

Maa- ja metsätalouden turvemaiden vesien yhteishallinta ravinnekuormituksen ja valunnan määrän näkökulmasta (TURVESOPU)

Päätoteuttaja: Luonnonvarakeskus (Luke)

Osatoteuttaja: Oulun yliopisto (OY)

Hankkeen toteutusaika: 30.11.2020 - 15.11.2022

Hankkeen yhteyshenkilö: tutkija Maarit Liimatainen, Luonnonvarakeskus.

Yhteystiedot:

Sähköpostiosoite: maarit.liimatainen@luke.fi

Puhelin: +358 29 5322 466

Postiosoite: Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

Hankkeen aikana syntyneet tuotokset löytyvät hankkeen päättymisen jälkeen: hankkeelle on perustettu oma nettisivu Luken verkkosivuille (<https://www.luke.fi/fi/projektit/turvesopu-01>). Osana hankkeen toimintaa valmistunut diplomityö (Miika Läpikivi, Oulun yliopisto) löytyy verkkojulkaisuna ja on vapaasti ladattavissa (<http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202201181059>). Veden varastoaltaan rakennuskustannukset on esimerkkitapauksena valmisteilla olevassa Peltokastelu-oppaassa. Työn alla on lehtikirjoitus Vesitalous-lehteen hankkeen toimintaan liittyen.

1 Tiivistelmä / yhteenveto hankkeen toteutuksesta ja saavutetuista tuloksista

Hankkeessa oli tavoitteena toteuttaa maatalouden veden varastointiratkaisu yhdistämällä maa- ja metsätalouden vesienhallinta. Hankkeessa suunniteltiin ja toteutettiin pellon yläpuolisen metsävaltaisen valuma-alueen valuntavesien varastointi niin, että varastoidun veden avulla turvepellolla voidaan kasvukauden aikana viljellä korotetulla pohjaveden pinnankorkeudella. Tavoitteena oli löytää konkreettisia ratkaisuja siihen, miten turvepeltojen ilmastopäästöjä voitaisiin hillitä vesienhallinnan avulla. Haluttiin myös selvittää, millaisia ratkaisuja maataloudella on tulevaisuudessa vastata ennakoituun tarpeeseen kastella pelloja ennustettujen kuivuusjaksojen lisääntyessä. Veden saanti säätokastelujärjestelmän käyttöön on tärkeää myös happamien sulfaattimaiden alueella, sekä alueilla missä salaojaputkia vaivaa rautasaostumat.

Suunnittelutyön pohjalta hankkeessa toteutettiin veden varastointi rakentamalla 0,7 ha veden varastoallas, mihin kerätään pellon ohi luontaisesti virtaavia valuntavesiä. Veden varastointi haluttiin toteuttaa mahdollisimman kustannustehokkaasti huomioiden maatalouden talouspaineet ja siksi ratkaisussa haluttiin välttää veden pumppaaminen esim. joesta. Suunnittelutyössä tehtiin valuma-aluekartoituksia ja tiivistä yhteistyötä Maveplanin kanssa eri ratkaisujen tarkastelussa. Veden varastointi toteutettiin veden varastoaltaan muodossa hankkeen aikana ja allas valmistui talvella 2022. Kasvukausi 2022 seurattiin altaan täyttymistä ja veden pysymistä siellä missä halutaan. Hankkeessa toteutettiin vedenlaatumittauksia sekä seurattiin kaivuutöiden aiheuttamia mahdollisia

Loppuraportti: Maa- ja metsätalouden turvemaiden vesien yhteishallinta ravinnekuormituksen ja valunnan määrän näkökulmasta (TURVESOPU)

vesistökuormitusriskejä. Rakentamisen ei havaittu aiheuttavan happamoitumisriskiä, mutta seuranta jatketaan hankkeen jälkeen. Ojien ravinnepitoisuudet ja kasvihuonekaasupäästöt vaihtelivat ajallisesti sekä eri maankäyttömuodoissa. Veden varastoallas maksoi 72 000 € (alv 0%). Altaalla kasteltava pelto on kooltaan 26 ha, joten turvepellon kastelu maksoi tällä tavoin toteutettuna n. 2 800 €/ha.

2 Hankkeen lähtökohta, tavoitteet ja kohderyhmä / kohdealue ja kartta

Maatalouden vesitalouden hallinnassa on korostunut peltojen kuivatus, jonka ensisijaisena tavoitteena on turvata viljelykasveille otollinen kasvuympäristö. Samalla pyritään varmistamaan pellon kantavuus, jotta tarpeelliset viljelytoimet voidaan suorittaa oikea-aikaisesti. Kuivatusvesien mukana pelloilta poistuu myös sekä lannoituksessa lisättyjä että peltomaasta irtoavia ravinteita. Peltojen kuivatuksen muuttaminen avo-ojituksesta salaojitukseen vähentää pintavalunnan kautta syntyvää vesistöjen ravinnekuormitusta. Salaojiin voidaan lisäksi rakentaa säätökaivot, mikä mahdollistaa kuivatusvesien varastoinnin ojaan, mikä vähentää salaojavalunnan määrää.

Säätösalojitukselta on erityistä ympäristöllistä hyötyä happamien sulfaattimaiden viljelyssä. Säätösalojitus mahdollistaa niillä pohjaveden pinnankorkeuden säilyttämisen niin, että pellon syvemmissä kerroksissa jäljellä olevat ja happamuutta hapettuessaan tuottavat rikkiyhdisteet eivät pääse hapettumaan. Samalla saadaan estettyä peltomaissamme varsin runsaana esiintyvien rautayhdisteiden hapettuminen salaojia tukkivaksi ruosteeksi. Vedenpinnan korkeuden säätämisestä korkeammalle turvepelloilla on hyötyä myös kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä.

Pellon pohjaveden pinnankorkeuden säätelyssä joudutaan ottamaan huomioon viljelytekniikan vaatimukset. Kevällä pellon pohjaveden pinnankorkeutta on laskettava peltomaan kantavuuden lisäämiseksi, jotta välttämättömät viljelytoimet voidaan toteuttaa oikea-aikaisesti niin, että ne eivät johda peltomaan rakenteen tiivistymiseen. Kasvukauden alussa sadannan määrä on yleensä niukka, mikä saattaa johtaa siihen, että kasvuston kehitys kärsii kuivuudesta, koska pellon pohjaveden pinnankorkeus laskee liian alas. Kuivuushaitan ennustetaan käynnissä olevan ilmastonmuutoksen myötä jatkossa ainoastaan pahenevan. Siitä on suurta haittaa maataloudelle, koska kevätiljoilla saavutettavissa olevan jyväsadon määrä määräytyy jo kasvuston varhaiskehityksen aikana. Säilörehunurmilla määrältään suurin ja laadultaan paras sato korjataan yleensä kasvukauden ensimmäisestä niitosta. Kuivuusjaksot voivat toisaalta tulla mihin aikaan vain ja ajoituksessaan esimerkiksi heti ensimmäisen niiton jälkeen hidastavat kasvuston kasvua pienentäen toisen nurmisadon määrää. Siksi on tarvetta tarkastella paikallisten vesivarastojen ja vedenhallinnan mahdollisuuksia erilaisilla valuma-alueilla.

Suuri osa Pohjanmaan pelloista sijoittuu jokilaaksoihin. Peltojen ja niiden yläpuolisten metsäalueiden kuivatusvedet johdetaan jokiin ja lopulta Pohjanlahteen. Näin syntyvä vesistöjen hajakuormitusta on perusteltua tarkastella kokonaisuutena ja kuormitusta vähentäviksi tavoitellut toimet olisi samoin perusteltua suunnitella yhteisesti. Pilottoimme tässä hankkeessa toimintamallin, jossa osa pellon yläpuolisen valuma-alueen valuntavesistä

varastoidaan käytettäväksi pellon pohjaveden pinnankorkeuden säätelyyn. Se voi olla kustannustehokas malli toteuttaa peltojen kastelu samalla, kun menettely voi vähentää maa- ja metsätalousmaiden synnyttämää vesistökuormitusta.



Kuva 1. Ruukin tutkimuspellot ja niiden yläpuolinen valuma-alue luokiteltuna eri maankäyttömuotoihin. Palloilla merkittynä näytteenottopisteet valumaveden laadun tarkkailuun.

Tässä hankkeessa toteutettu veden varastointimalli hyödyntää pellon ohi luontaisesti, erityisesti keväällä, virtaavia vesimassoja, joiden hyödyntäminen mahdollistaa kastelun myös sellaisilla pelloilla, jotka eivät sijaitse joen tai muun paikallisen vesivaraston läheisyydessä. Tämän hankkeen puitteissa haluttiin toteuttaa malli, jossa veden siirto viljelypelloille ei perustu pumppaamiseen, jotta kustannukset pysyvät maltillisena. Pilotoitu malli on siten helpommin toteutuskelpoinen taloudellisesta näkökulmasta, kun pumppaamisesta aiheutuvat kustannukset jäävät pois. Toisaalta pumppaaminen esim. joesta haluttiin välttää siitä syystä, ettei jokiympäristöt erityisesti kuivina kesinä kestä laajamittaisempaa veden pumppaamista.

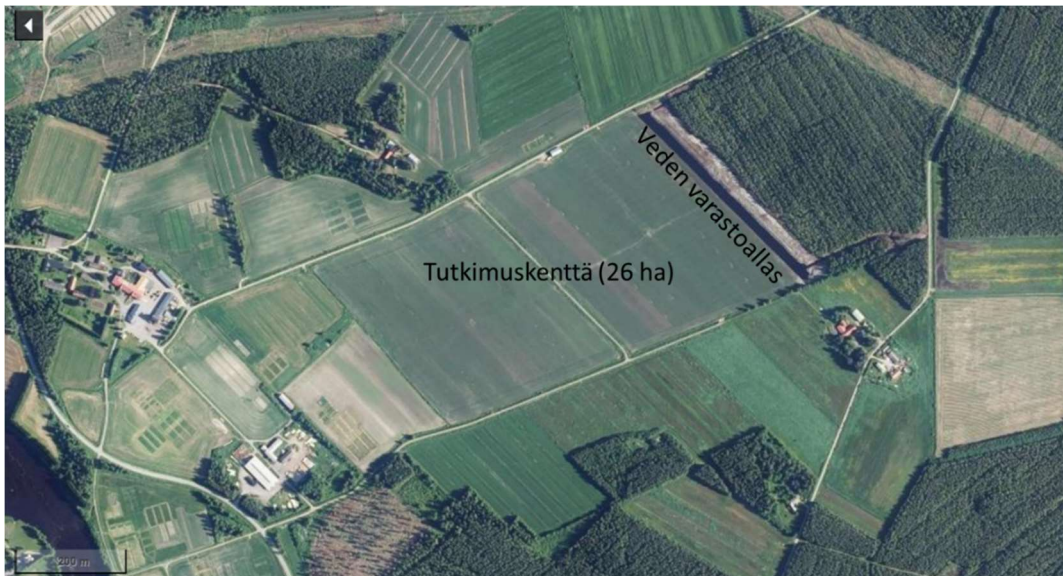
Tämä hanke kohdentui Luonnonvarakeskuksen (Luke) Ruukin toimipisteessä olevaan tutkimuskenttään ja sen valuma-alueeseen (**Kuva 1.**). Tutkimuskenttä sijaitsee noin puolen kilometrin päässä Siikajoesta ja kentän ohi virtaavien valtaojien suurimman valuma-alueen koko on noin 4 km².

