliomaata, 6,4 % paksuturpeista maata, 5,9 % vesialueita, 2,9 % ohutturpeista maata, 1,5 % savimaata, 1,2 % soistumia ja 1 % karkearakenteista maata. (GTK 1:200 0000 maaperäkartta).

Valuma-alueen suurin yksittäinen kohde on edellisessä luvussa kuvattu Toiviaisjärvi, jonka ongelmina ovat erityisesti rehevöityminen, happikato sekä sisäinen kuormitus. Ravinnekuormitusmallin (Vemala) mukaan peltoviljelyn osuus valuma-alueen vesistökuormituksesta on fosforin osalta 69 % ja typen osalta 48 %. Vastaavasti metsätalouden osuudet ovat 1 % ja 4 %.

Toiviaisjärven alueella sijaitsee kolme kulttuuriympäristön perintökohdetta (kuva 2 vasen): Hautjärven ja Rytkyn rajakivi, sekä kaksi historiallista asuinpaikkaa (Museovirasto). Natura2000-kohteita, lintudirektiivin suojelualueita (SPA, SAC) tai luontodirektiivin suojelualueita (SCI) alueella ei ole.

Toiviaisjärven valuma-alue on jaettu pienenpiin osavaluma-alueisiin tarkastelun ja maastotöiden helpottamiseksi: Tivonpuro 729 ha, Linnanpuro 475 ha, Lahdenperä165 ha, Lähivaluma-alue 166 ha ja Välipuro 120 ha (kuvassa 2 vasemmalla). Pelto- ja metsäalueet, vesistöt ja turvepitoiset alueet on merkitty oikeanpuoleiseen kuvaan. Turvepitoisilla alueilla on erityinen merkitys vesien tilaan liittyen, koska niiltä ojitusten myötä vesistöihin pääsevä orgaaninen hiili aiheuttaa veden värin tummumista, sekä heikentää näkösyvyyttä, uposkasvien kasvamista ja kalojen elinolosuhteita.



Kuva 83. Osavaluma-alueet, metsät ja pellot sekä turvemaat (Paikkatietoaineisto/Kartat; MML, GTK, Ruokavirasto, Suomen Metsäkeskus).

3.4 Toiviaisjärven valuma-alueen vedenlaatu

Jukka Koski-Vähälä ja Tiina Kontio, Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys

Toiviaisjärven valuma-alueen uomavesien laatua tarkasteltiin vuosina 2023-2024 vesinäytteenotoin neljästätoista eri havaintopaikasta (kuva 4). Vuonna 2023 näytteenottojen ajankohdat olivat toukokuu (kaksi kertaa), kesä- ja lokakuu sekä lisänäytteenoton toukokuussa 2024 (kuva 45). Näytteet analysoitiin Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n akkreditoidussa ympäristölaboratoriossa ja niistä määritettiin muun muassa veden kokonaisfosforipitoisuus, sameus ja kemiallinen hapenkulutus (taulukko 1). Yksityiskohtaiset vedenlaatutulokset on esitetty liitteessä 1.

Kuva 84 Uomanäytteenottojen havaintopaikat 2023–2024.

Pohjakartta © MML

Taulukko 10 Kooste osavaluma-alueiden luusuoiden vedenlaatutuloksista. Sameuden, kemiallisen hapenkulutuksen ja kokonaisfosforin osalta näytteenottoja on seuraavasti;

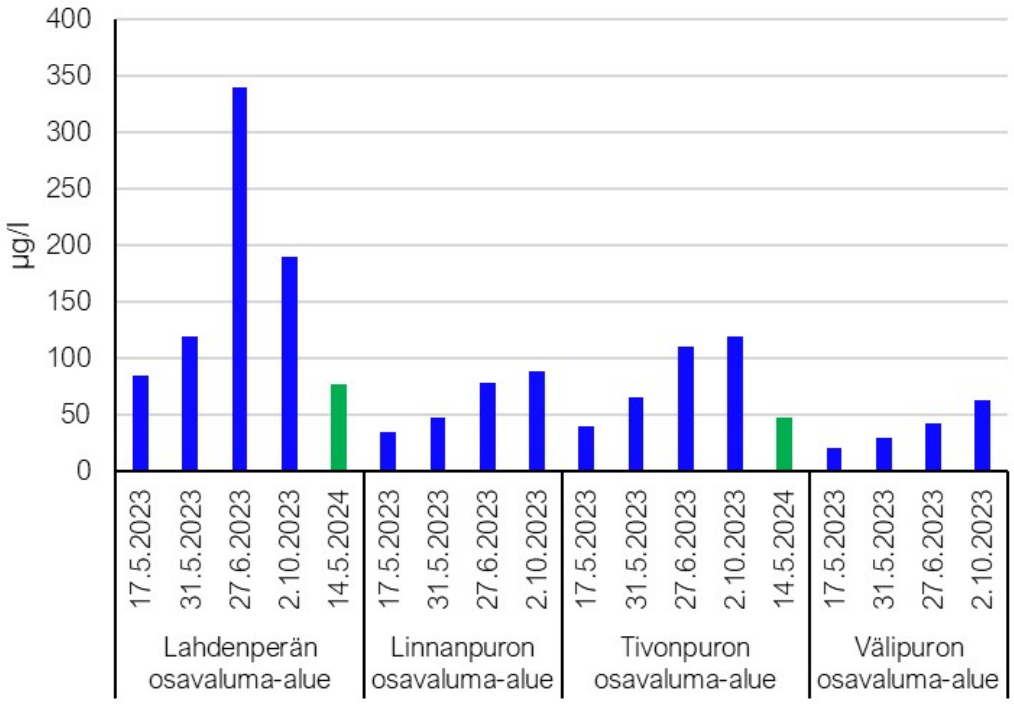
Lahdenperän uoma 1 n=5, Linnanpuro 1 n=4, Tivonpuro 1n=5, Välipuro 1 n=4. Muita analyysejä ei tehty jokaisesta näytteestä.

Havaintopaikka		Sameus	COD_{Mn}	Kok. P	PO4-P	Kiinto-aine	Sähkönj.	Kok. N	NH4-N	Väri	NO2N +NO3N	TOC
		FNU	mg/l O2	µg/l	µg/l	mg/l	mS/m	µg/l	µg/l	mg/l Pt	µg/l	mg/l
Lahdenperän uoma 1	min	8,2	14	77	*27*	*6*	*3,3*	*700*	*48*	*120*	*150*	*17*
	max	11	33	340	*84*	*7,7*	*12*	*1500*	*84*	*240*	*340*	*29*
	ka	9,8	21,2	162,4	*55,3*	*6,9*	*7,7*	*1100*	*66*	*180*	*245*	*23*
Linnanpuro 1	min	4,3	19	35	13	2,5	5,5	940	8	150	*220*	*35*
	max	6,7	35	89	29	2,8	8,7	1400	64	250	*220*	*35*
	ka	5,0	24	62,3	20,5	2,7	6,8	1135	22,8	177,5	*220*	*35*
Tivonpuro 1	min	5,1	21	40	4	5,1	3,3	890	18	140	*240*	*17*
	max	8,7	33	120	41	21	7,5	1500	200	280	*350*	*33*
	ka	6,8	23,8	76,4	16,4	8,9	5,04	1090	74,2	172	*295*	*25*
Välipuro 1	min	3,4	11	*21*	*7*	*4*	*5,2*	*1000*	*14*	*250*	*120*	*32*
	max	6,3	35	*63*	*17*	*4*	*5,2*	*1000*	*14*	*250*	*120*	*32*
	ka	5,0	21,8	*39*	*12*	*4*	*5,2*	*1000*	*14*	*250*	*120*	*32*

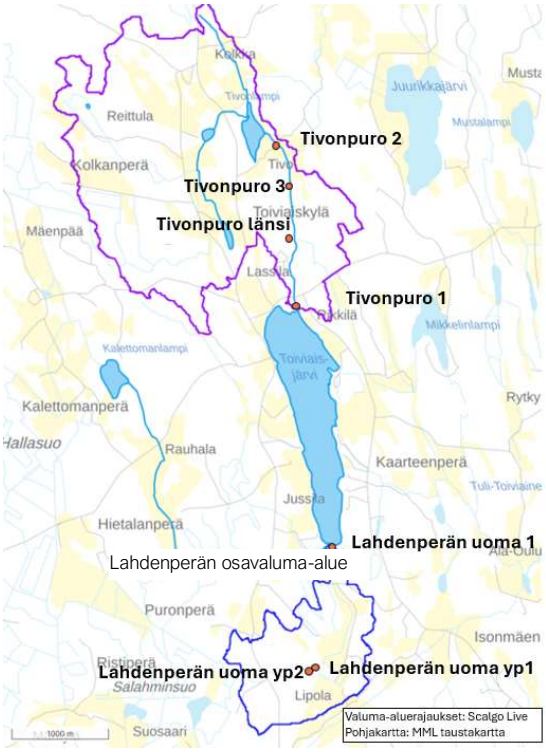
Kokonaisfosforin osalta pitoisuudet ovat korkeimmat Lahdenperän osavaluma-alueelta tulevassa vedessä (kuva 5). Toiviaisjärveen tulee kuitenkin laskennallisesti eniten fosforikuormitusta virtaamaltaan suurimmista uomista (Tivonpuro ja Linnanpuro). Välipuron osavaluma-alueelta tulevassa vedessä fosforipitoisuudet ovat muita alueita matalammat.

Fosforin vuosittaiseksi kuormitukseksi on arvioitu Lahdenperän osavaluma-alueelta 50 kg/v, Linnanpuron osavaluma-alueelta 109 kg/v, Tivonpuron osavaluma-alueelta 224 kg/v ja Välipuron osavaluma-alueelta 21 kg/v. Lahdenperän osavaluma-alueella liukoisen fosforin (PO4-P) pitoisuudet ovat korkeita, vaihdellen näytteenottojen välillä 24–46 %:iin.

Vedenlaatutulosten perusteella arvioitiin, että tarkempia tarkasteluja tulisi suunnata Lahdenperän ja Tivonpuron osavaluma-alueille. Alueilla toteutettiin täydentäviä näytteenottoja vuonna 2024 (kuva 6), joiden perusteella pyrittiin arvioimaan vedenlaadun kehitystä Tivonpuron Tivonlammen alapuolisilla alueilla sekä Lahdenperän metsäisillä ja maatalousvaltaisilla alueilla.



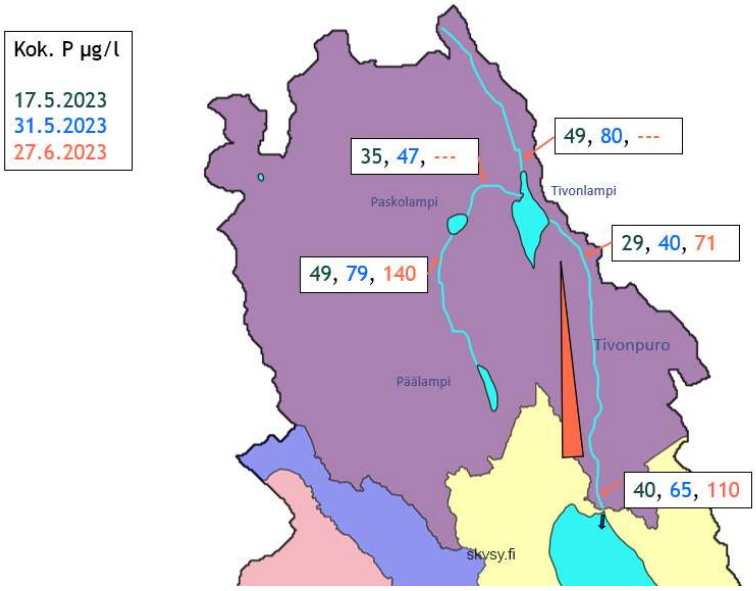
Kuva 85. Veden kokonaisfosforipitoisuus eri osavaluma-alueiden uomien alaosassa ennen Toiviaisjärveä.



Kuva 86 Vuonna 2024 suoritettujen lisänäytteenottojen havaintopaikat.

3.4.1 Tivonpuron osavaluma-alueen veden laatu

Kokonaisfosforipitoisuuksien kehittymistä Tivonpuron osavaluma-alueella tarkasteltiin vedenlaatutulosten ja kartta-aineiston perusteella (kuva 7). Tarkastelussa havaittiin, että Paskolampi ja Tivonlampi pidättävät ravinteita ja veden fosforipitoisuus nousee ajoittain voimakkaasti Tivonpuron yläosan ja alaosan välillä.



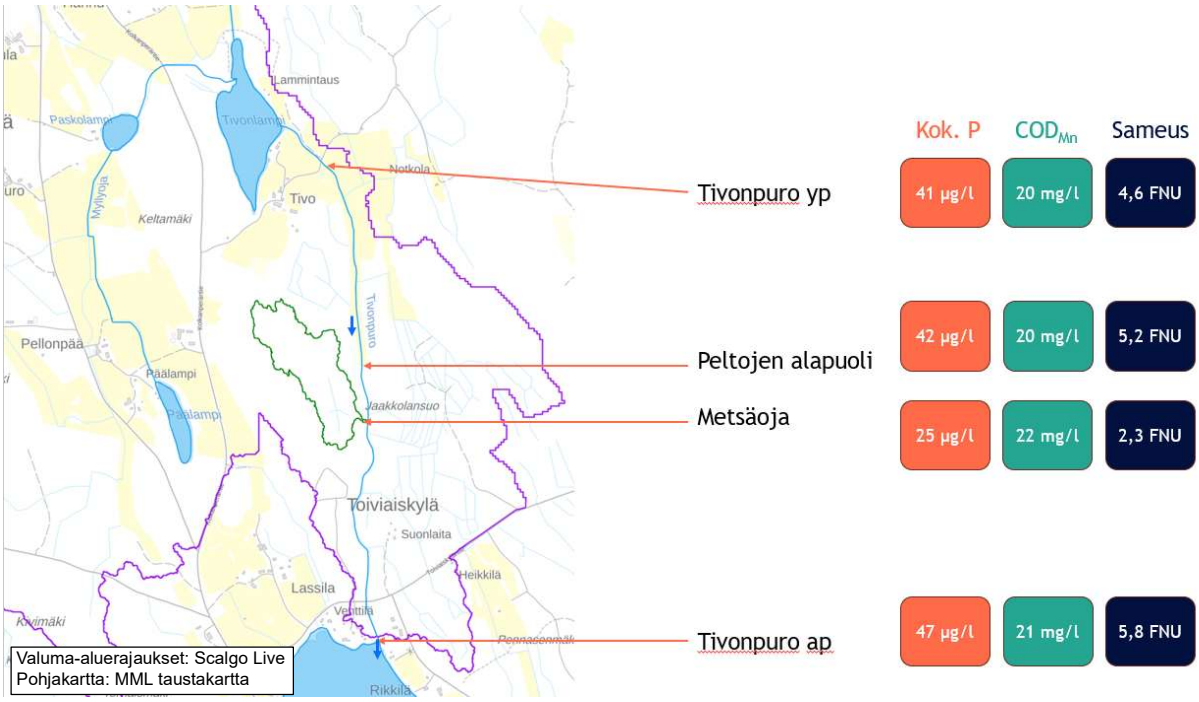
Kuva 87 Kokonaisfosforipitoisuus Tivonpuron osavaluma-alueella.