3 Projektin toteutus

Hankkeen tehtävänä oli suunnitella ja toteuttaa viljelyalueen yläpuolisen metsätalousvaltaisen valuma-alueen sulamis- ja kuivatusvesien varastointi niin, että varastoidun veden avulla viljelyalueella voidaan säilyttää kasvukauden aikana tavoiteltu turvepellon pohjaveden pinnankorkeus. Hankkeen koalueena oli Luonnonvarakeskuksen Ruukin tutkimuskenttä (**Kuva 2.**), joka sijaitsee Siikajoen kunnassa happamien sulfaattimaiden alueella. Tutkimuskenttä on kooltaan 26 ha ja sen turpeen syvyys vaihtelee välillä 15-75 cm. Peltoa ympäröivän valuma-alueen valuntavedet laskevat Siikajokeen. Hankkeen **työpaketissa 1** kartoitettiin mahdollisuuksia yhdistää maa- ja metsätalouden vesienhallinta ja sitä kautta varastoida valuma-alueen vesiä maatalouden käyttöön. **Työpaketissa 2** tehtiin vedenlaatumittauksia tutkimuskentän valuma-alueelta ja avo-ojista ja tavoitteena oli selvittää veden laatua maankäytöltään erilaisissa vesistöissä.

Työpaketti 1 – Veden varastointi

Valuma-alueen sulamis- ja kuivatusvesien varastointi aiottiin toteuttaa alkuperäisen suunnitelman mukaisesti varastoimalla tarvittava vesimäärä valuma-alueen metsäojiin ja peltoalueen läpäiseviin valtaojiin. Suunnittelun edetessä kävi ilmi, että veden varastointi metsäojiin oli mahdollista vain kesän alkupuolella, koska pidemmälle jatkuessaan siitä olisi haittaa puustolle. Lisäksi valuma-alueella on käynnissä pitkäaikainen metsänkasvatuskoe, jonka toteutusta vesien varastointi metsäalueelle olisi häirinnyt. Veden varastointi peltoalueen valtaojiin olisi puolestaan häirinnyt naapuritilojen viljelyä ja todennäköisesti tien rakennetta. Siksi vesien varastoinnissa päädyttiin ratkaisuun, jossa tarvittava vesimäärä varastoidaan pellon ja metsän rajalle rakennettavaan altaaseen, joka yhdistetään pellon säätösalaajaverkostoon.



Kuva 2. Luonnonvarakeskuksen Ruukin säätösalaajitettu tutkimuskenttä on kooltaan 26 ha ja turpeen syvyys vaihtelee välillä 15-75 cm. Tutkimuskenttä on jaettu kahdeksaan reilun 3 ha:n lohkokoon. Etäisyys Siikajokeen on noin 500 m.

Allasrakenteen mitoitukseen tehtiin selvitys- ja mitoituskalkelma 1) kuinka paljon kasteluvettä tarvitaan Ruukin pelloille, 2) kuinka paljon yläpuolinen valuma-alue voi 'tuottaa' kasteluvettä eri vuodenaikoina (**Liite 1, Diplomityö Miika Läpikivi**). Vesitaseiden kautta arvioitiin kesän aikaista (kesä-, heinä- ja elokuu) säätöveden vajausta. Taseissa peltojen haihduntaa korvataan sadannan lisäksi peltojen valuma-alueelta muodostuvalla valunnalla. Taseita laskettiin säämittauksien keskiarvoilla, vuosien 2018–2020 mittauksiin perustuen, sekä arvioitiin ilmastonmuutoksen vaikutusta taseisiin vuosisadan loppuun mennessä. Mahdollisen vajauksen täyttämiseksi arvioitiin erilaisia varastointivaihtoehtoja, tässä tapauksessa vaihtoehtoja olivat peltojen lähelle kaivettava varastoallas, valtaojien padottamisella saatava varasto sekä valuma-alueen metsäojien tilavuudet. Vuosina 2018–2020 kaikkien peltolohkojen pohjaveden pinta oli vuosittain keskimäärin syvemmällä kuin 30 cm syvyydessä. Ohutturpeisilla (< 40 cm) lohkoilla pohjaveden pinta vaihteli vuosittain 84–129 cm välillä. Paksurpeisilla (40–60 cm) lohkoilla pohjaveden pinta vaihteli 64–96 cm välillä.

Mittauspisteiden keskiarvojen mukaan peltojen vesitase on positiivinen kaikkina kesäkuukausina, eli sadanta ja valunta riittävät yhdessä täyttämään haihduntaa pelloilta. Vuonna 2018 tase oli negatiivinen kesä- ja heinäkuussa ja veden vajoaus oli 142 mm. Vuonna 2019 tase oli negatiivinen heinäkuussa ja vajoaus oli 81 mm. Vuonna 2020 tase oli negatiivinen kesäkuussa ja vajoaus oli 80 mm. Kovin pienillä valuma-alueilla peltojen yläpuoliselta valuma-alueelta tuleva valunta ei ole siis luotettava kasteluvien lähde.

Lisäksi arvioitiin valunnan pidättämisen mahdollisuuksia Ruukin valuma-alueella. Yläpuolisen valuma-alueen metsäojien kokonaispidätystilavuudeksi arvioitiin 285 mm. Lisäksi peltojen viereen arvioitiin pystyttävän tekemään vesiallas, jonka pinta-ala on 0,7 ha ja tilavuus 38 mm. Valtaojien padottamisella saatiin aikaiseksi 12,5 mm vesivarasto neljällä padolla. Varastoaltaan tilavuus ja kesän aikainen keskimääräinen valunta kuitenkin riittäisivät säätökastelemaan pellot ainakin kerran kasvukauden aikana ja useammin, mikäli sadantaa ja sitä myöten valuntaa olisi enemmän altaan täyttymisen kannalta.

Allasrakentamisen suunnitelma (**Liite 2**) kattoi vesien johtamisessa ja varastoinnissa tarvittavat mitoitukset, laitteet ja rakenteet. Suunnittelusta vastasi hankkeen ostopalveluna Maveplan tiiviissä yhteistyössä hankehenkilöstön kanssa. Altaan koko määräytyi paikallisten olosuhteiden kautta siinä mielessä, että viereisen metsän lannoituskokeet ja rajanaapureiden sijainti estivät suuremman altaan rakentamisen jo lähtökohtaisesti. Varastoaltaan tilavuuden (9 100 m³) riittävyttä kasteluun tarkasteltiin myöhemmin niin, että se riittää kesän aikaisen valunnan kanssa, viljelykasvien vedenkulutus, veden haihdunta ja pellon kaltevuus huomioiden, säilyttämään viljelyalueen pohjaveden pinnankorkeus tarvittaessa koko kasvukauden ajan 30 cm pellonpinnasta.

Ennen altaan rakentamista kaivettiin loppuvuodesta 2021 Pohjois-Pohjanmaan liiton rahoituksella (ALLAS-hanke) tutkimuspelloille jakokanava, jonka avulla vettä voidaan ohjata kullekin kahdeksalle lohkolle erikseen (**Kuva 3.**). Tämä tietynlainen runkolinja integroi veden varastoaltaan osaksi tutkimuskentän säätösalaajärjestelmää.

Alkuvuodesta 2022 kaivetun altaan pituudeksi tuli 410 m ja leveydeksi 17 m, eli noin 0,7 ha. Allas kaivettiin muodoltaan pitkäsivuiseksi ja kapeaksi suorakulmioksi, jotta sen pohjalle kertyvä sedimentoitava aines voidaan tarvittaessa poistaa. Altaan syvyys on 1,6 m ja mutta

pohjalle on jätetty 30 cm kiintoainevara, eikä allasta ole tarkoitus päästää sen tyhjemmäksi. Altaan tilavuus on pieni suhteessa valuma-alueelta saatavissa olevaan vesimäärään. Pääosa valunnasta ajoittuu keväälle, jolloin allas on helposti täytettävissä. Altaan ollessa täysi, valunta voidaan ohjata settipadolla ohittamaan allas. Jos altaaseen ohjautuu liikaa vettä, ylijäämä poistuu altaasta saamaa reittiä kuin valuma-alueen altaan ohittavat vedet.



Kuva 3. Kastelualtaalta lähtevä ns. jakokanava kytkettiin turvepellon salaojastoihin. Altaan sijainti on pellon ja metsän reunassa (ei vielä kuvan ottohetkellä kaivettu). Kuva: Jusa Kokko, Luke.

Ennen veden varastoaltaan kaivamista Metsähallitus poisti puustoa noin 40 metrin kaistaleelta ennen kaivuutöiden aloittamista. Kaivuutyöstä kertyneet maamassat pengerrettiin altaan metsänpuoleiselle laidalle niin, että penkan alimmaiseksi sijoitettiin altaan pohjalta kertynyt maa-aines (**Kuva 4.**). Kaivuutyö jouduttiin näin ollen toteuttamaan siirtelemällä kaivuumassoja useaan otteeseen. Menettelyllä pyrittiin siihen, että altaan pohjan mahdolliset sulfidikerrostumat jäivät maapenkan sisään suojaan hapettumiselta. Altaan peltoa sivuavalle reunalle asennettiin pellonpinnasta kahden metrin syvyyteen saakka ulottuva muovi, jonka tarkoituksena on estää allasveden suotautuminen hallitsemattomasti peltomaahan. Suunnitteluvaiheessa pohdittiin, että asennetaanko itse varastoaltaan pohjalle muovi tai muu rakenne, joka estää veden suotautumisen altaasta maahan. Turvekerrosten alla oli kuitenkin tasainen savikerros (**Kuva 5.**) ja sen arvioitiin oleva riittävä rakenne pitämään vesi altaassa. Lisäksi esim. pohjan muovitus nähtiin riskinä, että

mikäli altaan pohjasta täytyy jossain vaiheessa poistaa ylimääräistä kiintoainesta, muovi ei tule säilymään tässä toimenpiteessä ehjänä.



Kuva 4. Sulfaattipitoisten maa-aineksen vuoksi kaivuutyöt olivat normaalia työläämpiä, koska syvällä olevat maat haudattiin läjityspenkan keskelle. Kuva: Jusa Kokko, Luke.

Kaivuutyöt haluttiin toteuttaa talviaikaan, jotta jäinen maanpinta kantaa koneet ja pakkanen kuivattaa maamassoja, jotta vettä ei ole liikaa haittaamassa kaivuutöitä (**Kuva 6.**). Tämä oli toisaalta haasteellista siinä mielessä, että kaivuutöiden aikaan sattui kovat pakkasjaksot ja pelkona oli, että routa menee liian syvälle vaikeuttaen kaivuutöitä, mutta tämä ei lopulta muodostunut ongelmaksi. Allasrakentamiseen liittyneet maakaivuutyöt ja asennukset toteutettiin hankkeessa ostopalveluna. Palvelun toteuttaja oli Rantalakeuden Salaojitus Oy. Tavoitteena oli saada allas valmiiksi ennen talven päättymistä ja ennen kuin lumien sulaminen alkaa, jotta altaan täyttymistä kevään valuntavesistä päästään seuraamaan hankeajan puitteissa. Allas valmistui suunnitelman mukaisesti keväällä 2022 kaivuutöiden päättymisen jälkeen.



Kuva 5. Turvekerroksen alla oli savikerros, joka pyrittiin kaivamaan takaisin syvälle maahan, kun ylijäämämaat sijoitettiin altaan metsän puoleiseen penkkaan. Kuva: Jusa Kokko, Luke.



Kuva 6. Veden varastoaltaan kaivuutyöt toteutettiin talviaikaan, jotta koneet kantavat ja pakkaneen kuivattaa ylimääräisen veden pois. Kuva: Jusa Kokko, Luke.

Työpaketti 2 - Veden laatu

Hankkeessa perustettiin 5 näytteenottopistettä, joista analysoitiin valumavesien vedenlaatua ja virtaamaa. Valuma-alueiden sijainti on merkitty **Kuvaan 1**. Vuonna 2021 näytteenotto kohdistui kahteen valuma-alueeseen. Ensimmäinen valuma-alue on kooltaan 1,18 km² ja se on maankäytöltään peltovaltainen (PV). Alueen pinta-alasta noin 70 % on peltojen peittämää ja loput alasta on metsän peitossa. Toinen valuma-alue on noin 4 km² kokoinen valuma-alue Iso metsä (IM), jonka pinta alasta lähes 70 % on metsän peittämää ja 30 % on peltoalaa. Kesällä 2022 näytteenottoa laajennettiin koskemaan vasta kaivettu veden varastoallas (A). Altaan lisäksi vesinäytteitä otettiin luonnontilaiselta suoalueelta (LS), joka on Revonneva-Ruonnevan suojelualueelta purkautuva uoma ja altaaseen laskevalta 0,18 km² kokoiselta ojitetulta pieneltä suometsältä (PM), missä on parhaillaan käynnissä pitkäaikainen suometsän lannoituskoe. Pienen suometsän näytteenottopiste siivottiin kaivinkoneella altaan kaivuutöiden yhteydessä, joten tämä voi näkyä pisteeltä tehdyissä määrityksissä.

Vesistä määritettiin akkreditoituilla menetelmillä ravinnepitoisuuksia: kokonaistyyppi (TN), nitraatti- ja nitriittitypen summa (NO₂₃), ammoniumtyppi (NH₄-N), kokonaisfosfori (TP), fosfaattifosfori (PO₄) ja liukoinen hiili (DOC). Ravinnemääritykset tehtiin ostopalveluna vuonna 2021 Suomen ympäristökeskuksen laboratoriossa Oulussa ja kesällä 2022 Eurofins Ahmalla Rovaniemellä. Avo-ojien ja varastoaltaan eli vesipinnan läpi vapautuvia kasvihuonekaasupäästöjä seurattiin kelluvilla kammioilla (**Kuva 7.**). Kun kammiot asetettiin ojaan, otettiin ensimmäinen kaasunäyte, ns. taustanäyte. Kammion sisälle annettiin kerääntyä kaasuja muutaman tunnin ajan, jonka jälkeen kammion sisältä otettiin kaasunäyte. Veteen liuenneiden kaasujen pitoisuus määritettiin ottamalla ruiskun sisälle vettä ja ilmaa ja ravistelemalla voimakkaasti ja ravistelun aikana veteen liuenneet kaasut siirtyvät kaasufaasiin. Kaasunäytteiden kasvihuonekaasupitoisuudet määritettiin Luken laboratoriossa Jokioisilla kaasukromatografilla.

Vesiä seurattiin myös kannettavalla kenttämittarilla, jolla mitattiin paikan päällä veden pH, sähkönjohtokyky (EC) sekä happipitoisuus O₂ mg/l. Kesällä 2022 mitattiin myös redox- eli hapetus-pelkistyspotentiaalia. Koalue on happamien sulfaattimaiden alueilla, joten näillä mittareilla seurattiin varastoaltaan kaivuutöiden mahdollisesti aiheuttamia happamoitumisriskien toteutumista.

Valumavesistä analysoitiin niiden ravinne- ja kasvihuonekaasupitoisuudet ennen veden saapumista peltoalueelle ja vesien kuljettua peltoalueiden läpi ennen päätymistään Siikajokeen. Tavoitteena oli kerätä tietoa siitä, onko avo-ojien vedenlaatu erilainen suhteessa salaojavesien vedenlaatuun ja antaa tietoa siitä millaisia vesiä peltoalueelta ohjautuu eteenpäin ja lopulta Siikajokeen, mutta lisäksi vertailla maankäyttömuotoja keskenään.



Kuva 7. Kasvihuonekaasumittaukset Ruukin tutkimuskentän avo-ojista kelluvilla kammioilla. Kuva: Miika Läpikivi, Oulun yliopisto.

4 Yhteistyö ja sidosryhmätyöskentely

Hanke toteutettiin yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen (Luke) ja Oulun yliopiston (OY) kesken. Vesien johtamisen ja varastoinnin asiantuntijana ja rakennesuunnittelijana oli Maveplan. Hankkeessa toteutetuista maanrakennustöistä vastasi **Rantalakeuden Salaojitus Oy**. Yhteistyö Luken ja OY:n kesken onnistui vaivatta, koska osapuolilla on ollut ja on edelleen käynnissä useita hankkeen teemaan liittyviä muita T&K-hankkeita. **Maveplanilla** oli hyvät valmiudet yhteistyöhön, koska yritys oli asiantuntijana myös aiemmin toteutetussa hankkeessa, jossa suunniteltiin tässä hankkeessa mukanaolevan viljelyalueen vesitalouden hallinta. Tässä hankkeessa mukana ollut salaojaurakoitsija on puolestaan toteuttanut jo aiemmissakin hankkeissa alueen vesi- ja maarakentamista. Lisäarvoa tuottava yhteistyö oli helposti luotavissa, koska kullakin taholla oli oma asiantuntemukseen perustuva roolinsa hankkeen toteutuksessa. Yhteistyön kivutonta käynnistymistä ja ongelmattomaa jatkumista auttoi se, että osapuolet tunsivat hyvin kohdealueen ja henkilöinä toisensa.

Suunnittelutyön aikana käytiin keskusteluja Luken metsäpuolen tutkijoiden kanssa, kun mietittiin mahdollisuutta varastoida vettä avo-oihin ja metsäalueelle. Metsähallituksen kanssa tehtiin yhteistyötä veden varastoaltaan alle jääneen puuston poistamisessa ja varmistettiin, ettei hakkuilla aiheuteta haittaa metsässä olevalle lannoituskokeelle. Helsingin yliopiston emeritusprofessori Markku Yli-Hallaa konsultoimme liittyen mittauksiin, joilla varmistimme, että varastoaltaan kaivuutyöt eivät aiheuta vesistökuormitusta.

Valuma-aluemittakaavaisten vesitalouden hallintajärjestelyt koskevat useita **maanomistajia**, mikä edellyttää toimien toteutuksen suunnittelussa heidän kuulemistaan intressien yhteensovittamiseksi. Lähestyimme hankkeen kautta alueen maanomistajia.

Heistä muutama omisti maata hankkeessa esillä olevalla valuma-alueella muiden olleessa muutoin paikallisia maanomistajia. Eniten hanke kiinnosti heitä, joiden maa-alueet sijaitsivat välittömästi hankealueella. Rajanaapureiden kanssa käytiin maastossa tutustumassa alueeseen ja tuleviin muutostöihin. Selvitimme kaikille hankkeen taustan, tavoitteet ja toteutus suunnitelman. Samassa yhteydessä halusimme kuulla heidän näkemyksensä siitä, kuinka tarpeellisenä ja toteutuskelpoisena he näkevät vastaavien järjestelyiden toteuttamisen omilla maillaan. Yhteenvetona voidaan todeta, että kuivuushaittaa pidettiin todellisena. **Kastelutarvetta katsottiin olevan eniten erikoiskasvien viljelyssä.** Maanomistajakuulemiset toteutettiin heille erikseen järjestetyssä tilaisuudessa. Tällaisia järjestettiin **kahteen otteeseen Ruukin tutkimusasemalla missä kasvotusten käytiin läpi veden varastoaltaan rakennussuunnitelmaa,** mutta lisäksi keskusteltiin yleisesti veden varastointiin ja maatalouden kastelutarpeisiin sekä toisaalta maanomistajayhteistyöhön, esim. ojitusyhteisöihin liittyen. Toisessa tilaisuudessa paikalla oli myös ProAgria Oulun henkilöitä osallistumassa keskusteluun, koska heillä oli kokemusta toisen hankkeen kautta Ruukin Ohtuanojan valuma-aluekartoitustyöstä ja joilla oli taas oman työnsä puolesta kiinnostusta maatalouden kastelujärjestelmiin liittyen. Maanomistajat kutsuttiin myös mukaan tutkimusympäristössä järjestettyihin kenttätilaisuuksiin (peltopäivät ja pellonpiennartilaisuudet).