Tivonpurossa Tivonlammen alapuolisilla alueilla suoritetussa lisänäytteenotossa 14.5.2025 kokonaisfosforipitoisuuden nousu Tivonpuron ylä- ja alajuoksun välillä oli kuitenkin vähäisempää kuin aiemmilla näytteenottokerroilla (kuva 8). Tulosten perusteella kokonaisfosforipitoisuus nousi pelkästään 6 ug/l Tivonpuron matkalla, joka oli huomattavasti vähemmän kuin aikaisemmilla kerroilla, jolloin nousua oli ajankohdasta riippuen 11–70 µg/l. Lisänäytteenoton perusteella joenvarsipellot eivät lisänneet fosforikuormaa ja pitoisuuden kasvu tapahtui Tivonpuron alajuoksun metsäisellä osiolla.

Mahdollisina syinä kokonaisfosforipitoisuuden vähäisempään nousuun voivat olla aikaisemmista näytteenottokerroista poikkeavat sääolosuhteet, sillä hetkellinen valunta ja fosforin huuhtoutuminen ympäröiviltä alueilta riippuvat suuresti säästä. Lisäksi joenvarsipelloilla ei todennäköisesti ollut kyseisenä ajankohtana vielä lannoitusta tai maanmuokkausta, mikä on voinut vähentää fosforin huuhtouman määrää. Myös aikaisemmilla näytteenottokerroilla Tivonpuron ylä- ja alajuoksun välinen pitoisuusnousu oli vähäisin toukokuun aikana.

Tivonpuron länsipuolelle sijoittuvalta pieneltä metsäiseltä valuma-alueelta otettiin lisänäyte, jotta voitiin arvioida metsäisten osavaluma-alueiden aiheuttamaa kuormitusta. Tulosten perusteella alueelta ei näyttäisi tulevan merkittävää fosforikuormitusta, sillä veden kokonaisfosforipitoisuus oli alhainen ja virtaama vähäinen. Vedessä oli Tivonpuroon verrattuna vähemmän kiintoainetta, mutta vesi oli

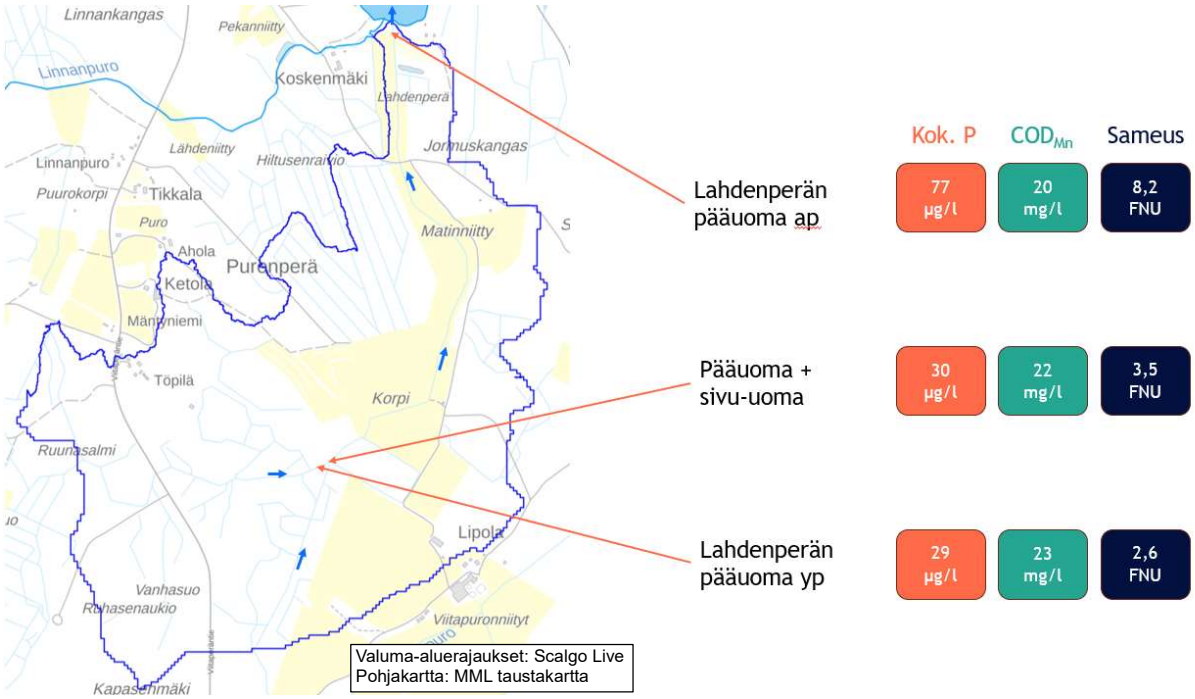
hieman tummempaa. Tivonpuron itäpuolella sijaitsevalta Jaakkolansuolta tulevasta uomasta näytettä ei otettu.



Kuva 88 Veden laadun kehitys Tivonlammen alapuolella 14.5.2024.

3.4.2 Lahdenperän osavaluma-alueen veden laatu

Lahdenperän osavaluma-alueen lisänäytteenottojen tuloksista havaittiin, että fosforikuormitus on peräisin pääasiassa uoman varrella olevilta peltoalueilta. Lahdenperän uoman yläjuoksulla metsäisiltä valuma-alueilta tulevan veden kokonaisfosforipitoisuudet olivat näytteenottoajankohtana noin 30 ug/l tasolla, kun taas uoman alaosassa peltoalueiden jälkeen 77 ug/l.



Kuva 89 Veden laadun kehitys Lahdenperän osavaluma-alueella.

3.4.3 Yhteenveto vedenlaatutuloksista

Vedenlaatutulosten perusteella toteutetun kuormitustarkastelun perusteella Toiviaisjärveen kohdistuva fosforikuormitus vaihtelee huomattavasti eri osavaluma-alueiden välillä sekä laadultaan että määrältään. Kokonaiskuormituksen kannalta merkittävin osavaluma-alue on Tivonpuro, sillä alueelta tulee suurin osa vuosittaisesta fosforikuormasta virtaamien suuruuden vuoksi. Alue on kuitenkin suuren kokonsa takia hankalasti hallittavissa, eikä yksittäisillä rakenteilla saada merkittäviä vaikutuksia alueelta tulevan kuormituksen kokonaistilanteeseen. Tivonpuron alueen tilaan voitaisiin parhaiten vaikuttaa keskittymällä peltoalueilta syntyvän kuormituksen ennaltaehkäisyyn erityisesti Tivonlammen alapuolisilla osilla. Paskolampi ja Tivonlampi toimivat jo luonnostaan ravinteiden pidättäjinä. Lisänäytteet Tivonlammen alapuoleisilta metsäisiltä valuma-alueilta osoittivat, että niiden osuus fosforikuormituksesta on todennäköisesti vähäinen, erityisesti jos alueilla ei ole aktiivista maankäyttöä. Jaakkolansuon vaikutusta ei kuitenkaan voitu arvioida näytteen puuttuessa ja alueella olisi hyvä toteuttaa tarkempia selvityksiä.

Lahdenperän osavaluma-alueella fosforipitoisuudet ovat korkeita erityisesti peltoalueiden alapuolisissa vesissä, mikä viittaa selkeään maatalousperäiseen kuormitukseen. Myös liukoisen fosforin osuus on alueella huomattava. Tämä korostaa tarvetta kohdentaa valuma-alueella toimenpiteitä erityisesti pelloilta syntyvän kuormituksen ennaltaehkäisyyn. Lahdenperän osavaluma-alue on kooltaan pieni, joten kuormitusta saadaan tehokkaasti hallittua myös yksittäisillä vesiensuojeluratkaisuilla, kuten uoman alajuoksulle sijoitetulla kosteikolla. Lisänäytteet Lahdenperän osavaluma-alueen metsäisiltä valuma-alueilta osoittivat, että niiden osuus fosforikuormituksesta on vähäinen. Lahdenperän osa-alueen kuormitusta voidaan kuitenkin alentaa lisäämällä veden pidättämistä ja viivyttämällä

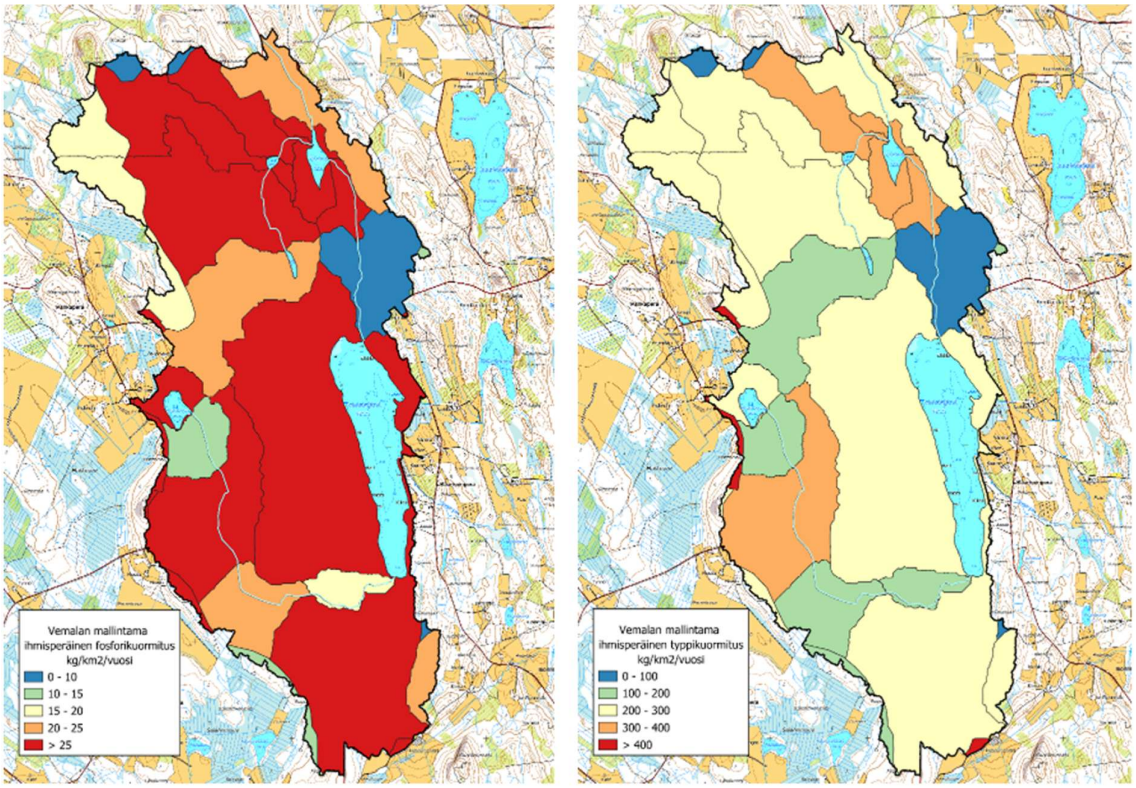
veden virtausta koko valuma-alueella. Tämä tehostaa myös alaosan kosteikon toimivuutta.

Linnanpuron ja Välipuron osavaluma-alueilta tulevan veden fosforipitoisuudet olivat alhaisia verrattuna muihin alueisiin. Näiden havaintojen perusteella jatkotoimenpiteet tulisi suunnata erityisesti Lahdenperän ja Tivonpuron osavaluma-alueille, joissa kuormitus on joko pitoisuudeltaan tai kokonaismäärältään merkittävää.

3.5 Osavaluma-aluekohtainen tarkastelu ja toimenpiteet

Marko Häkkinen, Teija Rantala ja Sanna Antikainen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Toiviaisjärven alueen paikkatietotarkastelussa käytettiin aineistoja, joita on saatavilla avoimista lähteistä ja jotka ovat helposti yhdisteltävissä. Toiviaisjärven valuma-alueelta valittiin maastotarkastelun kohteiksi ne osavaluma-alueet (Tivonpuro, Linnanpuro, Lahdenperä ja Välipuro), jotka paikkatietoaineistojen perusteella näyttivät muodostavan merkittävää vesistökuormitusta Toiviaisjärveen. Lisäksi huomioitiin edellisessä luvussa kuvatut mitatut vedenlaatutarkastelut. Tässä luvussa esitetään sekä koko Toiviaisjärven valuma-alueelle, että sen osavaluma-alueille toimenpiteitä vesistökuormituksen vähentämiseksi. Vaku-hankkeessa toteutettu toimenpide, Toivo-kosteikon rakentaminen Lahdenperän valuma-alueelle, kuvataan myös tässä luvussa.



Kuva 90. Vemala-mallintama Toiviaisjärven valuma-alueen maa-alueilta lähtevän fosfori- ja typpikuormitus (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Syke).

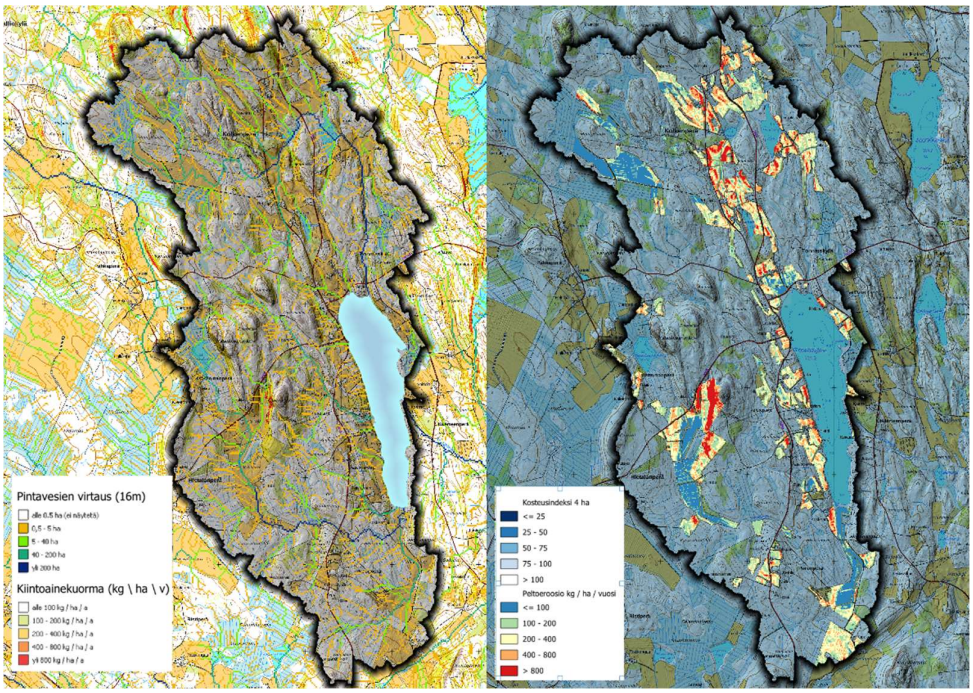
Ihmisperäinen, erityisesti maataloudesta aiheutuvasta ravinnekuormituksesta saatiin tietoa Syken WSFS-Vemala -kuormitusmallista, jonka paikkatietoaineistojen

perusteella suuressa osassa valuma-aluetta suhteellisen voimakasta. Fosforikuormitusta tulee kaikilta osavaluma-alueilta runsaasti (kuvassa 3 vasen kartta). Typpikuormituksen osalta vaihtelua on enemmän niin, että merkittävimmät kuormitukset muodostuvat mallinnuksen mukaan Linnanpuron ja Tivonpuron valuma-alueilla (kuvassa 3 oikealla). Mallinnus ei huomioi kaikkia pellolla tehtäviä toimenpiteitä, joten käytännössä ravinnekuormitus voi olla alueella joko pienempää tai suurempaa kuin mallissa, riippuen esimerkiksi lannoituksesta, muokkauksesta, kasvilajeista ja talviaikaisista kasvipeitteistä.

3.5.1 Metsäalueiden kiintoainekuorma ja pintavirtaama sekä peltoeroosio ja kosteudesta kärsivät alueet

Mallinnuksella luoduista kartoista ilmenee, että metsäalueilta tulee kiintoainetta suhteellisen tasaisia määriä eri osavaluma-alueilta ja kiintoaineen määrää olisi hyvä pyrkiä hillitsemään järven kuormituksen vähentämiseksi (kuvan 4 vasemmanpuoleinen kartta). Uomiin, joissa virtaus vaikuttaa nopealta, kannattaa erityisesti kiinnittää huomiota. Virtaaman hidastaminen vähentäisi myös esimerkiksi teiden sortumisen riskiä rankkasateiden aikana. Pohjakynnykset ja väliaikainen metsäalueiden tulvittaminen voisivat toimia keinoina vähentää uomaeroosiota. Erityisesti turvemailla nopeaa virtaamaa ja eroosiota kannattaa pyrkiä hillitsemään edellä mainitun vesien tummumisen vähentämiseksi. Käytännössä virtaamia ja kiintoainekuormia kannattaa tarkastella maastossa tarkemman tilanteen ja parhaiden toimenpidekohteiden toteamiseksi. Myös suojakaistoilla ja kevennetyllä metsän käsittelyllä voidaan vähentää kuormitusta. Ojituksen osalta varovaisuus ja harkinnanvaraisuus on vesien suojelun kannalta järkevää.

Peltoeroosion osalta huomataan, että sen potentiaalissa on mallinnuksen mukaan eroavaisuuksia valuma-alueen eri osissa (kuvan 9 oikeanpuoleinen kartta). Eroosioriskeiltään suurimmilla lohkoilla viljelijöiden olisi hyvä tarkastella, onko tilanne mallinnuksen mukainen. Mikäli eroosiota ilmenee, sitä voidaan vähentää suosimalla maan kasvipeitteisyyttä, esim. nurmiviljelyä tai viljan viljelyssä aluskasvien käyttöä. Lisäksi kaikilla lohkoilla kannattaa pyrkiä parantamaan maan kasvukuntoa esim. lisäämällä eloperäistä ainesta, toteuttamalla useiden lajikkeiden viljelyä ja vuoroviljelyä sekä keventämällä mahdollisuuksien mukaan muokkausta ja välttämällä maan tiivistymistä.

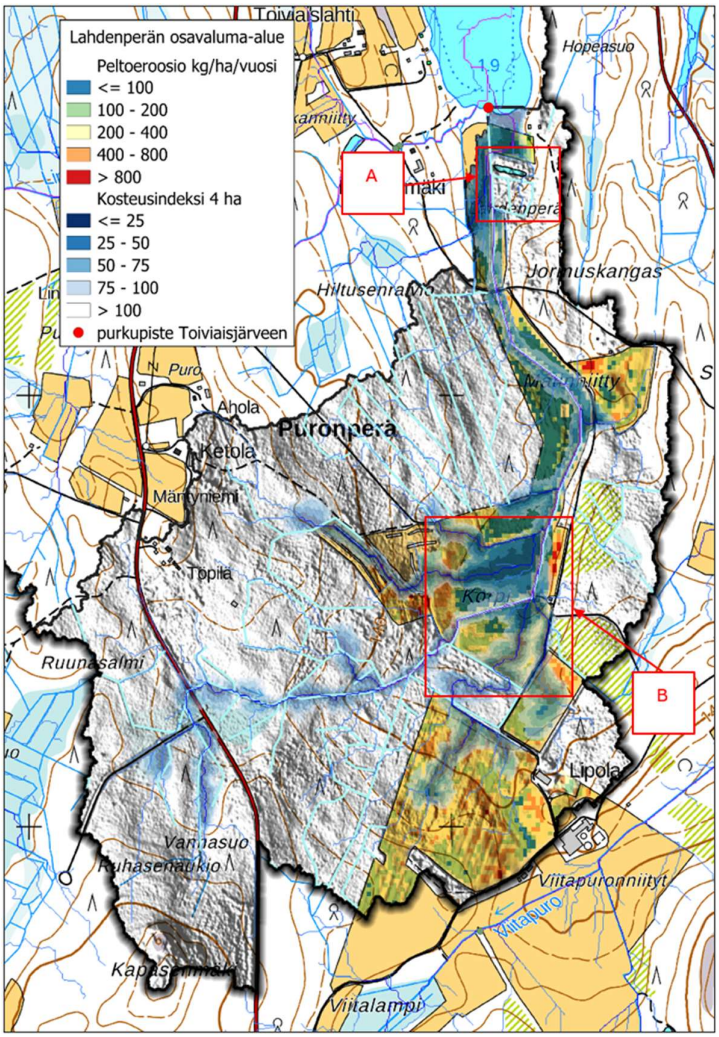


Kuva 91 Vasemmassa kuvassa metsäalueiden kiintoainekuorma/pintavirtaamat ja oikeassa peltoeroosiopotentiaali sekä kosteudesta kärsivät maa-alueet (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Suomen Metsäkeskus, Luke).

3.6 Lahdenperän osavaluma-alue

3.6.1 Lahdenperän osavaluma-alueen tarkastelut ja toimenpiteet

Lahdenperän noin 165 hehtaarin valuma-alueesta metsää on 103 ha ja peltoa 70 ha. Kosteusindeksitarkastelu indikoi veden viipyvän ja pysyttelevän maaperässä alueen keskivaiheilla sijaitsevilla pelloilla. Osaan näistä peltoalueista mallinnus näyttää myös kohonnutta eroosioriskiä, joka voi johtaa merkittävään kiintoaine- ja ravinnekuormaan sateiden ja kevätvaluntojen aikana (kuva 5). Myös Vaku-hankkeessa tehtyjen vesianalyysien ja havaintojen mukaan tältä osavaluma-alueelta muodostuu merkittävää vesistökuormitusta. Kuormituksen vähentämiseksi alueelle toteutettiin Vaku-hankkeessa 1,3 ha laajuinen kosteikko syksyllä 2024. Kosteikko sijoitettiin Toiviaisjärveen lähelle Lahdeperän osavaluma-alueen purkupistettä (Kuva 5, A-kohta).



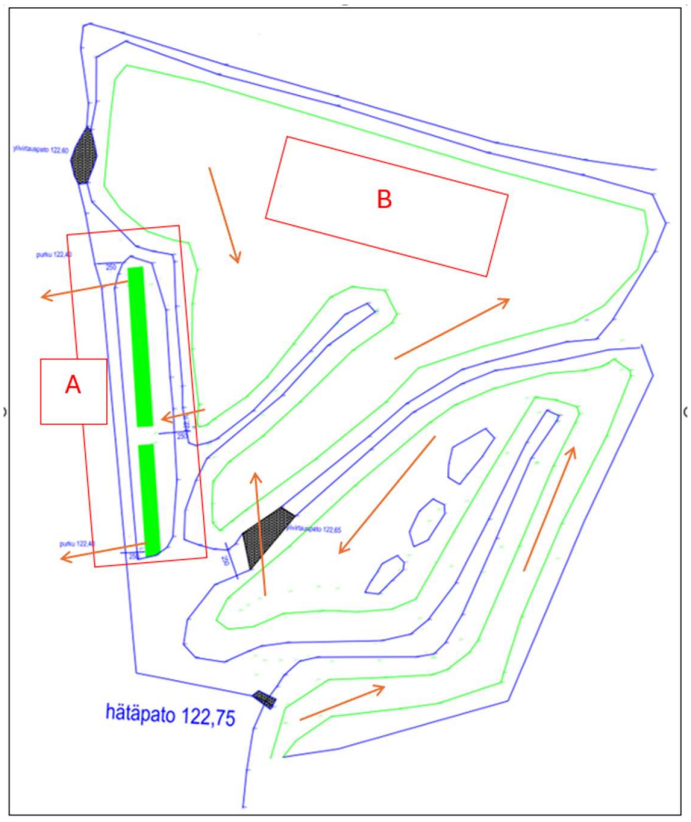
Kuva 92. Lahdenperän valuma-alue. A: alueelle toteutettu kosteikko. B: peltoalueen korkea kosteusindeksi. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Luke)

3.6.2 Toivo-kosteikon suunnittelu ja rakennus

Lahdenperän valuma-alueella todettiin hyvät mahdollisuudet vesistökuormituksen vähentämiseen rakennetun kosteikon avulla, koska ravinnekuormituksen pitoisuudet alueen pääuomassa ovat suhteellisen korkeita. Kosteikkoon suunnitellulla alueella oli metsäkuvio, joissa metsä kasvoi suhteellisen heikkotuottoisena. Myös Vemala-mallinnus esitti kohteeseen kosteikkoa. Kosteikon toteutusta edesauttoi, että maanomistaja oli myötämielinen kosteikon toteutusta kohtaan, ja että Toiviaisjärven seutu ry oli valmis vuokraamaan alueen maanomistajalta sekä ylläpitämään kosteikkoa tulevina vuosina.

Kosteikon rakentamista varten ETI-tuen (ei-tuotannollisten investointien tuki) saaminen oli epävarmaa kosteikon pienen pinta-alan takia ja aikataulu ETI-tuen hakemiseen tiukka siinä vaiheessa, kun kosteikon toteutuspäätös oli tehty. Näin ollen päädyttiin siihen, että kosteikko toteutetaan Vaku-hankkeessa, rahoittajan hyväksynnällä. Kosteikko nimettiin kylän ja järven mukaan nimellä Toivo.

Toivo-kosteikkoon päädyttiin Vaku-hankkeen osatoteuttajien kesken toteuttamaan niin sanottu puupuhdistamo. Kosteikon ja puupuhdistamon toteutustapaa suunniteltiin hankkeen osatoteuttajien, järviyhdistyksen ja suunnittelijaksi kilpailutetun Maplan Oy:n yhteistyöllä. Puupuhdistamo rakennettiin kosteikon loppupäähän niin, että siihen kertyisi mahdollisimman vähän kiintoainetta ja se toimisi ikään kuin loppusilauksena kosteikon vesienpuhdistukselle.



Kuva 93. Kosteikon rakennepiirros (Suunnittelija Maplan Oy)

Kosteikon rakennepiirros (Maplan Oy) on esitetty kuvassa 11. Puupuhdistamo on merkitty A:lla, syvän veden alue B:llä ja nuolilla on osoitettu kosteikolla kulkevan veden reitti.

Kosteikon toteutuksen suunnittelu aloitettiin kesäkuussa 2024 ja kosteikko valmistui syykuun 2024 lopussa. Kosteikkoon kilpailutettuna urakoitsijana toimi Koneurakointi Aimo Tikkanen Oy. Työt tehtiin pitkäpuomisella kaivinkoneella. Kuvissa 14 ja 15 näkyy valmistunutta kosteikkoa dronella kuvattuna.

Vaku-hankkeessa kosteikkoa tarkkailtiin ja huollettiin lokakuusta 2024 toukokuuhun 2025 asti, ja sen jälkeen kosteikon tarkkailua jatketaan Ahti-ohjelmasta rahoitetussa Toiviaisjärven seutu ry:n ja Savonia-ammattikorkeakoulun yhteishankkeessa. Seurannassa on kosteikolle tulevan veden virtaama, veden laatu sekä alueen monimuotoisuus, erityisesti puupuhdistamon osalta.

Kuva 94. Ilmakuvia kosteikon ylivirtauspadoista ja puupuhdistamosta.

Kuva 95. Kosteikon altaaseen rakennettuja pesimäsaarekkeita.

3.6.3 Toivo-kosteikon puupuhdistamon toimintaperiaate

Puupuhdistamon tavoitteena on sekä veden puhdistaminen, että kosteikon lajikirjon ja biologisen tuotannon lisääminen. Veden alle upotetun puuaineksen pinnalle kasvaa leviä, bakteereja ja sienirihmastoa. Tämä päällyskasvusto eli biofilmi tarjoaa elinympäristön monilajiselle pohjaeläimistölle. Puupuhdistamoissa voi elää esim. kotiloita, kaksisiipisten toukkia, sääskien toukkia, vesisiira, vesiperhosten toukkia, sukamatoja ja surviaissääskien toukkia. Puupuhdistamoiden on todettu olevan eräänlaisia hyönteis- ja nilviäishotelleja. Osa puhdistamon eliöistä lentää pois puhdistamosta aikuistuttuaan. Linnut hyödyntävät eliöitä ravintonaan.

Puut toimivat myös hiilivarastona, koska ne säilyvät veden alla hajoamatta kauan. Parhaita uppopuulajeja ovat havupuut; mänty ja kuusi. Karkeaan kuoreen muodostuu paremmin biofilmiä. Alkuvaiheessa puista liukenee uuteaineita, jotka voivat hidastaa biofilmin muodostumista. Biofilmin ja pohjaeläimien määrää ja lajikirjoa on mahdollista tarkkailla. Aiemmissa tutkimuksissa sekä pohjaeläinten määrän, että lajikirjon on huomattu lisääntyneen puupuhdistamon myötä. Lisätutkimukset tämäntyyppisestä puupuhdistamoratkaisusta ovat kutenkin tarpeen, jotta rakenteiden vaikutusta vesiensuojeluun ja luonnon monimuotoisuuteen voitaisiin hahmottaa paremmin. Lisätutkimusten myötä myös edellytykset arvioida vastaavien rakenteiden rakentamisen kannattavuutta paranevat.

3.6.4 Toivo-kosteikosta tehdyt havainnot ja jatkotoimenpiteet

Kosteikkoon saapuvan veden virtaamaa on seurattu Savonia ammattikorkeakoulun akustisella virtaamamittarilla 28.10.2024 lähtien. Vedenpinnan vaihteluista saadun tiedon sekä kosteikolla tehtyjen havaintojen perustella on huomattu, että kosteikon valuma-alueelle lankeava sade nostaa nopeasti kosteikon vedenpintaa. Alustavien virtaamamittaustulosten tarkasteluissa maalis-huhtikuun 2025 aineistoista havaittiin useita useita virtaamapiikkejä, joiden arvot vaihelivat 200-300 l/s välillä.

Haastava tilanne oli kosteikon rakentamisen loppuvaiheessa, jolloin viikonlopun aikana alueella satoi vettä noin 100 mm. Tämä sade rikkoi kosteikon yläpuolisen tien, mutta kosteikon rakenteet kestivät vesimassan. Virtaamahuippujen tasaamiseksi virtaaman hidastaminen kosteikon yläpuolisella valuma-alueella olisi tärkeää ja tätä varten Vaku-hankkeessa tehtiinkin kartta- ja maastotarkasteluja. Virtaaman hidastamisella tavoitellaan myös kiintoaine- ja ravinnekuormituksen vähentämistä Toiviaisjärvessä.