Hankkeen **ohjausryhmä** valittiin siten että siitä saataisiin lisäarvoa myös omalle hanketyöskentelylle. Siksi ohjausryhmän pyydettiin Oulun yliopistosta Toni Liedes, joka vetää samalta rahoituskerrokselta rahoituksen saanutta ESKE-hanketta, joka kehittää säätosalaajajärjestelmän automatisointia. Erkki Lojonen oli ohjausryhmän viljelijäedustaja ja myös yksi hankkeen yhteistyömaanomistajista. Luken Kirsi Järvenranta pyydettiin ohjausryhmään, koska hän on mukana Maaningan vesistökuormitushankkeissa ja Luken Merja Mylly taas koska hän on mukana Jokioisissa vesistökuormitus- ja säätosalaajitushankkeissa. Markus Sikkilä Maveplanilta teki tähän hankkeeseen veden varastoaltaan suunnittelun ja on kokenut ojitus- ja vedenhallintaratkaisujen asiantuntija. Juha Sohlo puolestaan osallistui ohjausryhmään ProAgria Oulusta ja hän työnsä puolesta edusti ohjausryhmässä viljelyneuvontaa.

Hankkeessa toteutettu veden varastoallas on kiinnostanut laajasti eri tahoja, ja hankkeen aikana on tullut erittäin paljon kutsuja tulla puhumaan ja kertomaan hankkeen toiminnasta ja tavoitteista. Erityisen paljon keskustelua on käyty maatalouden eri tahojen kanssa. Erityisesti ProAgria, MTK ja viljelijät ovat olleet hyvin kiinnostuneita hankkeen toiminnasta. Toisaalta hanke on kiinnostanut laajasti suunnittelu- ja tutkimustahoja kuten Salaojituksen tukisäätiötä ja Salaojayhdistystä, joiden kanssa aiheesta on keskusteltu useaan otteeseen eri tilaisuuksissa. Yhtä lailla aiheeseen liittyen on käyty paljon keskustelua ministeriöiden ja ELY-keskusten eri henkilöiden kanssa, mutta lisäksi mm. yliopistojen, Luken ja Sykkeen tutkijoiden kanssa. **Turvepeltojen vesienhallinta pohjavedenpinnan nostamisen kautta on laajasti esitetty keino ilmastovaikutusten hillitsemiseksi ja tämä hanke missä sen konkreettista toteutettavuutta ja siihen tarvittavan veden tarvetta on tutkittu tila- ja valuma-aluemittakaavassa, on herättänyt paljon mielenkiintoa.** Toisaalta hankkeen aikana tapahtuneet poliittiset tapahtumat Euroopassa ovat nostaneet ruokaturvan ja

huoltovarmuuden ihan eri tavalla julkiseen keskusteluun, minkä vuoksi erilaiset tekniset ratkaisut maatalouden **kastelun toteuttamiseksi** ovat erittäin ajankohtaisia.

5 Viestintä ja tiedottaminen

Hankkeesta on pyritty viestimään hyvin monipuolisesti, jotta tavoitetaan laajasti eri sidosryhmiä ja tämä on myös toteutunut. Monipuolisella viestinnällä on pyritty tavoittamaan niin viljelijät, maatalouden etujärjestöt (MTK) ja viljelyneuvojat (ProAgria) kuin suunnittelijat (mm. Maveplan) ja erilaiset järjestöt (Salaojituksen tukisäätiö, Salaojayhdistys, Suoviljelysyhdistys, Nurmiyhdistys). Hankkeen toiminnan ja tavoitteiden kannalta on ollut yhtä lailla tärkeää tavoittaa valtionhallinnon ja maakuntien virkamiehiä (ELY-keskukset, maakuntaliitot) kuin myös yliopistojen ja tutkimuslaitosten tutkijoita ja asiantuntijoita.

Erilaisten tilaisuuksien järjestäminen on ollut yksi tärkeimpiä kanavia viestiä, mikä oli toisaalta hankkeen alussa haasteellista koronasta johtuen. Hanke on ollut järjestämässä Ruukissa Peltopäiviä (16.8.2022). Lisäksi hanke on ollut järjestämässä Ruukissa kaksi Pellonpiennarpäivää (28.4.2022, 19.9.2022). TurveSopu-hankkeen yhteistyömaanomistajille on järjestetty kahdesti tilaisuus Ruukin tutkimusasemalla (21.12.2021, 18.3.2022). Webinaareja hanke on ollut järjestämässä 24.3.2022 (Turvepeltojen päästövähennykset käytäntöön) ja heti pian hankkeen päättymisen jälkeen 22.11.2022 on vielä toinen webinaari, jota TurveSopu-hanke on järjestämässä (Maatalouden ympäristö- ja ilmastoviisaat toimenpiteet - Yhteistyöllä eteenpäin!).

Hankkeen aikana on myös osallistuttu aktiivisesti muiden tahojen järjestämiin tilaisuuksiin, jotka ovat olleet myös tärkeä viestintäkanava. **Hanketta on esitelty lukuisien eri tilaisuuksien yhteydessä, niin seminaareissa kuin webinaareissa kuin myös muiden tahojen järjestämässä pellonpiennarpäivissä.** Hanketta on esitelty lisäksi erilaisissa kokouksissa kuten esimerkiksi Suoviljelysyhdistyksen seminaarissa (18.8.2021, puhe), Suopäivillä (20.5.2022, poster), *Hundred Solution for water protection in agriculture and forestry* -seminaarissa (1.6.2022, puhe), Luken Oulun toimiston avajaisissa (08-2022, poster), ja Maataloustieteen päivillä (14-15.6.2022, poster), Pohjois-Suomen Nurmiseminaarissa (22.9.2022, puhe) ja Vesienhallintaseminaarissa (18.8.2022, puhe). Elokuussa 2022 hankehenkilöitä osallistui Nivalan Maaseutunäyttelyyn näytteilleasettajina viestien myös tähän hankkeeseen liittyen. Kaleva kävi tekemässä haastattelun Ruukin tutkimuskentän tutkimuksiin, myös TurveSopuun liittyen ja juttu julkaistiin Kalevassa juhannuksena 2022 (<https://www.kaleva.fi/ruukin-tutkimusaseman-turvepellot-on-valjastettu-k/4713637>).

Hankkeen viestinnässä on hyödynnetty sosiaalisen median kanavista erityisesti Twitteriä, jossa hankkeesta on viestinyt projektipäällikkö Maarit Liimatainen (@MaaritLiimatai1). Tammikuussa 2021 julkaistiin Vesitalous-lehdessä artikkelimme Ruukin tutkimuskenttään liittyen, missä kuvasimme kentän tutkimukset ennen varastoaltaan rakentamista (https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2021/02/Vesitalous_1_21_LOW.pdf). Tähän hankkeeseen liittyen olemme parhaillaan kirjoittamassa artikkelia Vesitalous-lehteen, missä kuvaamme mm. varastoaltaan rakentamiseen liittyvät toimet. **Hankkeen toiminnan aikana syntyneitä tutkimusaineistoja tullaan hyödyntämään myöhemmin Miika Läpikiven väitöskirjatutkimuksessa.**

6 Hankkeen tuotokset

Hankkeessa suunniteltiin ja tavoiteltiin ratkaisua, joka voi vähentää ojitetuilta metsämailta luonnonvesiin kohdistuvaa vesistökuormitusta, kun osa kevään sulamisvesistä varastoidaan valuma-alueelle. Kun valumavesien varastoallas sijoitetaan viljelyalueen tuntumaan ja liitetään pellon säätösalaajitusjärjestelmään, saadaan samalla rakennettua kokonaisuus, joka mahdollistaa pellon pohjaveden pinnankorkeuden säilyttämisen halutulla tasolla kuivina kausina, mikä turvaa viljelykasvien satotason säilymisen ja säätösalaajituksen toiminnan niin, että se voi tavoitellusti vähentää ojastoa tukkivien ruosteiden ja hapanta kuormaa synnyttävien rikkiyhdisteiden muodostumista sekä vähentää viljelyiltä multa- ja turvemailta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Ratkaisun tavoitteena on paitsi vähentää maa- ja metsätalousmaiden maankäytön haitallisia ympäristövaikutuksia myös sopeuttaa maataloutta ilmastonmuutoksen tuomiin muutoksiin, joista yksi merkittävimmistä on ennakoitu kuivuushaitta. Peltojen kastelussa ongelmana on usein kasteluveden niukkuus ja kastelun suuret laite- ja käyttökustannukset. Hankkeessa tehtyjen laskelmien mukaan valuma-alueen sulamis- ja kuivatusvedet riittävät suurienkin peltoalueiden kasteluun, mutta tämä vaatii valuma-aluekohtaista mitoitus- ja arviota. Veden siirtäminen painovoimaisesti metsäojia pitkin pellolla valmiina olevaan salaajaverkostoon voidaan toteuttaa vähin investointi- ja ylläpitokustannuksin. Uusinveointina tarvitaan kuitenkin allasrakentaminen.



Kuva 8. Kasteluallas valmiina. Kuva: Timo Lötjönen, Luke.

Tässä hankkeessa suunniteltu veden varastointiratkaisu saatiin toteutettua veden varastoaltaan muodossa suunnitellusti ja allas valmistui hankeajan puitteissa (**Kuva 8.**). Hankkeen tuotoksena syntyi Maveplanin laatima suunnitelma veden varastoaltaan käytännön toteutuksesta, mikä voidaan nähdä työohjeena tässä paikallisesti toteutetussa ratkaisussa ja valmistunut veden varastoallas on puolestaan hankkeen selkeä konkreettinen tuotos, toteutettu suunnitelma.