Kosteikon rakenteiden korkoja seurattiin kosteikon rakentamisen jälkeen. Tarvittavia korjaustoimenpiteitä tehtiin maaliskuussa 2025; painuneita ylivuotopatoja korotettiin ja myös penkkoja kohotettiin kosteimmista kohdista. Toukokuussa 2025 kosteikolle kylvettiin eroosion ehkäisyä varten heinän siementä, joka iti viileästä keväästä ja alkukesästä johtuen hitaasti. Kosteikon kasvillisuuden monimuotoisuutta suunniteltiin niin, että alueella olisi sekä monimuotoista kasvillisuutta penkoissa että vesialueella (siirtoistutus).

Lahdenperän kosteikon vedenlaadun seuranta aloitettiin lokakuussa 2024 ja sitä tullaan jatkamaan toukokuussa alkaneessa Toiviasjärven kunnostushankkeessa vuoteen 2027 saakka. Tavoitteena on erityisesti selvittää miten kosteikon yhteyteen rakennettu puupuhdistamo vaikuttaa kosteikon vedenlaatuun ja saataisiinko sillä tehostettua kosteikon kiintoaine- ja ravinnekuorman leikkaavia ominaisuuksia. Vesianalyysien tuloksia ei ole vielä ole arvioitu, mutta kosteikolle tulevat kiintoainepitoisuudet olivat alussa korkeita haastavien sääolosuhteiden aiheuttaman uomaeroosion takia. Huhtikuussa 2025 kosteikolle tulevan valumaveden kiintoainepitoisuudeksi mitattiin 85 mg/l, joka toukokuun alussa oli tasaantuntut 14,7 mg/l:ssa.

3.6.3 Metsätalouden vesiensuojelu

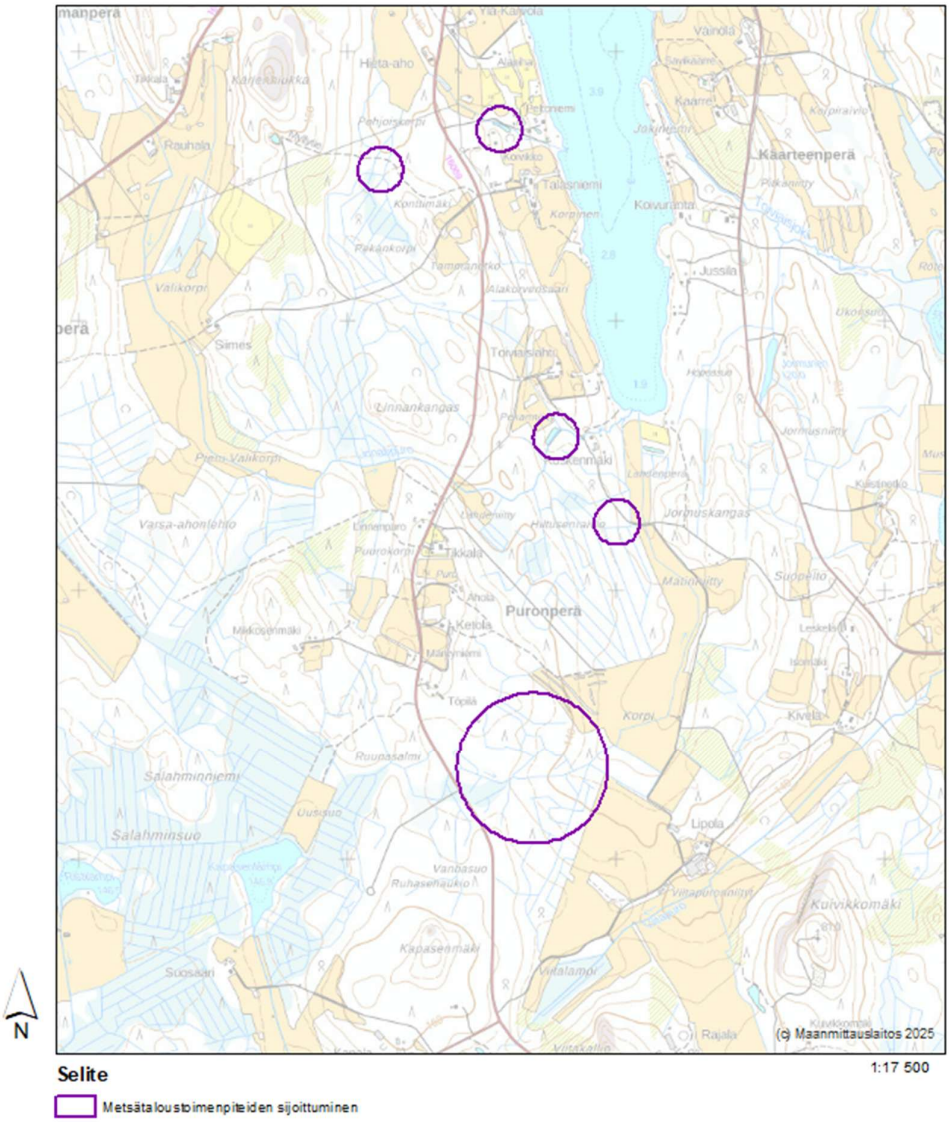
Metsäkeskus laati metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelman Toiviaisjärven kuormittavimmiksi todetuille osavaluma-alueille. Eniten valintaan vaikutti Vesiensuojeluyhdistyksen osavaluma-alueille tekemä vedenlaadun tarkastelu. Suunnittelussa keskityttiin etenkin järven eteläosan valuma-alueisiin, painottuen Lahdenperän osavaluma-alueelle.

Suunnittelun ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin paikkatietojen avulla mahdollisia kuormituslähteitä, lähinnä uomien osalta. Maastotarkastelua varten määriteltiin ns. kuormitushavaintopisteitä, joista yläpuoleisen valuma-alueen kuormituksen voimakkuutta on mahdollista arvioida maastossa. Arvioinnissa tarkasteltiin lähinnä

merkkejä kiintoaineksesta esim. kohteilta, jossa vesi padottuu ja kiintoainetta laskeutuu.

Maastossa tarkastettiin paikkatietojen avulla määritellyt kohteet sekä kartoitettiin keinoja kuormituksen vähentämiseksi. Yhteisen valuma-aluesuunnittelun edetessä todettiin erityinen tarve Toivo-kosteikon valuma-alueen vesienhallinnan tehostamiselle. Vesienhallinta on tärkeä kuormituksen vähenemisen lisäksi myös alapuoleisten vesiensuojelurakenteiden tehokkaan toiminnan kannalta. Lisäksi virtaamien hallinnalla voidaan vaikuttaa peltoalueilla olevien uomien veden virtausnopeuteen sekä pienimuotoisesti myös tulvien esiintymiseen.

Metsätalouden vesiensuojelua tehostavina toimenpiteinä valuma-alueelle (kuva) on suunniteltu tehtäväksi virtaamansäätöpatoja (5-6kpl), ojatukkeita (3-4kpl.), pienimuotoista pintavalutusta (2kpl) ja pohjapatoja/kynnyksiä (2-4kpl.). Lisäksi on tarkoitus tehostaa alueella jo olevien laskeutusaltaiden (2kpl.) toimintaa mm. lisäämällä niihin puumateriaalia ja kunnostamalla purkukynnyksiä sekä kunnostamalla yhtä allaskokonaisuutta lisäaltaalla.



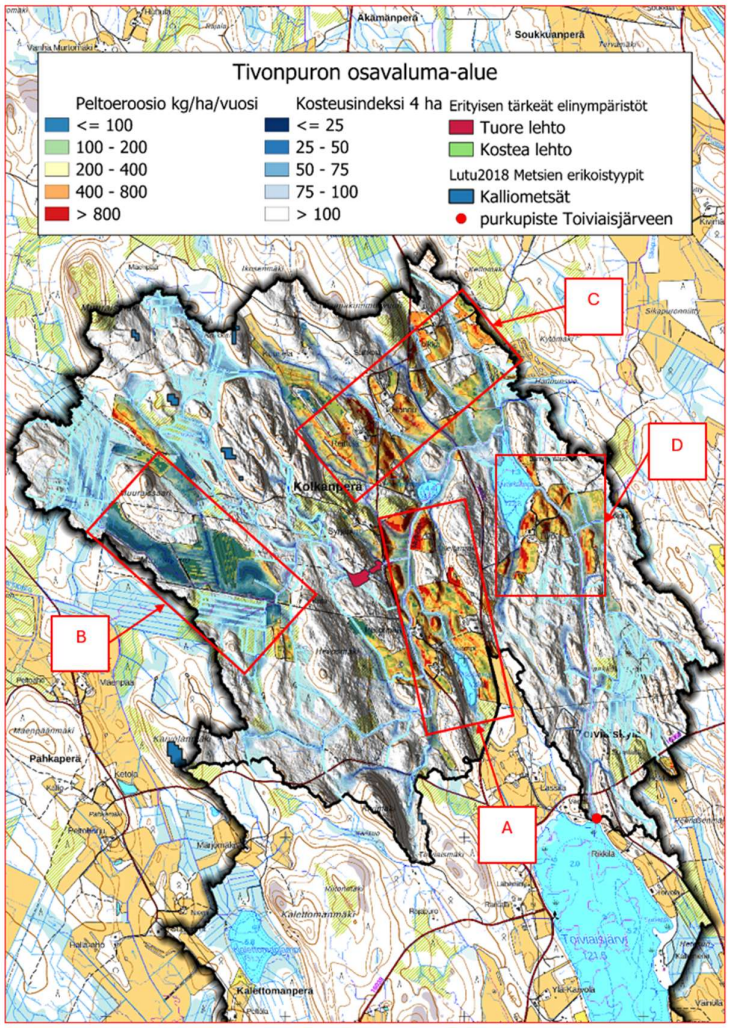
Kuva Metsätalousalueelle suunniteltujen toimenpiteiden sijoittuminen

Löytyneistä kohteista ja mahdollisista toimenpiteistä on keskusteltu alustavasti maanomistajien kanssa. Lisäksi on kerrottu mahdollisista rahoitusvaihtoehdoista. Rahoituksen mahdollisuutta on alustavasti kartoitettu Metka-rahoituksen osalta. Keskustelua rahoituksen osalta jatketaan Metsäkeskuksen ja maanomistajien kanssa Vaku-hankkeen jälkeen. Tarkoituksena on, että suunnitellut toimenpiteet saadaan toteutettua lähivuosien aikana.

3.7 Muut osavaluma-alueet

3.7.1 Tivonpuron osavaluma-alue

Tivonpuron 729 hehtaarin valuma-alueesta metsää on 516 hehtaaria ja peltoa 136 hehtaaria. Alueella sijaitsee erityisen tärkeäksi elinympäristöksi luokiteltuja tuoreita lehtoja (1 ha) sekä useita kalliometsäkuvioita (2,12 ha). Tuoreet lehdot on luokiteltu luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa (LuTu 2018) vaarantuneiksi ja kalliometsät silmälläpidettäviksi. Näissä elinympäristöissä elää paljon lajeja, jotka ovat niistä riippuvaisia. Kosteusindeksin, RUSLE-eroosioherkkyysmallin sekä virtausverkko- ja korkeusmallitarkastelun perusteella valuma-alueesta erottuu neljä maatalouden vesiensuojelun ja -hallinnan kehittämisen kannalta potentiaalista aluetta (kuva 8, A-, B-, C- ja D-alueet). Alueella on useita jyrkkärinteisiä peltolohkoja ja metsäalueita, joilla maan ollessa paljaana (kyntö, hakkuun jälkeinen muokkaus) on riskinä voimakas eroosio.



Kuva 96. Tivonpuron osavaluma-alue (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Luke, Syke)

Tivonpuron valuma-alueella sijaitsee kolme uoman yhdistämää lampea, Päälampi, Paskolampi ja Tivonlampi. Jälkimmäisestä vedet laskevat puroa pitkin Toiviaisjärveen. Mallinnuksen mukaan eroosioriskialueita ovat Päälammen (A), Paskolammen pohjoispuolen (B) ja Tivonlammen itäisen (C) puolen alueet.

Maastokäynnit toteutettiin alueille A ja D. Niillä havaittiin, että käytännön tasolla alueen viljelijöille on mahdollisuuksia vaikuttaa vesistökuormitukseen viljelytoimenpiteillä. Osittain kuormitusta vähentäviä viljelytoimia alueella havaittiinkin. Esimerkiksi alueella A oli jätetty suojakaistoja ojien varteen. Alueella D vierailtiin maanomistajan kanssa ja hän kertoi, että peltoja pidetään pääasiassa nurmipeitteisinä ja uoman varressa olevalla metsään rajautuvalla peltolohkolla on päädytty voimakkaampiin kuormituksenvähentämistoimiin. Myös analyysiä maaperästä on hyödynnetty lannoituksen tarkentamisessa.

Maastotarkasteluissa huomattiin, että yleisesti ottaen Tivonpuron alueella ojitus vaikuttaa lampien ja järven välillä olevassa pääuomassa riittävältä ja sen muokkaamista kannattaa välttää, mikäli välttämätöntä tarvetta ei aiheudu. Ojien penkereillä olevat suojakaistat kannattaa säilyttää ja maan kasvikuntoon kannattaa kiinnittää huomiota. Esimerkiksi kuoppatestien tekeminen sekä ravinneanalyysien käyttäminen peltojen kunnon ja lannoituksen suunnittelussa on suositeltavaa. Kaltevilla lohkoilla nurmikasvien tai muiden syväjuuristen kasvien sekä mahdollisimman runsaan maan kasvipeitteisen ajan suosiminen ovat keinoja vähentää vesistökuormitusta.

Vaku-hankkeessa tehtyjen määritysten ja arvioiden mukaan Tivonlampi saattaa nykyisellään toimia luontaisena suodattimena, joka pidättää osan yläpuoliselta alueelta tulevasta maa- ja metsätalouden kuormituksesta. Tivonlammen kuormituksen seuranta myös jatkossa voisi olla järkevää.