Maveplanin suunnitelma on myös työohje, sillä siihen on raportoitu, miten kyseiseen suunnitelmaan on päädytty. Toinen hankkeessa valmistunut raportti on Miika Läpikiven diplomityö (Vesitalouden arviointi turvepeltojen vesienhallinnan näkökulmasta, Oulun yliopisto, <http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfioulu-202201181059>). Diplomityössä otettiin vesitaloudellinen näkökulma pohjaveden pinnan säätämiseen tapauksessa, jossa turvepellon kesän aikaista pohjaveden pintaa säädetään ja ylläpidetään tavoitetasolla nurmenviljelyn ohessa. Vesitaseiden kautta työssä on arvioitu kesän aikaista (kesä-, heinä- ja elokuu) säätöveden vajuusta. Mahdollisen vajuuksen täyttämiseksi käytettäviä erilaisia varastointivaihtoehtoja arvioitiin peltojen lähelle kaivettavan varaston, valtaojien padottamisella saatavan varaston sekä valuma-alueen metsäojien tilavuuksien muodossa. Näiden lisäksi tutkittiin valunnan vuosittaista vaihtelua Ruukin lähellä. Työssä arvioitiin valunnan pidättämisen mahdollisuuksia Ruukin valuma-alueella. Tässä hankkeessa toteutettu veden varastointi varastoaltaan kautta oli tähän kyseiseen kohteeseen sovelnut ratkaisu, mikä muotoutui monen tason suunnittelu- ja selvitystyön kautta. Veden varastointiratkaisut ovat aina paikallisia ja riippuvat kohteen sijainnista, valuma-alueesta, maanomistajista, kiinteistöjen rajoista ja monista muista paikallisista tekijöistä, joten tässä hankkeessa toteutettu ratkaisu oli paikallinen toimintaratkaisu, mutta toimintamallia voidaan käyttää ja soveltaa muuallakin.

Hankkeen eteneminen taltioitiin eri vaiheissa ottamalla valokuvia sekä dronekuvauksin. Hankkeen tuottamaa aineistoa on hyödynnetty myös Salaojayhdistyksen ja Luonnonhoidon koulutusyhdistyksen laatimassa kasteluoppaassa.

7 Hankkeen tulokset

Hankkeessa suunniteltu ja toteutettu metsävaltaisen valuma-alueen sulamis- ja kuivatusvesien varastoallas rakennettiin Luken Ruukin toimipisteessä olevan viljeltyjen turvemaiden kasvihuonekaasupäästöjä ja vesistökuormitusta monitoroivan tutkimuskentän yhteyteen (NorPeat-tutkimuskenttä). Pellon pohjaveden pinnankorkeudella voidaan vaikuttaa suoraan ja epäsuorasti molempien viljelystä aiheutuvien ympäristökuormitusten määrään ja koostumukseen. Koska koekenttä sijaitsee alueella, jossa esiintyy myös happamia sulfaattimaita, salaojavalunnasta määritetään hapanta kuormaa indikoivat muuttujat. Kentällä käynnissä olevissa tutkimuksissa ei ole kuitenkaan voitu toistaiseksi käyttää pohjaveden pinnankorkeutta hallitusti koekäsittelynä, koska pohjaveden pinnankorkeuden on käytännössä säätänyt kasvukausien sadannan määrä. Pohjaveden pinnankorkeus asettuu kesäkuukausien aikana tyypillisesti salaojituksen syvyyteen tai jopa sen alapuolelle. Siksi pohjaveden pinnankorkeuden manipulointi edellyttää vesilähteen tai -varaston, minkä hankkeessa rakennettu allas nyt tarjoaa. Hankkeen rajallinen kesto aika riitti

kuitenkin ainoastaan altaan suunnitteluun ja toteutukseen, mutta ei viljelyalueen pohjaveden pinnankorkeuden manipulaation aikaansaamien vaikutusten seurantaan. **Ne tullaan määrittämään kattavasti vasta seuraavissa hankkeissa.**

Kastelualtaan rakentamisen kustannukset kiinnostavat varmasti viljelijöitä. Kustannukset ovat kuitenkin aina tapauskohtaisia, riippuen mm. siitä, **kuinka paljon maata joudutaan siirtämään, voidaanko se läjittää altaan viereen vai kauemmas, tarvitseeko maita käsitellä esim. happamuuden takia ja joudutaanko altaasta järjestämään pumppaus salaojastoon. Tässä tapauksessa maat voitiin läjittää altaan viereen ja veden siirto altaasta ojastoon järjestyi painovoimaisesti, mikä säästi kustannuksia.** Painovoimaan perustuva systeemi oli hankkeessa toisaalta tietoinen valinta, sillä kokonaisuudesta haluttiin kustannusten puolesta maltillinen ratkaisu huomioiden maataloudenharjoittajien muutenkin hankala taloustilanne. Altaan rakentamisen työt ja tarvikkeet (muovikaivot ja -putket) tilattiin vuoden 2021 lopulla, jolloin mm. polttoaineet ja muovitarvikkeet eivät vielä olleet alkaneet merkittävästi kallistua. Kustannuksiin vaikuttaa myös kaivinkoneurakoitsijoiden työtilanne. Tässä kaivuun ja asennustyöt onnistuttiin tekemään talvella, jolloin urakoitsijoilla saattaa olla vähemmän töitä ja tarjoukset siten edullisempia.

Luke Ruukin veden varastoaltaan rakentaminen maksoi noin 72 000 euroa (alv. 0%). Syntyneet kustannukset voidaan eritellä eri kululuokkiin seuraavasti:

- | | |
|---|------|
| ➤ Ostopalveluna toteutettu suunnittelu | 13 % |
| ➤ Kaivuutyö ja asennukset | 65 % |
| ➤ Kaivot, putket ja muovi (=tarvikkeet) | 20 % |
| ➤ Muu (=raivaus) | 2 % |

Kustannuksissa ei ole otettu huomioon Luken oman työn osuutta suunnittelussa, kilpailutuksessa ja valvonnassa.

Koska kastelun piirissä oleva peltoala on **26 ha**, yhden peltohehtaarin kastelun järjestäminen maksoi tällä tavoin noin **2 800 €/ha**. Tämä on jonkin verran vähemmän kuin yhden hehtaarin salaojituskustannukset nykyään ovat. Altaaseen varastoitavissa olevaa kasteluveden määrää kohti kustannus oli noin **8 €/vesikuutio**.

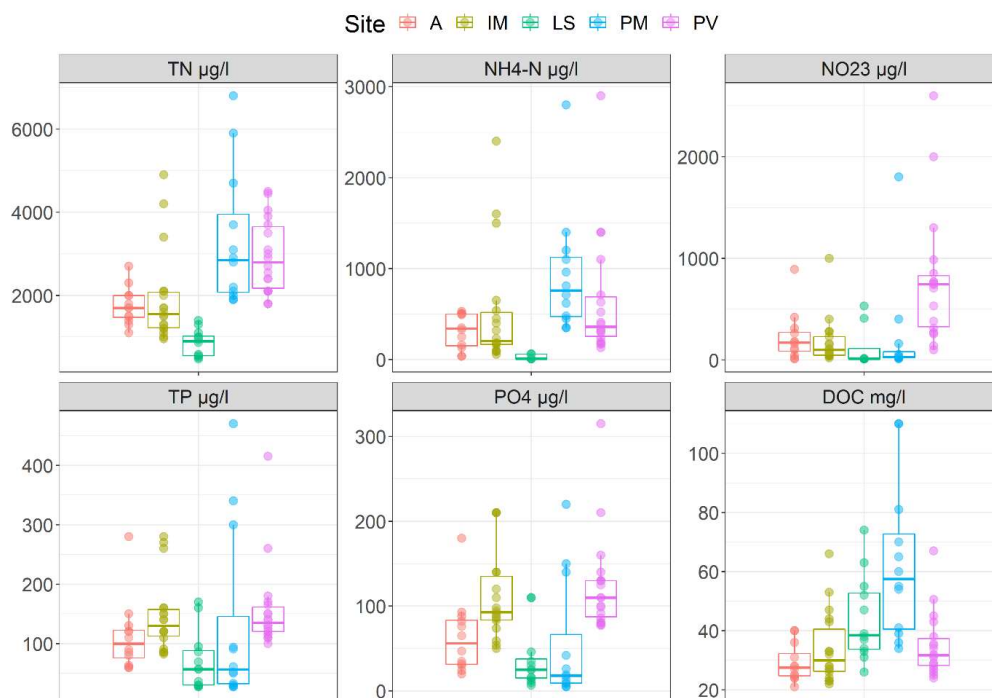
Kastelujärjestelmän rakentamisen kustannukset olivat suuremmat kuin Turvesopu-hankkeen suunnitelmassa esitettiin johtuen erityisesti siitä, että alkuperäinen suunnitelma käyttää metsää ja avo-ojia veden varastointiin oli hylättävä. Hankkeen aikana kävi ilmi, ettei peltoja ympäröivien ojastojen varastointikapasiteetti riitä kattamaan peltoalueen koko kesän veden tarvetta, minkä vuoksi suunnitelmia muutettiin. **Samalla saatiin kytkettyä kasteluveden johtaminen salaojastoihin, mitä ei ollut alkuperäisessä suunnitelmassa huomioitu.** Toisin sanoen, saatiin alkuperäistä suurempi kastelukapasiteetti ja toimivampi järjestelmä hieman suuremmalla investoinnilla. Investointikustannuksen ylittyminen katettiin muista rahoituslähteistä saadulla rahoituksella. Pääpiirteissään voidaan sanoa, että TurveSopu-hankkeella rakennettiin itse veden varastoallas (TP1) ja saatiin suunnitellusti monitoroitua altaan rakentamisen mahdolliset vesistövaikutukset sekä toteutettua valuma-alueen veden laatumittauksia (TP2). Muilla hankkeilla toteutettiin esimerkiksi altaan kytkentä turvepellon säätösalaojaverkostoon (**Kuva 9.**) ja saatiin siten muodostettua säätökastelujärjestelmä. Veden varastoaltaan maisemointityöt jäivät muiden hankkeiden

kustannettaviksi. Maisemointitoita ei ole haluttu tehdä välittömästi altaan valmistumisen jälkeen, koska on haluttu odottaa, että kuohkeat kaivuumassat tiivistyvät ja painuvat penkassa helpottaen koneella kulkua.



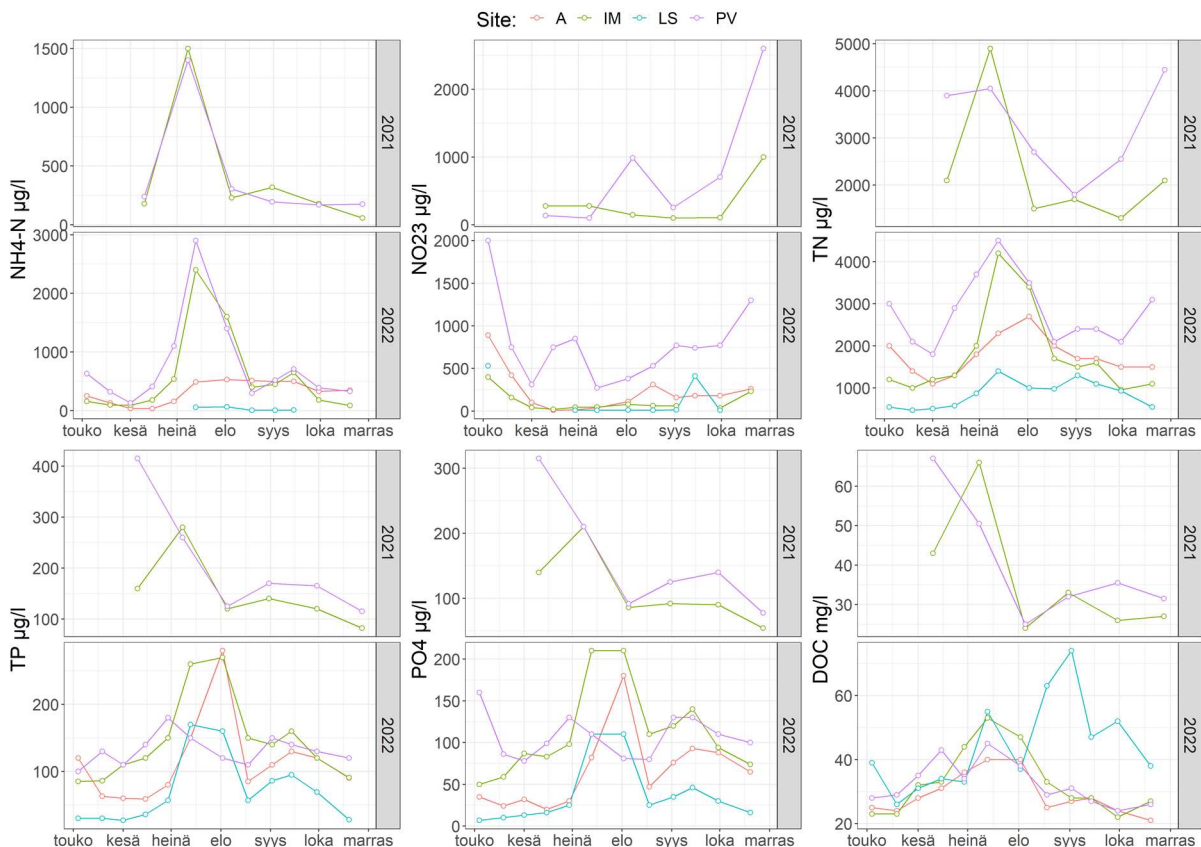
Kuva 9. Veden varastoallas melko tyhjänä heinäkuisen kastelujakson jälkeen. Kuvassa näkyy ns. syöttökaivo, josta vesi valuu painovoimaisesti pellon salaojastoihin. Kuva: Timo Lötjönen, Luke.

Työpaketissa 2 seurattiin maankäytöltään erilaisten pienten valuma-alueiden vesien laatua (näytteenottopaikat esitettynä **Kuvassa 1**). Tulokset esitetään laatikkokuvaajina, aikasarjoina ja taulukkoina, joissa esitetään keskiarvo, keskihajonta sekä minimi- ja maksimiarvot. Hankkeessa seurattiin lisäksi altaaseen varastoidun veden happamuutta ja koostumusta.



Kuva 10. Eri maankäyttömuotojen vedenlaatutulosten vaihtelu. Koodien kuvaukset: A merkitsee altaasta otettuja näytteitä, IM ison metsäalueen näytteet, LS luonnontilaisen alueen näytteet, PM pienen suometsän ja PV peltovaltaisen valuma-alueen.

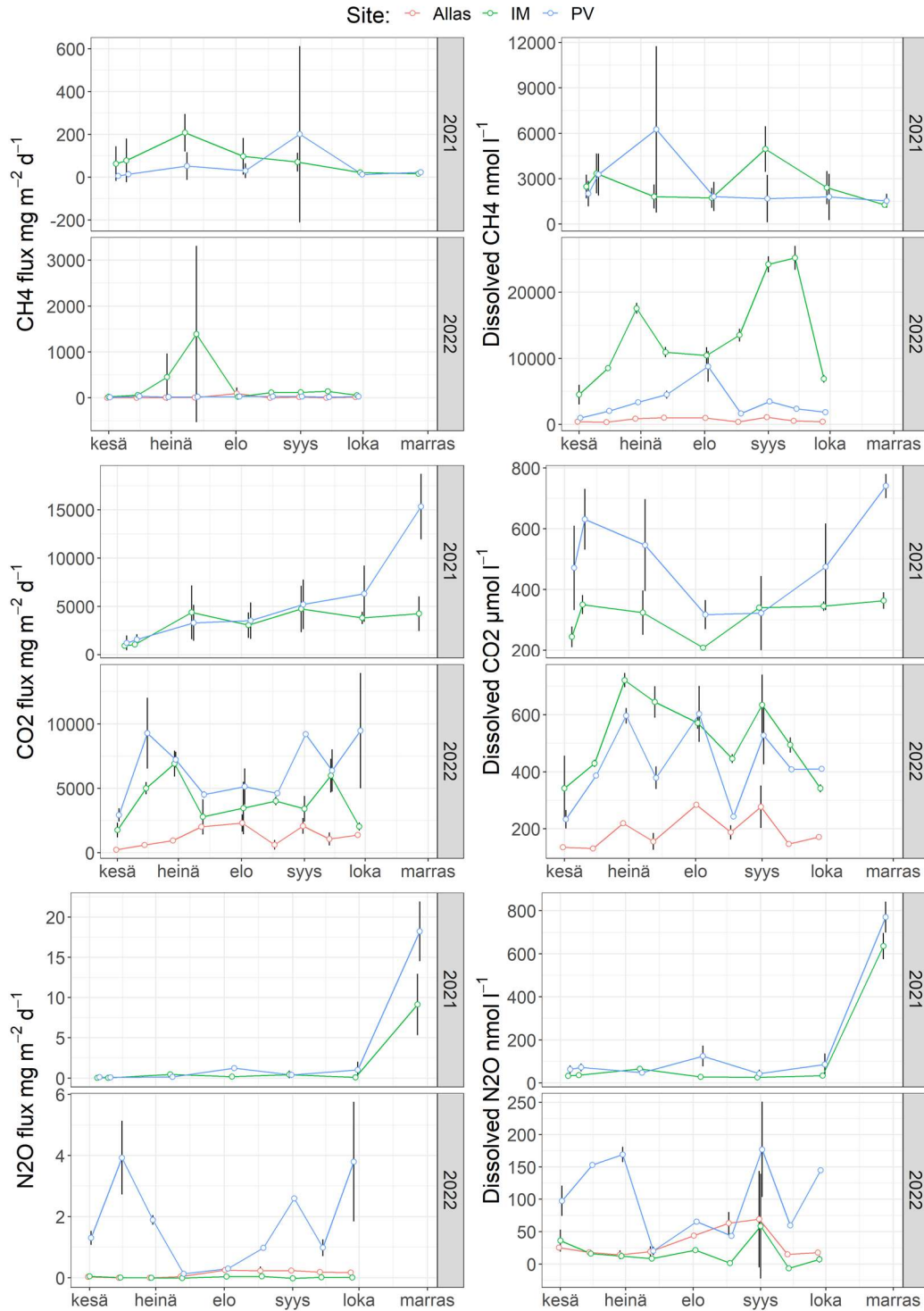
Ravinnepitoisuuksissa havaittiin vaihtelua ajallisesti sekä eri maankäyttömuodoissa (Kuvat 10-12 ja Taulukot 1-2). **Suurimmat ravinnepitoisuudet olivat yleensä keskikesän aikoihin.** Kokonaistypen osalta oli myös taipumus, että pitoisuudet kohosivat myöhään syksyllä ainakin peltovaltaisella valuma-alueella. Valuma-alueista korostuvat kokonaistypen osalta pieni suometsä PM ja peltovaltainen valuma-alue PV, joiden keskimääräiset kokonaistypen pitoisuudet olivat 3333 µg/l ja 3020 µg/l. Suurin kokonaistypen pitoisuus 6800 µg/l mitattiin **pieneltä suometsältä.** Kokonaisfosforin pitoisuuden vaihteluväli oli 27 µg/l – 480 µg/l. Keskimääräiset fosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 70 µg/l – 166 µg/l. Suurimmat keskimääräiset fosforin pitoisuudet mitattiin isolta metsäalueelta ja peltovaltaiselta alueelta. Liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuudet vaihtelivat 21 mg/l – 110 mg/l välillä. Keskimäärin suurimmat pitoisuudet mitattiin pieneltä metsäalueelta ja luonnontilaiselta valuma-alueelta. Molemmat alueet sisältävät paljon eloperäistä maa-ainesta. **Altaasta tehtyjen määrityksen mukaan altaassa olevan veden fosforin ja liukoisen hiilen pitoisuudet ovat pienemmät kuin metsäalueilta tulevissa vesissä. Altaalla voi olla siis myös pieni vedenlaatua parantava vaikutus. Kesän 2022 seurannan perusteella kaivuutöillä ei aiheutettu happamuuden lisääntymistä. Pienin mitattu pH altaan pinnassa oli 6.**



Kuva 11. Ojista mitattujen ravinnepitoisuuksien ajallinen vaihtelu eri valuma-alueilla.

Ojista mitatut kasvihuonekaasupäästöt vaihtelivat voimakkaasti. Hajonta mittauspaikkojen välillä oli suurta, mutta jako eri valuma-alueisiin näyttää vaikuttavan myös ojista mitattuihin kaasupäästöihin. Altaasta mitatut vuot olivat keskimäärin pienempiä kuin

muilla alueilla. Peltovaltaisen valuma-alueen keskimääräinen N_2O -päästö $2,6 \text{ mg m}^{-2} \text{ vrk}^{-1}$ on huomattavasti suurempi kuin muilla alueilla. Peltovaltaisella valuma-alueella N_2O -päästöllä on taipumus myös kasvaa myöhään syksyllä aivan kuten kokonaistypen ja NO_{23} -pitoisuuksilla. Ojien vesien ravinnepitoisuuksilla ja kasvihuonekaasupäästöillä vaikuttaa olevan yhteys.



Kuva 12. Valumavesistä mitattujen kasvihuonekaasupitoisuuksien vaihtelu ajallisesti eri mittauspisteissä.