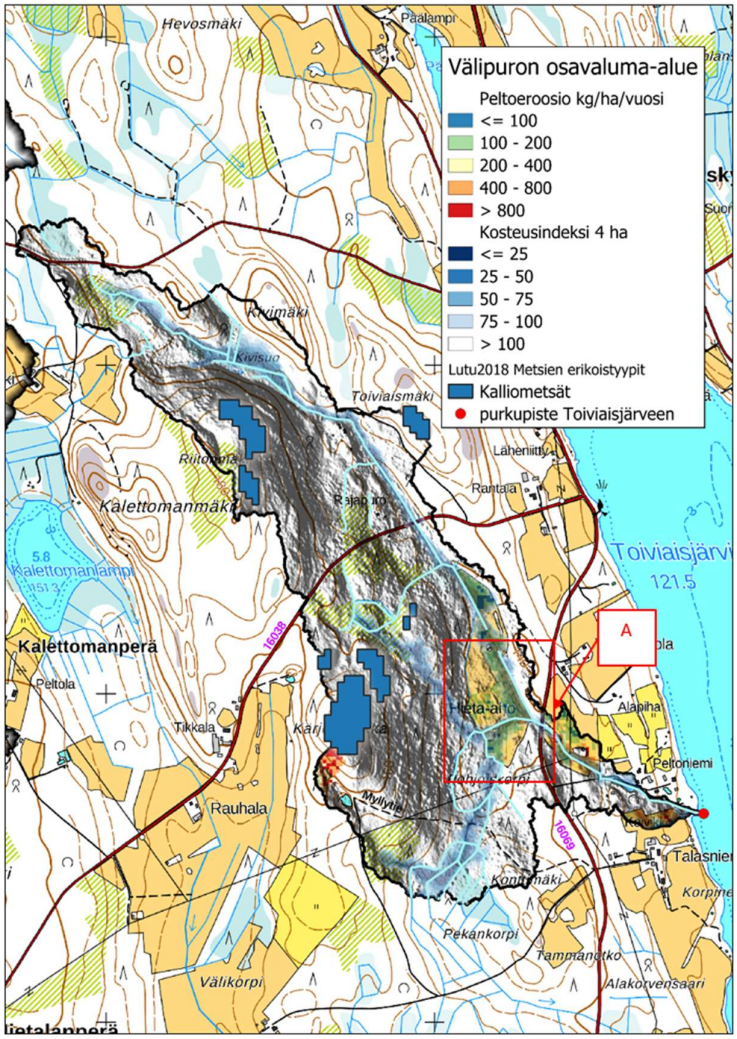
Kosteusindeksitarkastelun nojalla Muuraissuon (kuvan 9 B-merkintä) alueella olevien peltolohkojen kosteusolosuhteet näyttäisivät olevan erityisen haastavia. Kosteudesta mahdollisesti kärsiviä peltoalueita löytyy karttatarkastelun perusteella paikoitellen muiltakin kuvassa 8 esitetyiltä alueilta.

Alueella todettiin myös mahdollisuus toteuttaa rysäkalastusta Tivonlammessa. Lammessa kalastava paikallinen asukas kertoi lammen kalakannasta. Rysäkalastuksella lammesta olisi mahdollista pyytää vähempiarvoista kalaa ja vähentää näin vesistöalueen sisäistä kuormitusta. Kalat kulkevat Toiviaisjärven ja Tivonlammen välillä, koska kalankulun esteitä uomassa ei näiden vesistöjen välillä ole.

3.7.2 Välipuron osavaluma-alue

Välipuron noin 120 hehtaarin osavaluma-alueen (kuva 10) maankäytöstä peltoalueet kattavat 81 hehtaaria ja metsä 354 hehtaaria. Välipuron valuma-alueen kapeanomainen ja jyrkkäpiirteinen maasto aiheuttaa alueen pinta-alaan nähden hetkellisiä virtaamiltaan suuria piikkejä, jotka voivat aiheuttaa paikoin suurenkin eroosioriskin alueen uomastoille sekä pelto- ja metsäalueille. Korkeuseroa latvavesistön ja Toiviaisjärveen purkavan purkupisteen välillä on noin 40 metriä. Valuma-alueella on noin 6 hehtaaria kalliometsäalueita.

Alueella saattaa esiintyä myös tulvimista ja hetkittäistä padottumista suurten virtaamapiikkien aikaan Hieta-Ahon peltoalueella (kuvassa 9, A-merkintä). Kosteusindeksitarkastelun perusteella kyseisellä peltolohkolla voi esiintyä haasteita kosteusolosuhteiden osalta voimakkaiden sateiden ja tulvimisen aikaan. Tämän peltolohkon osalta vesienhallintaan kannattaa kiinnittää erityisesti huomiota.



Kuva 97. Välipuron osavaluma-alue. Kosteudesta ja mahdollisista äkillisistä tulvista sekä padotuksesta kärsivä alue. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Luke, Syke)

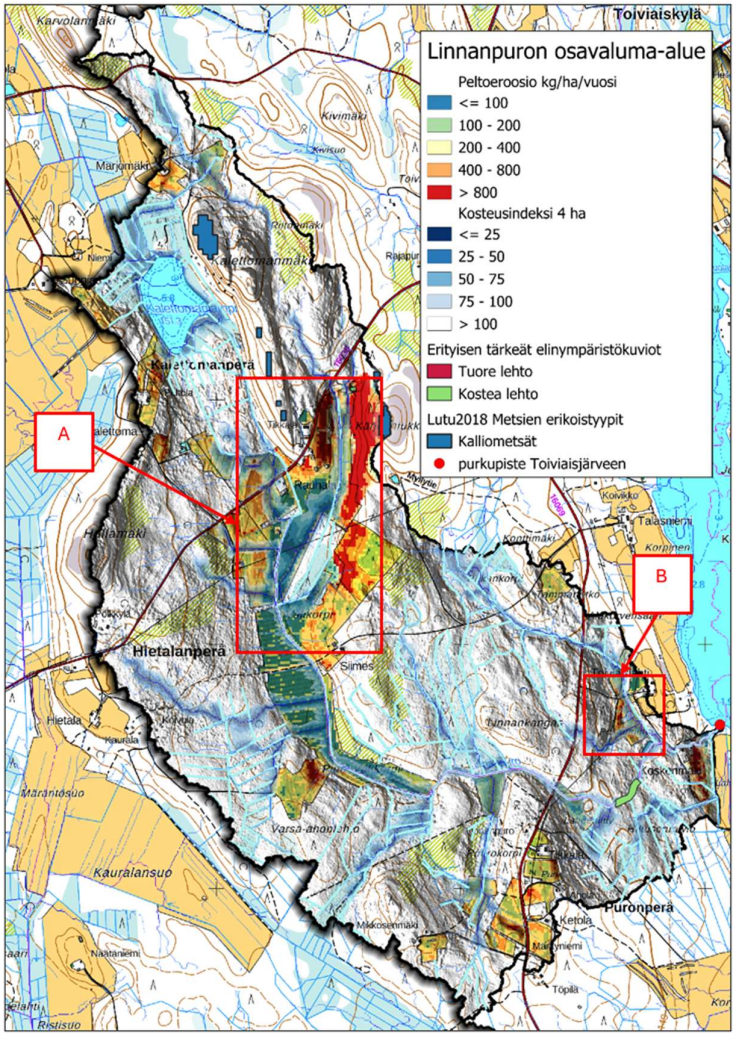
3.7.3 Linnanpuron valuma-alue

Linnanpuron noin 475 hehtaarin osavaluma-alueen maankäytöstä peltoalueet kattavat 81 hehtaaria ja metsä 354 hehtaaria. Paikkatietoaineistotarkastelussa osavaluma-alueella sijaitsee kostea lehto (0,4 ha), joka on metsälaissa määritelty erityisen tärkeäksi elinympäristöksi. Lisäksi valuma-alueelta löytyy useita kalliometsäkuvioita (4,2 ha). Kostea lehto ja kalliometsät on esitetty kuvassa 11.

Eroosiolle herkimmät kohteet sijaitsevat Linnanpuron pohjoispuolella missä rinnejyrkkyydet ovat paikoitellen merkittäviä (kuvassa 10, A-merkintä). Lisäksi kosteusindeksin perusteella samalla alueelle saattaa esiintyä hetkittäisiä tulvimisia ja

veden pidempiaikaista viipymää. Pellon vettymistä ja tulvimista esiintyy todennäköisesti myös Pekanniityn peltolohkolla (Kuvassa 10, B-merkintä), missä lohkon läpi vaikuttaisi virtaavan Metsäkeskuksen virtausverkkomallinnuksen perusteella yksittäisiä noroja.

Linnapuron alajuoksulla havaittiin maastokäynnillä kalankulkuesteitä, joiden poistoa suositellaan. Yksi esteistä on pääasiassa puumateriaalia oleva pato, jonka poistaminen onnistuu kohtuullisen helposti. Tämän lisäksi alajuoksulla rantasaunan edustalle on rakennettu puroon allas, jonka reunat on tehty betonista. Tämän kalankulkuesteen muuttaminen olisi myös tärkeää. Puron yläosassa tavattiin myös pieniä vanhoja patorakenteita, joiden purkaminen voi tulla kalankulun vuoksi myös tarpeeseen. Purossa on myös kohtia, jossa on runsaasti eroosiota ja pohjakynnysten toteuttamisia tällaisille osuuksille kannattaa harkita. Myös tällä valuma-alueella maa- ja metsätalouden käytännöillä on mahdollista vähentää kuormitusta. Alueella esiintyy myös turvemaata, joten orgaanisen hiilen kuormituksen vähentäminen on tärkeää Toiviaisjärveä tummentavan vaikutuksen hillitsemiseksi.



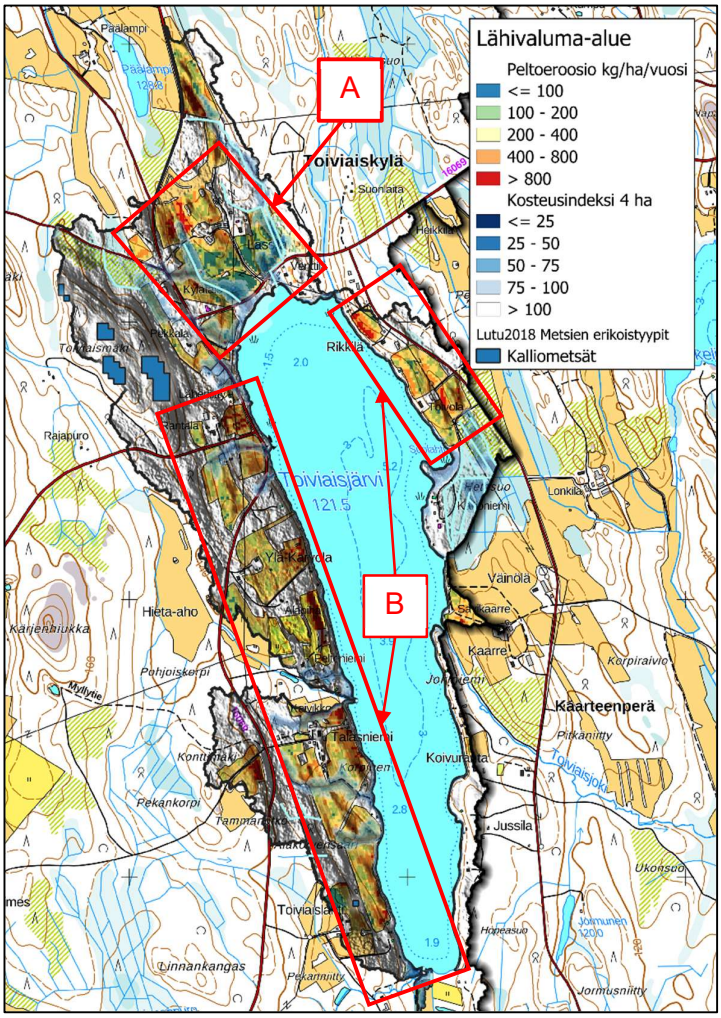
Kuva 98.Linnanpuron osavaluma-alue. A (Rauhala)- ja B (Pekanniitty)-alueilla mahdollisia kosteudesta kärsiviä ja potentiaaliselle eroosioriskille herkkiä kohteita. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Luke, Syke)

3.7.4 Lähivaluma-alue

Lähivaluma-alue on noin 166 hehtaarin osavaluma-alue, jonka maankäytöstä peltoalueet kattavat 52 hehtaaria ja metsäkuviot 67 hehtaaria. Tämä on ainoa valuma-alueista, jota ei tarkasteltu maastossa. Paikkatietoaineistotarkastelun perusteella osavaluma-alueella sijaitsee useita kalliometsäkuvioita (2,12 ha).

Lähivaluma-alueella sijaitsee runsaasti peltoalueita, jotka ovat paikoitellen hyvinkin lähellä Toiviaisjärveä (kuva 12, A- ja B-merkinnät). Näillä alueilla on kohonnut kuormitus- ja eroosioriski, ja kohteissa toteuttavilla maa- ja metsätalouden vesienhallinnan ja vesiensuojelun toimenpiteillä voidaan potentiaalisesti edistää Toiviaisjärven ekologista tilaa. Valuma-alueen pinta-alasta noin 30 % on viljelyksessä ja 40 % metsätalouskäytössä.

Tällä valuma-alueella maatalouden toimenpiteet ovat erityisen merkittäviä. Mahdollisten suojavyöhykealueiden etsintä yhdessä maatilayrittäjien voisi olla yksi vaihtoehto. Lähivaluma-alueelta voisi etsiä myös mahdollisia kunnostettavia kalojen kutupaikkoja.



Kuva 99. Lähivaluma-alue. A- ja B-merkintöjen kohteet potentiaalisia eroosioriskialueita ja osassa myös herkästi vettyviä alueita. (Paikkatieto-/kartta-aineisto; MML, Luke, Syke)

3.8 Yhteenveto

Tässä Toiviaisjärven valuma-alueelle keskittyvässä tarkastelussa on etsitty monin eri menetelmin erilaisia keinoja parantaa vedenlaatua, maankäyttöä, valuma-alueen vesienhallintaa sekä Toiviaisjärven tilaa. Selvitystä on tehty yhteistyössä maanomistajien, paikallisten toimijoiden ja asiantuntijaorganisaatioiden kanssa. Aiemmin kuvatuissa Toiviaisjärven osavaluma-alueiden kuvauksissa on mainittu erilaisia toimenpiteitä, joita voidaan suositella valuma-aluetoimiksi kussakin kohteessa. Toiviaisjärven tapauksessa valuma-alueella tehtävät toimenpiteet ovat hyvin oleellisia Toiviaisjärven tilan parantamista ajatellen ja niiden pitkäjänteinen toteuttaminen on tärkeää. Maanomistajien motivointi ja kannustaminen toimenpiteisiin on isossa roolissa. Alueen valuma-aluetyö jatkuu Vaku-hankkeen jälkeen Ahti-ohjelmasta saadulla rahoituksella. Toteutuksesta vastaa Toiviaisjärven seutu ry sekä Savonia-ammattikorkeakoulu. Hankkeen tavoitteena on Toiviaisjärven kunnostustoimenpiteet, valuma-alueen kuormituksen vähentäminen sekä Toivo-kosteikon toiminnan seuranta, erityisesti puupuhdistamon osalta. Lisäsi metsäalueiden luonnonhoitoa pyritään edistämään Vaku-hankkeessa suunniteltujen toimenpiteiden osalta Metsäkeskuksen ja maanomistajien yhteistyönä.