Taulukko 1. Vesien ravinnemääriytyksien tulokset valuma-alueiden mukaan jaoteltuna (A= allas, IM= iso metsäalue, LS= luonnontilainen suo, PV=peltoalue). Taulukossa on esitetty mittausten määrä (n), keskiarvo (Ka), keskihajonta (SD), pienin (Min) ja suurin (Max) arvo sekä tilastolliset testit (yksisuuntainen Anova).

Alue Muuttuja	A					IM					LS					PV					Testi
	n	Ka	SD	Min	Max	n	Ka	SD	Min	Max	n	Ka	SD	Min	Max	n	Ka	SD	Min	Max	
NH ₄ -N [µg/l]	11	316	200	35	530	17	542	661	57	2400	5	29	30	6	64	23	599	658	130	2900	F=1.746
NO ₂₃ [µg/l]	11	219	255	8	890	16	180	244	20	1000	8	126	215	8	530	23	769	723	81	2800	F=6.547***
TN [µg/l]	11	1773	463	1100	2700	17	1980	1129	960	4900	11	881	320	470	1400	23	3017	949	1700	4700	F=16.522***
TP [µg/l]	11	114	63	59	280	17	150	62	82	280	11	74	50	27	170	22	168	90	100	480	F=4.718***
PO ₄ [µg/l]	11	64	47	20	180	17	114	52	50	210	11	39	37	7	110	22	132	71	73	380	F=8.282***
DOC [mg/l]	11	30	6	24	40	17	34	12	22	66	11	45	15	26	74	23	37	13	24	78	F=2.932**

Tilastollinen merkitsevyys: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

Taulukko 2. Ojista määritetyt kasvihuonekaasupäästöt ja liuenneiden kaasujen pitoisuudet eri alueilta (A= allas, IM= iso metsäalue, PV=peltoalue). Taulukossa on esitetty mittausten määrä (n), keskiarvo (Ka), keskihajonta (SD), pienin (Min) ja suurin (Max) arvo sekä tilastolliset testit (yksisuuntainen Anova).

Alue Muuttuja	A					IM					PV					Testi
	n	Ka	SD	Min	Max	n	Ka	SD	Min	Max	n	Ka	SD	Min	Max	
CH ₄ [mg m ⁻² vrk ⁻¹]	18	16	43	0,3	184	39	165	446	7	2747	53	40	128	0,7	937	F=2.791*
CH ₄ liuennut [nmol/l]	18	671	302	348	1185	39	7632	7411	1203	26486	52	2845	2577	380	15752	F=17.012***
CO ₂ [mg m ⁻² vrk ⁻¹]	18	1246	768	236	2775	39	3526	1969	699	7624	53	5661	4342	210	19893	F=13.534***
CO ₂ liuennut [µmol/l]	18	190	60	129	330	39	405	146	200	739	52	477	169	111	804	F=25.191***
N ₂ O [mg m ⁻² vrk ⁻¹]	18	0,1	0,1	0	0,3	39	1	3	0	13	53	3	5	0	23	F=3.608**
N ₂ O liuennut [nmol/l]	18	32	28	10	122	39	74	167	-8	680	52	149	211	16	854	F=3.751**
pH	18	7	0,3	6	7	33	7	0	6	7	43	7	0,3	6	7	F=3.549**
EC	18	104	30	65	136	36	145	68	67	291	48	316	117	169	730	F=53.092***
O2	18	7	2	5	11	35	7	2	3	12	48	7	3	0,8	11	F=0.185
ORP	8	118	38	74	164	8	44	68	-62	99	8	53	21	27	80	F=6.095***

Tilastollinen merkitsevyys: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

8 Hankkeen innovatiivisuus, monistettavuus, uutuusarvo, hankkeen hyöty

Tässä hankkeessa veden varastointi maatalouden käyttöön haluttiin toteuttaa maatalo- ja valuma-alueittain alusta loppuun, jotta saadaan konkreettinen tuntuma ja käsitys siitä, että mitä se tarkoittaa, millaisten lupien takana se on ja mitä se kustantaa. **Metsä- ja maatalousmaiden vesitalouden valuma-alueittain integrointi vaikuttaa hankkeen toteutuksen jälkeenkin edelleen järkevältä ja kannatettavalta toimintamallilta.** Aidossa käytännön mittakaavassa toteutettu veden varastointiratkaisu mahdollisti investoinnin ja toimintamallin realistisen tarkastelun kaikkine haasteineen mitä hankkeen toteutuksen aikana vastaan tuli. Esimerkiksi kaivuutöiden ajoittaminen, altaan erilaisten vuotojen paikantaminen, altaan täytyminen kesän aikana ja veden ohjailu hallitusti altaaseen tai sen ohi olivat tällaisia konkreettisia havaintoja mitä hankkeen aikana pystyttiin pilotoimaan. **Painovoimainen vedensiirto ja jo tehtyjen investointien (esim. säätösalaajajärjestelmä) hyödyntäminen vähentävät investointi- ja käyttökustannuksia.** Hankkeessa haluttiin hyödyntää peltoalueen ohi luontaisesti virtaavia vesimassoja ja siten välttää veden pumppaaminen Siikajoesta, mikä isommassa mittakaavassa eli esim. monen viljelijän toimesta tehtynä olisi ongelmallista, koska erityisesti kuivina aikoinaan veden pinta laskisi

Loppuraportti: Maa- ja metsätalouden turvemaiden vesien yhteishallinta ravinnekuormituksen ja valunnan määrän näkökulmasta (TURVESOPU)

joessa, millä olisi taas omat haittansa. Valuma-alueittakaavaiseen vesitalouden hallinnan suunnitteluun on olemassa hyvä asiantuntijatuki, mikä mahdollistaa paikalliset olosuhteet huomioonottavan hankesuunnittelun. Suurimmaksi haasteeksi muodostuneen maanomistajien kanssa tehtävä yhteistyö, koska heidän intressinsä vaihtelevat. Siksi myös tähän hankkeeseen haluttiin mukaan yhteistyöhön maanomistajia riippumatta siitä omistavatko he peltoja vai metsää vai molempia, koska kaikki jakavat saman valuma-alueen. Parhaiten suunnittelussa voidaan edetä, jos voidaan tuoda esille tavoitellun ratkaisun tuottamat edut ympäristölle ja maanomistajille ja tässä hankkeessa nähtiinkin hyvin hyödyllisenä maanomistajatapaamiset niin maastossa kuin tutkimusasemalla missä asiaa käsiteltiin välillä isommalla porukalla ja välillä yksittäisten maanomistajien kanssa. Uskottavimmin toimista syntyvät edut ja mahdolliset haitat voidaan todentaa tutkimuksen tuottamin mittaustuloksien. Siksi hankkeessa toteutettu malli rakennettiin käynnissä olevan tutkimuksen yhteyteen. Ratkaisu toi hankkeelle hyvin myös julkisuutta ja hankkeen tiedonvälitys sekä eri toimijoiden aktivointi toteutui hyvin. Tavoitteena on, että tutkimuksen tuottamat tulokset voivat jatkossa auttaa vastaavien toimien suunnittelussa.

9 Toiminnan jatkuvuus

Hankkeessa rakennettu kokonaisuus jää Luken ylläpidettäväksi ja käytettäväksi tulevissa hankkeissa. Veden varastoallas, joka toisen hankkeen kautta (Pohjois-Pohjanmaan liitto, ALLAS) saatiin yhdistettyä pellon säätösaloajajärjestelmään, mahdollisesti systeemin muuttamisen säätökastelujärjestelmäksi, mikä avaa mahdollisuuden useisiin eri tutkimuslinjoihin pellolla, nyt kun vesienhallintaa voidaan tehdä varastoidun veden avulla. Veden varastoaltaan vaikutuksia turvepellon ympäristövaikutuksiin voidaan verrata menneisiin viiteen vuoteen, jolloin säätösaloajitetun turvepellon salaojavaluntaa on tutkittu intensiivisesti 5 vuotta ja kasvihuonekaasupäästöjä 3 vuotta. Veden varastoaltaan kaivuutyöt toteutettiin siten, että syvältä kaivetut maa-ainekset pyrittiin kaivamaan takaisin syvälle ja peittämään turpeella. Kaivuutöiden aikaan tai jälkeen ei havaittu kaivuutöiden aiheuttaneen happamuutta avo-ojiin. Seuranta jatketaan kuitenkin myös hankkeen jälkeen, jotta varmistutaan, ettei altaan rakentamisesta tule viivästyneitä vesistövaikutuksia.

Jatkotutkimuksissa keskitytään kehittämään edelleen säätösaloajitusta sekä peltojen kuivatus- että kastelumenetelmänä niin, että vedenliikkeitä sekä ojastoissa että maassa ohjattaisiin mitatun tiedon ja tunnistetun tarpeen perusteella ja sulkuporttien liikkeitä hoidettaisiin manuaalisen toteutuksen sijasta automaation keinoin, mikä konkreettisesti helpottaisi viljelijän näkökulmasta turvepellon vesienhallintaa. Tekniikan nopean kehityksen ansiosta myös digitalisaation ratkaisuja haetaan osaksi järjestelmän operointia. Teknisten valmiuksien kehittäminen tähtää lopulta siihen, että pohjaveden pinnankorkeuden säätelyllä voitaisiin huolehtia jatkuvasti viljelykasvien vedensaannista ja samalla vähentää viljelystä aiheutuvan ympäristökuormituksen määrää. Tämä on erityisen ajankohtainen tutkimusteema ajatellen kansallisia tavoitteita saada hillittyä turvepeltojen ilmastovaikutuksia merkittävästi vesienhallinnan keinoin. Toisaalta viimeaikaisten poliittisten muutosten myötä ruokaturva ja huoltovarmuus ovat nousseet yhteiskunnassa aivan erilaiseen arvoon. Näiden lisäksi ilmastonmuutoksen ennustettu eteneminen lisää

kasvukauden aikaisia kuivuusjaksoja, mutta toisaalta paineet siirtää viljely turvepelloilta kivennäismaille lisää tulevaisuudessa maatalouden erilaisten kasteluratkaisujen tarvetta. Tutkimushankkeet toteutetaan yhteistyössä useiden eri yhteistyökumppaneiden kanssa. Keskeisiä yhteistyötahoja ovat jatkossakin Luken kanssa kumppaneina toimineet Oulun yliopisto ja Ilmatieteen laitos. Saavutetut tulokset julkaistaan tutkimusraportteina. Käynnissä olevaa toimintaa esitellään lisäksi erilaisten teematilaisuuksien yhteydessä. Tutkimusteema jatkuu meneillään olevien jatkohankkeiden kautta ja uusia hankkeita on myös parhaillaan arviointiprosessissa. Tutkimuksen jatkuvuus toteutuu myös meneillään olevien väitöskirjatutkimusten myötä.