4 Hirvisuon vesienpalautuskohde

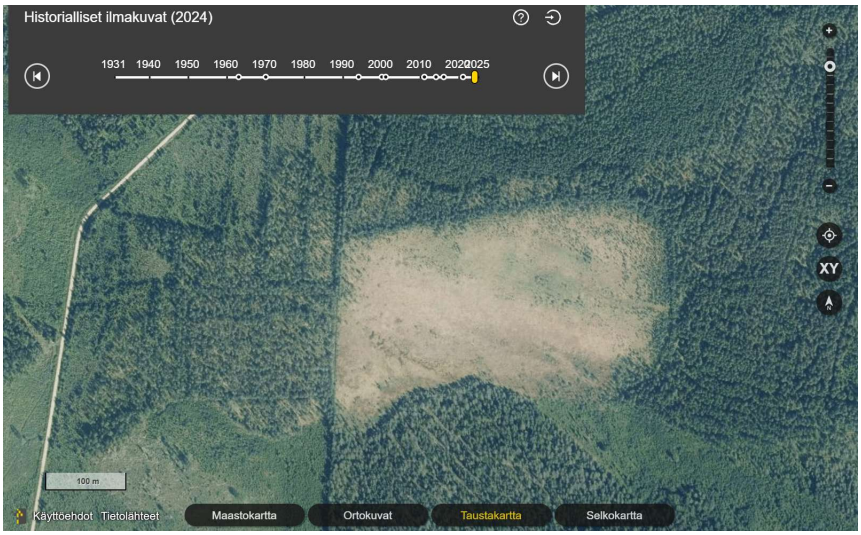
4.1 Hirvisuon kohdekuvaus ja tavoitteet

Inka Nykänen ja Teija Rantala, Savonia-ammattikorkeakoulu

Yhtenä Vaku-hankkeen tavoitteen oli selvittää kitu-joutomaan mahdollisuutta vesien viivyttämiseen. Tavoitteena oli löytää kohde, jossa alapuolinen maatalousmaa olisi hyötynyt vesien viivyttämisestä. Käytännössä sopivan kohteen löytäminen oli vaikeaa, koska kohteessa piti olla myös selkeä poistouomasto, josta veden virtaamaa oli mahdollista seurata. Käytännössä kohteeksi valikoitui pieehkö Hirvisuon alue Vieremällä, Rotimo -järven itäpuolella. Vaku-hankkeessa Hirvisuolta kartoitettiin sen kasvillisuutta ja sen hydrologiaa seurattiin. Lisäksi tehtiin erilaisia valuma-aluetarkasteluja sekä maastossa että paikkatietoaineistoin. Tarkoituksena oli kerätä taustatietoa alueesta sekä paikkatietoaineistoista tulevaa vesienpalautusta ja sen jälkeistä seurantaa varten.

Hirvisuon luoteisosa on ojitettu ilmakuvien perusteella ennen 60-lukua, lounaisosa ennen 70-lukua ja suon itä- ja pohjoisreuna todennäköisesti 80-luvulla. Eteläreuna ja suon keskiosa on säilynyt ojittamattomana. Ennen itä- ja pohjoisreunaan tehtyjä ojituksia Hirvisuolle ohjautui sade- ja sulamisvesiä ylempänä sijaitsevilta suo- ja metsäalueilta ja pienen puron tai kaivetun uoman kautta läheisestä lammesta. Ennen ojitusta suo on saanut vettä myös itäpuolen metsäalueiden tihkupintalähteiköstä. Sade- sulamis- ja lähdevedet ovat paitsi pitäneet Hirvisuon nykyistä kosteampana myös tuoneet suolle ravinteita.

Kuva 1. Hirvisuo Paikkatietoikkunan historiallisessa ilmakuvassa vuodelta 1963. Kuvakaappaus otettu kesäkuussa 2025. Karttatason tiedontuottaja Maanmittauslaitos.



Kuva 2. Hirvisuo Paikkatietoikkunan historiallisessa ilmakuvassa vuodelta 2024. Kuvakaappaus otettu kesäkuussa 2025. Karttatason tiedontuottaja Maanmittauslaitos.

4.2 Hirvisuon kasvillisuustyyppi

Inka Nykänen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Ojituksen vaikutus näkyy selkeimmin pohjois- ja itäreunoissa, jotka ovat muuttuneet nevasta isovarpurämeeksi (pohjoisreuna) tai korveksi (itäreuna) (kuvat 1. ja 2.). Pohjoisreuna on isovarpurämettä, jossa puulajina on mänty ojanvarren hieskoivuja lukuun ottamatta. Kenttäkerroksessa valta-asema suurilla suovarvuilla (suopursu, juolukka ja vaivaiskoivu). Itäpäässä puusto on nuorta ja heikkokasvuista (kuva 3.). Valtapuulajina on hieskoivu ja kuusi. Lisäksi pajua on runsaasti. Pohjakerroksessa on runsaasti korpikarhunsammalta ja kenttäkerroksesta löytyy raatetta, puolukkaa ja metsäkortetta.

Kuva 3. Hirvisuon itäpään kasvillisuutta.

Myös keskiosan neva on kuivunut ja rimpipinnat ovat hävinneet ja mätäspinnat lisääntyneet. Keskiosan suotyyppi on nyt oligotrofinen eli niukkaravinteinen sararäme niillä osilla, jotka ennen saivat valumavesien mukana ravinteita (kuva 4.). Vallitsevina kasveina ovat tupasvilla ja suursarat. Raatetta esiintyy yleisesti ja harvakseltaan myös maariankämmekkää. Ruohoisuus lisääntyy itä-/koillispäätä tai toisaalta vanhaa keskellä suota sijainnutta uomaa lähestyttäessä (kuva 5.). Vanhan uoman läheisyydessä on rämekasvillisuuden seassa järvikortekasvustoja todennäköisesti jäänteinä kosteammasta menneisyydestä (kuva 6.). Puulajina on pohjois- ja keskiosissa mänty. Itään ja koilliseen päin mentäessä alkaa näkyä myös hieskoivua.

Kuva 4. Keskiosan oligotrofista sararämettä.

Kuva 5. Keskiosan ravinteisempien osien kasvillisuudessa ruohoisuus lisääntyy lähestyttäessä itäpäätä ja vanhaa uomaa.

Kuva 6. Järvikortetta ja raatetta rämeellä lähellä itäpään vanhaa uomaa.

Hirvisuon lounaisosaa ojitus on muuttanut vähiten. Aluetta kuivattaa alapuolinen reunaoja, mutta eteläpuolen kivennäismaiden sade- ja sulamisvedet pääsevät edelleen valumaan alueelle. Lounaisosan suotyyppi on oligotrofinen rimpinevaräme (kuva 7.). Mätäspinnat ovat lähes puutonta rahkarämettä, jossa ruskorahkasammal vallitsee ja varpuja on hyvin niukasti. Rimpipinnat ovat rahkasammalpeitteisiä. Suon keskustaa kohti mentäessä rimpipinnat häviävät ja suo muuttuu lyhytkortisemmaksi ja kuivemmaksi. Keskiosaa luonnehtii matala puuton mätäs-/välipinta. Vallitsevina lajeina on ruskorahkasammal, tupasluikka ja tupasvilla (kuva 8.). Varvuista suokukkaa esiintyy, mutta varpuja on hyvin niukasti. Alue on todennäköisesti ennen ojituksia ollut oligotrofinen lyhytkorsineva, mutta nyt muuttumassa lyhytkorsirämeen suuntaan (kuvat 9. ja 10.).

Kuva 7. Lounaiskulman niukkaravinteista rimpinevarämekasvillisuutta.

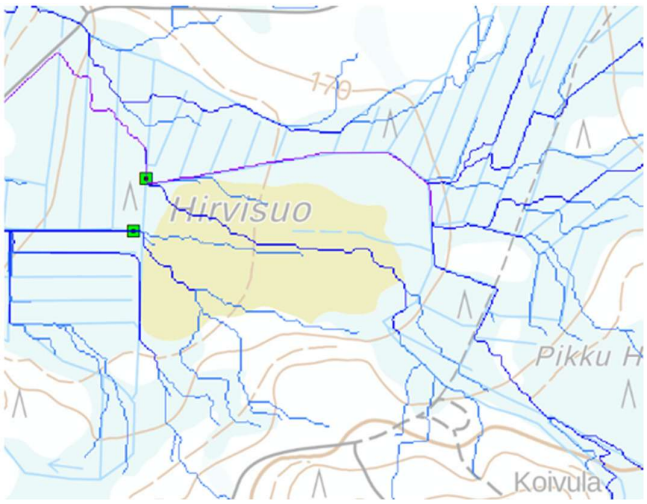
Kuva 8. Lähikuvaa keskiosan vähäravinteisen osan kasvillisuudesta: rusko- ja punarahkasammalta, suokukkaa ja tupasluikkaa.

Kuvat 9. ja 10. Keskiosan vähäravinteisen alueen kasvillisuutta.

4.3 Hirvisuon valuma-alueen seuranta ja vesienpalautuksen suunnittelu

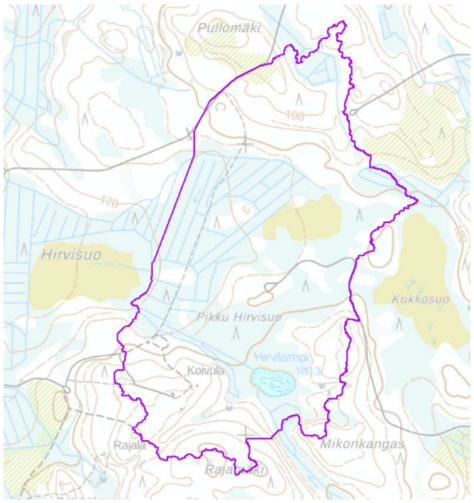
Juha Jämsen, Metsäkeskus ja Marko Häkkinen, Savonia-ammattikorkeakoulu

Hirvisuon valuma-alue koostuu kokonaisuudessaan metsätalousalueista. Ojitusjärjestelyiden yhteydessä Hirvisuolle luontaisesti valuneet vedet on ohjattu suoalueen ohi (kuva 11). Valuma-alueella on myös pieni lampi. Hirvisuo on suoalue, joka on pääosin ojitettu ja kunnostusojitettu. Noin 10 ha:n alue on ojittamatonta ja puutonta.



Kuva 100 Valuma-alueelta valuvat vedet kulkeutuvat suon pohjoispuolen reunaojaa pitkin suon ohi.

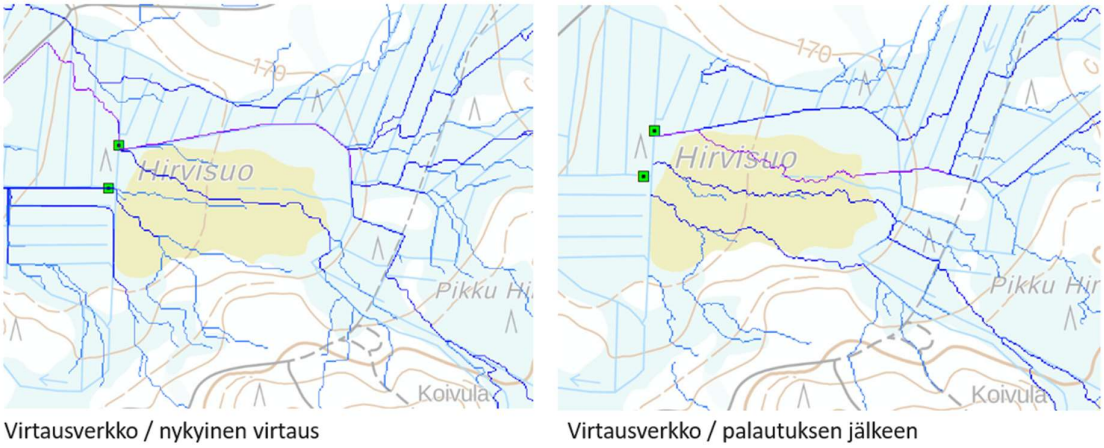
Tällä hetkellä Hirvisuolle valuu normaalitilanteissa pintavesiä noin 6,5 ha:n alalta. Tulva-aikaan vesiä suotautuu alueelle hiukan tätä enemmän. Tällä hetkellä puuttoman Hirvisuon osuuden luonnontilainen valuma-alue on paikkatietoaineistojen perusteella noin 90 ha. Palautettava osuus pyritään saamaan lähelle luonnontilaista (kuva 12).



Kuva 101 Hirvisuo ja palautettava valuma-alue

Vedet purkautuvat pois Hirvisuolta ja sen yläpuoleiselta valuma-alueelta kahdesta kohtaa. Virtausreitit yhdistyvät ennen päätymistä läheiseen Rotimojärveen. Alapuoleisella virtausreitistöllä on tapahtunut syöpymistä, jonka merkit näkyvät järveen päätyneenä maa-aineksesta muodostuneena niemekkeenä.

Vesienpalautuksen tavoitteena on palauttaa valuma-alueen luontaisia virtauksia ja hydrologiaa siten, että Hirvisuolle palautetaan vesiä noin 88 ha:n valuma-alueelta. Palautuksen vaikutuksia virtausreittien muutoksiin on pyritty mallintamaan paikkatietoaineistoista mm. QGIS ja ArcMap ohjelmiston avulla (kuva 13). Tavoitteena oli samalla löytää mahdollisia keinoja vesienpalautuksen suunnitteluun. Virtausreittien muutosten mallintaminen on hankkeessa saatujen kokemusten perusteella mahdollista avoimen QGIS ohjelmiston avulla, jolloin se on kaikkien toimijoiden käytettävissä. Lopullisesti mallinnuksen hyöty voidaan arvioida toimenpiteen toteutuksen jälkeen.

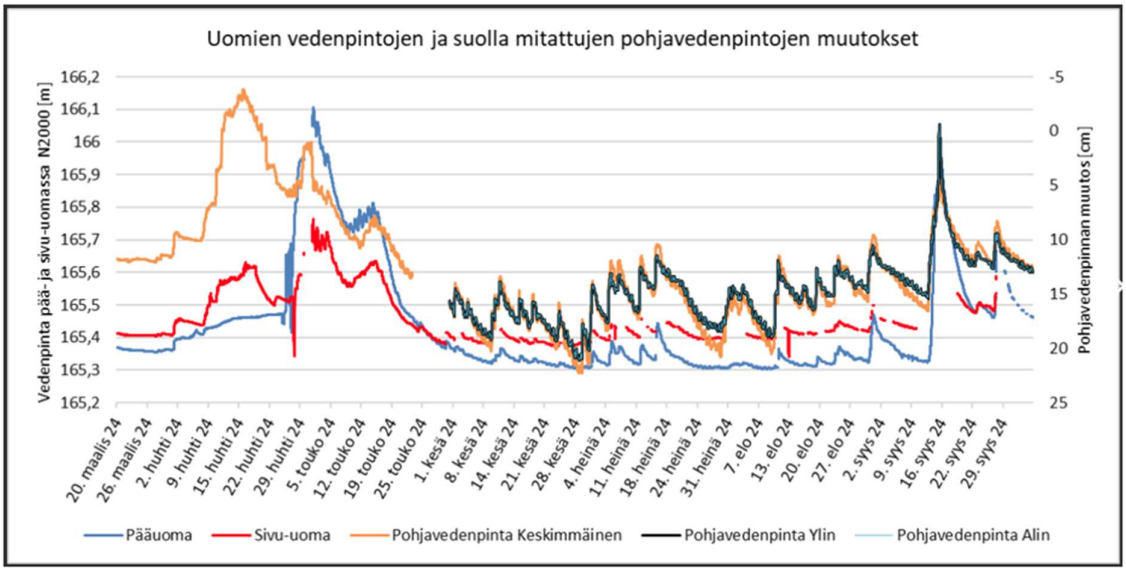


Kuva 102. Hirvisuolla tapahtuvat mallinnuksen mukaiset virtausreitin muutokset palautuksen jälkeen. Kuvassa vihreällä neliöllä purkupisteet.

Kohteen seurannan tavoitteena on selvittää vedenpalautuksen vaikutusta kohteen alapuolella olevien uomien veden virtausnopeuksiin. Tätä varten Hirvisuolta on kerätty tietoa ennen toimenpiteen toteutusta kohteen vedenpinnan tasosta kolmella pohjavesianturilla sekä suolta purkautuvien vesien vedenpinnan korkeutta sekä virtausnopeutta kahdelta purkupisteeltä (kuva 14).

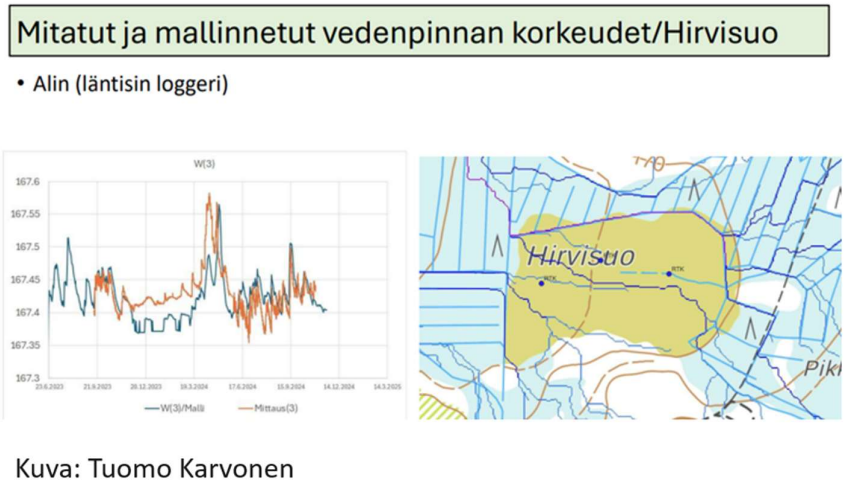
Vesienpalautuksen suunnittelun ja kohdevalinnan osalta on tärkeää pyrkiä tunnistamaan etukäteen kohteen ominaisuudet, joilla on vaikutusta alapuoleisen virtausverkon hydrologian muutoksiin. Vaku-hankkeessa saatujen kokemusten ja tietojen perusteella on tärkeää huomioida mahdolliset muutokset kohteen purkupisteisiin ja sitä kautta alapuoleisissa uomissa tapahtuviin muutoksiin.

Seurantoja on tarkoitus jatkaa toteutuksen jälkeen, jolloin muutosten vaikutusta on mahdollista verrata myös kohteen alapuolella olevien uomien virtausnopeuksiin.



Kuva 103. Kuva Hirvisuon hydrologian seuranta. Jatkossa dataa verrataan toteutuksen jälkeiseen tilanteeseen.

Hankkeen aikana oli mahdollisuus saada käyttöön Kunnos-työkalulla tehty mallinnus pohjaveden pinnan tasosta. Mallin tuloksia verrattiin mitattuihin tuloksiin. Tavoitteena oli testata Kunnos-työkalun ja sen kaltaisten mallinnusten käyttömahdollisuuksia kohteiden vaikutusten etukäteisarvioinnissa. Tulosten vertailu hyödytti myös Kunnos-mallin kehittämistä. Kohdesuolta tehty mallinnus vastasi hyvin kohteelta mitattuja tietoja (kuva). Tämän perusteella näyttäisi, että mallinnuksen avulla on mahdollista saada tarvittava tieto kohdesuon hydrologiasta ja tätä voidaan mahdollisesti käyttää apuna kohdevalinnassa ja vesienpalautuksen suunnittelussa. Hirvisuon seurantaa on tarkoitus jatkaa vedenpalautuksen toteutuksen jälkeen.



Kuva 104. Maastossa mitatut todelliset ja Kunnos-mallin laskemat vedenpinnana korkeudet

Kuva Hirvisuon mitatut ja mallinnetut vedenpinnan korkeudet. Oikealla suolla olevien pohjaveden pinnan korkeuden mittauskohdat.

5 Valuma-aluetyöstä opittua

Valuma-alueet kuntoon –hankkeen aikana valuma-aluetyön kenttä on muuttunut Suomessa. Keskeiseksi ohjenuoraksi valmistui MMM:n ja YM:n Valuma-aluesuunnittelun tiekartta. Sen lisäksi paikallistoimijoille on ELY-keskukset tuottaneet valuma-aluesuunnittelun tilausohjeen. Vesi.fi -sivustolle on keskitetty ja koottu laajasti tietoa valuma-aluesuunnitteluun liittyen. Rahoituslähteistä on laadittu oma visuaalinen kuvaaja, huomioiden sekä maa- että metsätalouden rahoitusmahdollisuudet. Myös erilaisia toimintamalleja, sivustoja sekä raportteja valuma-aluesuunnitteluun liittyen on tuotettu. Koulutukset teemaan liittyen ovat lisääntyneet ja monipuolistuneet.

Verkosta löytyy nykyisin myös vapaasti hyödynnettävää koulutusmateriaalia aiheen ympäriltä. Koko kenttä on siis kokenut selkeän muutoksen ja kehitysaskeleen. Silti matkaa käytännön toteutuksiin on edelleen ja myös pullonkauloja on tunnistettu. Tässä luvussa kuvataan esimerkinomaisesti valuma-aluesuunnittelua Pohjois-Savossa sen mukaan, miten se on Valuma-alueet kuntoon –hankkeen toteuttajien näkökulmasta ymmärretty ja havaittu. Lisäksi kuvataan käytännön valuma-aluetyössä havaittuja teemoja sekä kokemusten ja asiantuntijayhteistyön kautta esille nousseita kehittämistarpeita.

5.1 Valuma-aluetyön kehittämistarpeita

Vaikka valuma-aluetyön merkitys on lisääntynyt vesiensuojelussa sekä maa- ja metsätalouden sopeutumisessa ilmastonmuutokseen, valuma-aluetason suunnittelu on vielä vähäistä verrattuna vesienhallinnan paikallisempaan suunnitteluun.

Valuma-aluetyön yleistymistä hidastaa mm. koordinoinnin ja selkeiden vastuutahojen puuttuminen, rahoituksen sektorikohtaisuus ja monimutkaisuus, tiedonlähteiden hajanaisuus sekä eri toimijoiden vastuulla olevat suunnittelujärjestelmät, jotka eivät linkity toisiinsa. Myös tilusrakenteiden pirstaleisuus ja valuma-alueilla oleva runsas maanomistajien määrä ovat haasteina. Valuma-aluehankkeet vaativat jonkun sitä vetävän tahon ja myös ihmisten välisillä sosiaalisilla suhteilla ja maanomistajien suhtautumisella on suuri merkitys työn onnistumiseen.

Kokonaisvaltainen valuma-aluesuunnittelu vaatii laajasti tietoa. Tietopohjan täytyisi olla suunnittelijalla ja valuma-aluehankkeita vetävillä toimijoilla monipuolinen, kattaen mm. maa- ja metsätalouden edellytysten ymmärrystä ja menetelmiä ympäristövaikutusten vähentämiseen, vesien tilaan ja -suojeluun liittyvää osaamista, vesien hallintaan ja johtamiseen liittyvää osaamista sekä mielellään myös ilmastonmuutokseen ja luonnon monimuotoisuuteen liittyvää osaamista. Paikkatietoaineistoihin liittyvät osaaminen on myös tärkeä osa työtä. Käytännössä suunnitteluun tarvitaan yleensä tiimi tai osaamista täytyy koostaa syvemmin eri teemoihin perehtyneiltä asiantuntijoilta. Käytännössä kuitenkin hanketoimijoilla ja suunnittelijoilla olisi tärkeää olla hallussa perusteet monesta eri valuma-aluetyötä koskevasta näkökulmasta. Laajojen teemaan liittyvien koulutuksen vähäisyys sekä sitä myötä kokonaisvaltaisten osaajien pieni määrä on yhtenä valuma-aluesuunnittelun pullonkaulana. Toisaalta myös toimijoiden, kuten urakoitsijoiden ja

rakennesuunnittelijoiden osaamisessa liittyen valuma-aluesuunnitteluun on vielä kehittämisen tarvetta.

Valuma-aluesuunnittelun laajaperäistämiseen tarvittaisiin koordinaatiota ja kannusteita. Rahoitusten osalta haasteena on monin paikoin ollut niiden kesto: Valuma-aluehankkeiden läpivieminen vie aikaa useita vuosia ja esimerkiksi kahdessa vuodessa hankkeen toteuttaminen on monin paikoin tiukka aikataulu. Rahoitusten muuttaminen pitkäjänteisemmiksi ja pysyvän koordinaatiotahon asettaminen olisivat tärkeitä askeleita kohti määrällisesti ja laadullisesti vaikuttavampia valuma-aluesuunnitteluhankkeita. Rahoituksissa omarahoitusosuudet voivat hankaloittaa rahoitusten hakemista, mikäli hakijalla ei ole omarahoitukseen riittävästi varoja.

Merkittävä teema valuma-aluekunnostusten onnistumisessa on kohteiden valinta. Kunnostettavia valuma-alueita on valtavan paljon. Rajallisten resurssien myötä oleellista on valita ne kohteet, joihin kannattaa erityisesti kiinnittää huomiota ja pyrkiä toteuttamaan suunnittelua ja kunnostuksia sekä jatkuvampaa kuormituksen vähentämistyötä. Pullonkaulana valuma-aluetyössä on voinut siis olla myös vaikuttavien kohteiden löytämisen haasteellisuus. Toisaalta ELY-keskukset tekevät vesienhoidon priorisointia. Se keskittyy vesistöihin ja tämä osaltaan palvelee valuma-alueiden priorisointia, mutta ei aivan täysin vastaa siihen. Tähän ratkaisua on haettu esim. HiiliVie-hankkeen paikkatietoa hyödyntävästä toimintamallista, mutta sen käyttöönotto ei ole vielä laajaa. Kohteiden löydyttyä toki tarvitaan myös maanomistajien kiinnostuksen herättämistä sekä maanomistajien tai ojitusyhteisön suostumus hankkeeseen. Tämä voi olla haasteellista, mikäli maanomistajia on alueella runsaasti.

5.1.1 Valuma-aluetyön rahoitus

Maa- ja metsätalouden vesienhallinnan avustushaku (Maa- ja Metsätalousministeriö sekä Ympäristöministeriö) mahdollisti valittujen valuma-aluehankkeiden rahoitusten alkamisia vuosina 2020–2023. Hallituksen vaihduttua rahoitusmalli loppui eikä kyseistä avustushakua ollut enää vuonna 2024. Uutena rahoituksena Ympäristöministeriöltä alkoi Ahti-ohjelma, joka suuntautuu ravinnekierrätykseen ja vesiensuojelun painopisteenä siinä on Saaristomeren valuma-alue. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset myöntävät myös avustuksia muun muassa vesien- ja merenhoitoa edistäville hankkeille, kuten vesistökunnostuksiin ja maa- ja metsätalouden vesienhallintatoimenpiteisiin. Määrärahat ovat kuitenkin pienemmät, kuten tukiprosentitkin. Muitakin rahoituslähteitä löytyy, esimerkiksi JTF-rahoituksen, Rakennerahastojen ja Maaseuturahaston puolelta. Niissä konkreettisten toimenpiteiden tekemisen haastetta asettaa hanketoimijaa sitovat investoinnin pysyvyysehdot.

Vastuu maa- ja metsätalouden vesienhallinnan toimista on siirtynyt enemmän pienille, paikallisille toimijoille. Salinjoki- ja Vaku- hankkeiden myötä on kuitenkin tullut ilmi, että laajempien valuma-alueiden vesienhallintahankkeiden eteenpäin vienti vaatii paljon monipuolista osaamista ja aikaa. Toimiakseen tämä malli vaatii paljon osaavia ja aktiivisia paikallisia toimijoita. Näitä toimijoita ei löydy aina sieltä missä maa- ja metsätalouden vesienhallintatyölle olisi suurin tarve vesiensuojelun näkökulmasta.

5.1.2 Urakoiden suunnittelu ja toteutus

Maa- ja metsätalouden kuivatusta ei olla menneisyydessä suunniteltu tyypillisesti valuma-alueiden vesienhallinnan näkökulmasta, eikä tämä ole tyypillistä vielä nykyisinkään. Valuma-alueen vesienhallintaan perehtyneitä suunnittelijoita ja luonnonmukaisiin kunnostuksiin perehtyneitä urakoitsijoita on vielä rajallisesti, vaikka koulutuksia näihin teemoihin on lisätty. Yrittäjillä, jotka ovat juuri perehtyneet teemoihin voi myös olla haasteita saada ensimmäistä toimeksiantoa suunnitteluun tai urakointiin, koska referenssejä teemaan ei vielä ole. Lisäksi rahoitusmahdollisuuksien vaihtelut vaikuttavat alaan. Kun ensimmäiset rahoitukset valuma-alueiden vesienhallintaan myönnettiin vuonna 2020 lisääntyi nopeasti tarve valuma-aluesuunnittelijoille ja vuosien 2020–2024 aikana alaan perehtyneiden asiantuntijoiden määrää kasvoi. Lähtökohtaisesti valuma-aluesuunnittelu vaatii hyvin monipuolista osaamista mm luonnonmonimuotoisuudesta, hydrologiasta ja vesiensuojelusta. Lisäksi toimialaosaaminen (maa- ja metsätalous) on erittäin hyvä lisä työssä. Samankaltaista osaamista vaadittaisiin myös toteuttajapuolella. Usein hankkeissa monen eri osaajaan yhteistyöllä saadaan hyvä lopputulos, kun eri osaamiset voidaan tuoda mukaan suunnitteluun.

5.2 Valuma-aluetyön toteuttaminen Pohjois-Savossa

Valuma-aluesuunnittelun toimintatapoihin liittyen on käyty keskusteluja Vaku-hankkeen toimijoiden kesken hankkeen aikana. Keskustelua teemaan liittyen käytiin myös HiiliVie-yhteistyöhankkeen työpajoissa. Lisäksi Vaku-hankkeessa pidettiin aiheen pohdintaan yhteinen palavari hankkeen osatoteuttajien ja Pohjois-Savon ELYn kesken. Tässä luvussa kuvataan tiivistetysti Pohjois-Savon valuma-aluetyön nykytilannetta sekä sen haasteita ja kehittämistarpeita.

5.2.1 Valuma-aluetyön toimintatapa Pohjois-Savossa

Valuma-aluesuunnittelua tehdään Pohjois-Savossa tällä hetkellä erityisesti vesienhoidon suunnittelun näkökulmasta. Vesienhoidon suunnittelussa arvioidaan erityisesti valuma-alueilta tulevia paineita vesistöihin, mutta myös valuma-aluenäkökulman laajempi huomiointi myös toimenpiteiden kohdentamisessa olisi jatkossa tarpeen.

Pohjois-Savon ELY toimii vesienhoidon suunnittelun ja toimenpiteiden koordinoinnin vastuuviranomaisena maakunnassa. Yhdessä sidosryhmien kanssa asetetaan kuuden vuoden välein vesienhoidon tavoitteet. Tavoitteiden pohjalta ohjataan alueen vesienhoidon hanketoimintaa ja suunnataan harkinnanvaraisia avustuksia. Nykyisin keskeinen osa valuma-alueiden kunnostustoimintaa ovat myös luonnonhoito- ja ennallistamishankkeet, joita toteutetaan mm. Helmi-elinympäristöohjelman ja Priodiversity LIFE hankkeen kautta.

ELY on mukana vesienhoitoonkin liittyen mm. maatalouden ympäristötukien ohjaamisessa (esim. ETI), koulutuksessa ja neuvonnassa. Samoin metsätalouden kanssa yhteistyö koulutuksen ja hankkeiden myötä on tiivistä. ELYllä on erilaisia vesitalouteen liittyvä operatiivia tehtäviä ja kehittämishankkeita, esimerkiksi

ilmastonmuutoksen liittyvää sopeuttamista. Näillä kaikilla on osaltaan liittymäpintaa valuma-aluetyöhön.

Vesienhoidon suunnittelua ohjataan vesienhoidon yhteistyöryhmässä, joka kattaa laajasti eri sektoreiden toimijoita elinkeinoelämästä, tutkimuksesta, hallinnosta jne. Vesienhoidon suunnittelua tehdään ELYllä ja toimialakohtaisissa alaryhmissä. Vesienhoidon yhteistyöryhmä toimii myös aktiivisena tiedonvälityskanavana vesienhoidosta kuten myös valuma-aluetyöstä Pohjois-Savossa.

Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistyksellä on merkittävä rooli Pohjois-Savon vesistökunnostushankkeiden käynnistämisessä ja vetämisessä. Pohjois-Savon ELYllä ja Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistyksellä on ollut yhteinen järvikunnostusten toimintamalli, jossa ne käyvät tiivistä vuoropuhelua vesistökunnostusten kohteista, painopisteistä ja tarpeista. Kunnostettavat kohteet nousevat vesienhoidon toimenpidetarpeista, mutta myös paikallistoimijoiden aktiivisuudella ja ELYlle tai Vesiensuojeluyhdistykselle tekemillä aloitteilla on merkitystä. Vesiensuojeluyhdistyksellä valuma-aluetoimenpiteiden painotus vesistökunnostushankkeissa on lisääntynyt sisältäen mahdollisimman laajasti valuma-alueen eri toimialat. Yhdistyksellä on vesistökunnostuksissa toimivia yhteistyöverkostoja, jotka vaihtelevat hankkeiden mukaan.

Metsäkeskuksen hankkeisiin kohteet tulevat luonnonhoitohankkeiden kautta ja tähän mennessä valuma-alueiden vaikutuksia ei olla erityisesti priorisoitu kohteiden valinnassa. Paikalliset tarpeet ovat usein lähtökohtana, jolloin aina ei priorisoinnin lähtökohdista lähdetä liikkeelle. Kohteiden pisteytyksessä kuitenkin korostuu vesienhoitoteema. Metsäkeskuksessa on valuma-alueiden valinnassa käytetty apuna metsätalouden kuormituksen mallinnusta. Yhtä aikaa Vaku-hankkeen kanssa on Metsäkeskuksen mallia edelleen kehitetty valuma-alueiden ja tehokkaimpien vesiensuojelukohteiden priorisoinnin tueksi. Mallilla laadittiin hankkeen loppupuolella alustavia kurmitusarvioita myös Salinjoen ja Toiviaisjärven valuma-alueille. Toiviaisjärven osavaluma-alueilta saatuja tietoja tullaan käyttämään apuna mallin testauksessa.

Savonia-ammattikorkeakoulu on tullut maakunnan valuma-aluetyöhön mukaan kehittämishankkeiden myötä noin vuoden 2020 aikoihin. Näkökulmana Savonialla on soveltava tutkimus ja toimialojen kehittäminen. Näin ollen Savonian valuma-aluetyö painottuu hankkeisiin, joissa valuma-aluesuunnittelua tai toimenpiteitä kehitetään ja uudistetaan (TKI-työ). Lisäksi Savonia tekee osana TKI-työtään ympäristön tilan seurantaa liittyen valuma-alueisiin. Savonia vie valuma-alueteeman kehittämishankkeiden tuloksia ja tietoja myös opetukseen ja on ollut mukana edistämässä valuma-alueteeman koulutuksen kehittämistä.

5.2.2 Valuma-aluetyön haasteita ja kehittämistarpeita Pohjois-Savossa

Valuma-aluesuunnitteluun liittyen on paljon toimintaa meneillään ympäri Suomea ja tietojen vaihtaminen teemasta valtakunnallisella tasolla koetaan entistä tärkeämmäksi. Myös valuma-aluetyön vaikuttavuuden seurantaa olisi hyvä kehittää. Näin keskittyminen oleellisiin ja vaikuttaviin toimenpiteisiin vahvistuisi.

Pohjois-Savossa valuma-aluesuunnittelu kytkeytyy tiiviisti vesienhoidon suunnitteluun, jossa eri toimialat suunnittelevat tavoitteita pääasiassa erillään aikataulujen ollessa tiukat. Myös vesienhoidon raportointivelvoitteet keRaskittyvät pääasiassa vesistöihin, ei niinkään valuma-aluetyöhön. Kriittisten, toimia ensimmäiseksi vaativien, valuma-alueiden tunnistaminen vesienhoidon suunnittelun vaiheessa olisi kuitenkin tärkeää. Vesiensuojeluyhdistys onkin tunnistanut yhteistyössä ELY-keskuksen kanssa muutamia vesistöalueita, joihin on tarvetta kohdentaa aktiivista vesiensuojelun edistämistoimintaa. Näiden kohteiden edistäminen ja toimijoiden aktivoimoinen on aloitettu.

Vuoden 2026 alussa voimaan tuleva aluehallinnon organisaatiomuutos vaikuttaa laajasti ympäristöasioiden hallintoon ja vaikutuksia ei vielä tiedetä. Näin ollen myös valuma-aluetyön koordinointi kehittyy jatkossa uuden organisaation mahdollistamalla tavalla. Joka tapauksessa yhteinen foorumi vesienhoidon ja valuma-aluetyön edistämiseksi koetaan myös jatkossa tärkeäksi. Esimerkiksi yhteinen suunnittelu hankkeiden suuntaamisesta nähdään oleellisena osana yhteistyötä. Tähän liittyen myös paikkatietoaineistojen lisääntyvä hyödyntäminen ja kehittyminen koetaan tervetulleeksi.

Valuma-aluetason suunnittelua on tehty pääsääntöisesti vesienhoidon näkökulmasta. Jatkossa monimuotoisuuden ja ennallistamisen merkitys kasvaa mm. ennallistamisasetuksen tavoitteiden myötä. Vesienhallinnan, valuma-aluesuunnittelun ja ennallistamisen tavoitteita on siis tärkeää sovittaa jatkossa entistä enemmän yhteen.

Pohjois-Savoon, kuten muuallekin, on tulossa entistä enemmän toimijoita, jotka toteuttavat valuma-aluesuunnittelua ja -kunnostuksia. Listaus toimijoista auttaisi toiminnan koordinoinnissa. Myös valuma-aluetalkkareiden hyödyntäminen on yksi tulevaisuuden mahdollisuus maakunnassa. Tärkeäksi nähtiin, että toteutetut toimenpiteet merkittäisiin Vesistökunnostajan karttapalveluun, että kaikilla toimijoilla olisi mahdollisuus niihin perehtyä. Valuma-aluetyöhön olisi tärkeää saada mukaan laajasti erilaisia organisaatioita, kuten metsäyhtiöitä, neuvontaorganisaatioita, tutkimusta, valtion hallintoa, kuntia sekä yksityisiä palveluntarjoajia. Näiden toimijoiden osaamisen kehittäminen valuma-aluesuunnittelusta ja urakoista koetaan myös tärkeäksi kentän muuttuessa eli hankkeiden ja valuma-aluehankkeita tekevien toimijoiden määrän lisääntyessä.

5.2.3 Esimerkki toimintamallista valuma-alueella: Järviyhdistysvetoinen valuma-aluetyö

Toiviaisjärven seutu ry (järviyhdistys) toimi yhteistyökumppanina Vaku-hankkeessa. Vaku-hankkeessa on tehty järviyhdistyksen kanssa yhteistyötä Toiviaisjärven valuma-alueen vesistökuormituslähteiden kartoituksessa, maanomistajien kontaktoinnissa, tilaisuuksien järjestämisessä sekä kosteikkourakassa. Lisäksi järviyhdistyksen jäsenet toimivat Vaku-hankkeen ohjausryhmässä maanomistajien edustajina. Järviyhdistyksen toimijat ovat antaneet yhdessä Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistyksen kanssa Vaku-hankkeelle taustatietoja pitkästä vesistökunnostustyöstään. Lisäksi järviyhdistyksen toimijat ovat toimineet tärkeinä yhteyshenkilöinä Vaku-hankkeen toimijoiden ja maanomistajien välillä.

Järviyhdistyksen rooli on ollut merkittävä Vaku-hankkeen budjetilla Toiviaisjärven eteläpäähän toteutetun kosteikon suunnittelussa ja toteutuksessa.

Toiviaisjärven kosteikon suunnittelu aloitettiin kesäkuussa 2024 ja järviyhdistys osoitti siinä erityistä sitoutumista vuokraamalla maanomistajalta kosteikon toteutukseen tulleen maa-alueen, valmistautuen myös kosteikon ylläpitoon tulevina vuosina. Yhdistyksen jäsenet osallistuivat kosteikon suunnittelukokouksiin yhdessä Vaku-hankkeen osapuolten ja kilpailutetun suunnittelijan kanssa. Järviyhdistyksen rooli kosteikon toteutusvaiheessa oli myös erittäin merkittävä; tiivis osallistuminen urakan työmaapalavereihin sekä talkootyö urakan toteutusvaiheessa, mm. puupuhdistamon rakentamisessa ja rankkasateiden aikaisten huoltotöiden tekemisessä. Järviyhdistys on onnistunut saamaan kosteikolle ja sen erityslaatuiselle puupuhdistamolle hyvin myös medianäkyvyyttä.

Järviyhdistys on toiminut erittäin esimerkillisesti, aktiivisesti ja myös luovalla tavalla Vaku-hankkeen yhteistyökumppanina. Toiviaisjärven seutu ry:n toiminta toimii esimerkkinä järviyhdistyksen aktiivisesta ja monipuolisesta toimintatavasta.

5.3 Yhteenveto

Valuma-alueilla tehtävillä toimenpiteillä on suuri merkitys vesiensuojelussa. Valuma-alueilla tehtäviä toimia voidaan kohdentaa sinne mistä tulee suurinta kuormitusta, niillä voidaan vaikuttaa myös ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen sekä monimuotoisuuteen. Vesi ei valitse reittejään maankäyttömuotojen mukaan, joten yhteistyön tekeminen valuma-alueen eri maankäyttösektorien kesken on tärkeää jatkossakin, jotta vesiensuojelutoimia alueilla voidaan tehdä kustannustehokkaasti ja järkevästi.

Valuma-alueet kuntoon –hankkeessa valuma-aluetyötä tehtiin esimerkkikohteiden kautta, kehittäen valuma-aluetyön toteutuksen edellytyksiä Pohjois-Savossa sekä lisäten asiantuntijoiden, maanomistajien ja muiden sidosryhmien osaamista valuma-aluetyöstä monipuolisesti. Myös hankkeen toteuttajien osaaminen kehittyi merkittävästi hankkeen aikana, esimerkiksi paikkatietoaineistojen hyödyntämisen ja ympäristön tilan mittaamisen ja mittausdatan analysoinnin osalta. Käytännön kohteet toimivat hyvin hankkeen toteutuksessa ja samalla saatiin toteutettua valuma-aluesuunnitelmia, tietoa ympäristön tilasta eri alueilla sekä konkreettisia toteutuksia, kuten Toiviaisjärven valuma-alueen kosteikon.

Valuma-alueet kuntoon –hanke johti jatkohankkeiden hakuun ja sen tuoma tietotaito edesauttaa edelleen valuma-aluetyön kehittämisessä ja sitä myöten vesiensuojelussa Pohjois-Savon alueella. Hankkeen toimijat verkottuivat hankkeen aikana mm. erilaisissa tilaisuuksissa ja koulutuksissa entistä vahvemmin myös valtakunnallisesti valuma-aluetyön parissa toimivien tahojen kanssa.

LÄHTEET

Berglund, K. (1989). Ytsänkning på mosstorvjord. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för markvetenskap. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 89:3

Eurofins-Agro, 2021. Maan NIR-analyysi päivitetty 7.4.2021 (viitattu 27.8.2023) https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2858012/soilnir_yleistae-070421.pdf

Heinonen, R. 1961. Boorin niukkuus raudanpuutostaudin aiheuttajana kaurassa rahkasuolla. Maataloustieteellinen aikakauskirja/Suomen maataloustieteellinen seura 33:1 s. 267–271.

Myllys, M. 2008. Soiden maatalouskäyttö tänään. Teoksessa: Korhonen, R. ym. Suomi - Suomaa. Suoseura ry ja Maahenki oy. s. 138–143.

Ruokavirasto 2023. Ympäristökorvauksen sitoumusehdot 2023. https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ymparistokorvaus/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot-2023/#id-5-turvepeltojen-nurmet

Zhang, C. 2013 Seasonal response of biomass growth and allocation of a boreal bioenergy crop (Phalaris arundinacea L) to climate change. Dissertationes Forestales 162. s. 32.

Suomen Ympäristökeskus, 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella (viitattu 7.12.2023) http://hdl.handle.net/10138/306745

Ruokavirasto. Peltolohkorekisteri. Paikkatietoaineisto. https://www.paikkatietohakemisto.fi/geonetwork/srv/fin/catalog.search#/metadata/6eb3a2c7-020f-4724-9b0f-74113a626039

[1] Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Valuma-aluelähtöinen suunnittelu ja vesienhoidon toimenpiteiden implementointi. Haasteet Suomessa ja EU:n alueella: https://www.doria.fi/handle/10024/187060

[2] Valtioneuvoston julkaisuja. Valuma-aluesuunnittelun tiekartta vuoteen 2030: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165409

[3] Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 : Osa 1. Vesienhoitoaluekohtaiset tiedot.: https://www.doria.fi/handle/10024/184581

[4] Metsäkeskus. Suomemetsänhoidon paikkatietoaineistot. Metsäojaston paikkatietoaineistot

[5] ELY. ELY-keskusten karttapalvelut. https://www.ely-keskus.fi/web/karttapalvelut/ymparisto

[6] Västilä K. 2015. Flow–plant–sediment interactions: Vegetative resistance modeling and cohesive sediment processes. Aalto University Doctoral Dissertations 220/2015.

[7] Järvelä, J., & Västilä, K. 2016. Luonnonmukainen vesirakentaminen peruskuivatuksessa. Sven Hallinin tutkimussäätiö 70 vuotta. 131-141.

[8]Jormola J., Harjula H., ja Sarvilinna A. 2003 Luonnonmukainen vesirakentaminen, Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus.

[9]Vesi. fi -sivuston tietopankki https://vesi.fi/aineistopankki/luonnonmukaisen-peruskuivatuksen-menetelmat/ kohta pohjapadot ja -kynnykset. Luettu 14.3.2024.