10 Projektin rahoitus

Hankkeen budjetti toteutui hyvin pitkälti suunnitellusti niin Luken (**Kuva 11.**) kuin myös Oulun yliopiston (**Kuva 12.**) kohdalta. Lukella budjetista jäi käyttämättä 287,16 € ja Oulun yliopistolla 4588,14 € ja kaikkiaan koko hanketasolla käyttämättä jäi 4857,30 € (**Kuva 13.**)

		TURVESOPU	1.maksatus	2.maksatus		
		Hyväksytyt kustannusarvio	11-122021	1.1.-31.10.2022	Maksatukset yhteensä	Jäljellä
Palkkauskulut +sivukulut		74 090,00	20 360,47	54 439,20	74 799,67	-709,67
Rakentaminen+suunnittelu		55 000,00	20 010,16	34 154,55	54 164,71	835,29
Ostopalvelut		10 000,00	0,00	10 449,31	10 449,31	-449,31
Matkat		1 000,00	116,00	167,20	283,20	716,80
FlatRate 15%		11 114,00	3 054,07	8 165,88	11 219,95	-105,95
Yhteensä		151 204,00	43 540,70	107 376,14	150 916,84	287,16
Tulot		0,00				0,00
yhteensä		151 204,00	43 540,70	107 376,14	150 916,84	287,16

Rahoitus	%	Hyväksytyt rahoituspäätös	1.maksatus	2.maksatus	Maksatukset yhteensä	Jäljellä
ELY	75,00 %	113 403,00	32 655,53	80 532,11	113 187,63	215,37
Luke	25,00 %	37 801,00	10 885,18	26 844,04	37 729,21	71,79
Yhteensä	100,00 %	151 204,00	43 540,70	107 376,14	150 916,84	287,16

Kuva 11. Luonnonvarakeskuksen lopullinen budjetti koko hankkeen ajalta.

			1.maksatus	2.maksatus	3.maksatus	4.maksatus		
		Hyväksytyt kustannusarvio	11-122021	1.1.-31.10.2022			Maksatukset yhteensä	Jäljellä
Palkkauskulut +sivukulut		62 976,00	16 647,96	42 595,50			59 243,46	3 732,54
Rakentaminen+suunnittelu		0,00	0,00	0,00			0,00	0,00
Ostopalvelut		0,00	310,00	0,00			310,00	-310,00
Matkat		2 000,00	165,64	1 228,24			1 393,88	606,12
FlatRate 15%		9 446,00	2 497,19	6 389,33	0,00	0,00	8 886,52	559,48
Yhteensä		74 422,00	19 620,79	50 213,07	0,00	0,00	69 833,86	4 588,14
Tulot		0,00						0,00
Hyväksyttävät kustannukset		74 422,00	19 620,79	50 213,07	0,00	0,00	69 833,86	4 588,14

Rahoitus	%	Hyväksytyt rahoituspäätös	1.maksatus	2.maksatus	3.maksatus	4.maksatus	Maksatukset yhteensä	Jäljellä
ELY	75,00 %	55 816,50	14 715,60	37 659,80	0,00	0,00	52 375,39	3 441,11
OY	25,00 %	18 605,50	4 905,20	12 553,27	0,00	0,00	17 458,46	1 147,04
Yhteensä	100,00 %	74 422,00	19 620,79	50 213,07	0,00	0,00	69 833,86	4 588,14

Kuva 12. Oulun yliopiston lopullinen budjetti koko hankkeen ajalta.

Lukella palkkakulut ja ostopalvelut menivät hieman yli suunnitellusta, mutta tätä kompensoi rakentaminen + suunnittelu sekä matkat, joista jäi puolestaan hieman yli. Luken budjetissa rakentaminen ja suunnittelu käsitti veden varastoaltaaseen liittyvät suunnittelut, hankinnat ja kaivuutyöt. Ostopalvelut käsittivät puolestaan tehnyt vedenlaatuanalyysit sekä Caprocfirmalta hankitut pohjavesianturit. Antureiden avulla voidaan jatkossa seurata pohjaveden pinnantasa veden varastoaltaan valuma-alueella tukien altaan käyttöä kastelussa, mitä tehdään jatkohankkeissa ja jotka myös maksavat näistä aiheutuvat datan siirtomaksut. Oulun yliopiston kohdalta budjetti kohdentui palkkakuluihin ja matkoihin.

Luke koordinoi			1.maksatus	2.maksatus		
		Hyväksytty kustannusarvio	11-122021	1.1.-31.10.2022	Maksatukset yhteensä	Jäljellä
Palkkauskulut +sivukulut		137 066,00	37 008,43	97 034,70	134 043,13	3 022,87
Rakentaminen+suunnittelu		55 000,00	20 010,16	34 154,55	54 164,71	835,29
Ostopalvelut		10 000,00	310,00	10 449,31	10 759,31	-759,31
Matkat		3 000,00	281,64	1 395,44	1 677,08	1 322,92
FlatRate 15%		20 560,00	5 551,26	14 555,21	20 106,47	453,53
Yhteensä		225 626,00	63 161,49	157 589,21	220 750,70	4 875,30
Tulot		0,00				0,00
yhteensä		225 626,00	63 161,49	157 589,21	220 750,70	4 875,30
Rahoitus	%	Hyväksytty rahoituspäätös	1.maksatus	2.maksatus	Maksatukset yhteensä	Jäljellä
ELY	75,00 %	169 219,50	47 371,12	118 191,90	165 563,02	3 656,48
Omarahoitus	25,00 %	56 406,50	15 790,37	39 397,30	55 187,67	1 218,83
Yhteensä	100,00 %	225 626,00	63 161,49	157 589,21	220 750,70	4 875,30

Kuva 13. Koko hankkeen lopullinen budjetti.

11 Hankkeen toteutus numeroina

KYSYMYKSET	lkm
Kuinka monta maanomistajaa on ollut mukana hankkeessa? Myös maanvuokraajat lasketaan.	12
Kuinka monta uutta menetelmää hankkeessa pilotoitiin?	2
Kuinka monta valuma-aluekohtaista / osa-valuma-aluekohtaista suunnitelmaa hankkeessa on laadittu?	1
Mikä on valuma-aluekohtaisten suunnitelmien laajuus (pinta-ala, ha)?	350
Kuinka monta tilaisuutta hanke on järjestänyt? Tässä huomioidaan tilaisuudet, joissa on mukana hankkeen ulkopuolisia osallistujia.	7
Kuinka monta osallistujaa on yhteensä ollut hankkeen järjestämissä tilaisuuksissa? Tässä huomioidaan tilaisuudet, joissa on mukana hankkeen ulkopuolisia osallistujia.	500
Kuinka moneen muiden järjestämään tilaisuuteen hanke / hankkeen edustajat ovat osallistuneet. Tässä huomioidaan vesienhallinnan teemaan liittyvät tilaisuudet. Esim. webinaariesittelyt/ Webinaarien arvioitu kuulijamäärät.	20
Kuinka monta viestintätuotetta hankkeessa on valmistunut? Viestintätuotteita ovat esimerkiksi tiedotteet/uutiset, blogit, videot, esitteet, podcastit, some, verkkosivut, lehtijutut yms.	10
Kuinka monta asiantuntija-artikkelia hankkeessa on valmistunut?	2

Viestintätuotteiden määrä riippuu siitä, miten esim. Twitter-julkaisut mielletään (itsessään 1 kpl?).

OSA II ITSEARVIO

12 Toteutusvaiheen arviointi

- *Mitkä asiat saavutettiin hyvin? Mitkä huonommin?*
 - Hanke saatiin toteutettua suunnitellusti ja yhteistyö eri tahojen välillä toimi hyvin. Alkuperäisestä veden varastointikeinosta jouduttiin luopumaan, mutta hankkeen aikana suunniteltiin toinen ratkaisu, joka oli itse asiassa alkuperäistä ajatusta parempi sekä alueelle sopivampi ratkaisu veden varastointiin.
- *Mitkä olivat suurimpia yllätyksiä/odottamattomia asioita hankeaikana?*
 - Hankkeessa tavoitteena oli rakentaa veden varastointiratkaisu tila- ja valuma-alueittain maatalouden käyttöön yhdistämällä maa- ja metsätalouden vesienhallinta. Tavoitteena oli ratkaisun konkreettinen toteutus, jotta voidaan todeta menetelmän mittavuus niin kustannusten kuin suunnittelun puolesta. Tämä oli erittäin havainnollinen pilotointi, sillä hankkeen aikana pystyttiin

seuraamaan teknisiä haasteita käytännön rakentamisessa kuten esimerkiksi varastoaltaan vuotoja.

- *Toteutuiko ennakoituja riskejä ja miten niitä hallittiin? Entä ennakoimattomia riskejä?*
 - Ruukin tutkimuskenttä sijaitsee happamien sulfaattimaiden alueella ja siksi kaivuutöistä ennakoitiin mahdollisesti aiheutuvan happamoitusriskiä viereisiin avo-ojiin, mikäli kaivuumaiden mukana nousisi maa-aineksia, jotka eivät ole vielä hapettuneet. Näin ei kuitenkaan tapahtunut. Altaan viereen kasatut maa-ainekset tai toisaalta itse allas, jos se pääsee kuivamaan kokonaan, voivat kuitenkin edelleen olla riski ja sen vuoksi seuranta jatketaan. Veden varastoaltaassa on ollut odottamattomia vuoroja, joita on paikallistettu hankkeen aikana ja tukittu eri menetelmin, jotta vesi pysyy siellä halutaan.
- *Millaista osaamista syntyi hankkeen myötä? Millaista osaamista olisi tarvittu?*
 - Hankkeessa syntyi osaamista toteuttaa paikallinen toimintamalli vedenvarastointiin, joka on kuitenkin laajennettavissa ja sovellettavissa myös muualle. Hankkeessa mukana olleet ja hankkeen puitteissa eri tahojen kanssa tehdyn yhteistyön kautta saatiin toteutettua se mitä suunniteltiin ja mikään osa-alue hankkeessa ei tässä mielessä kärsinyt osaamisen puutteesta.
- *Valvonnan ja ohjauksen onnistuminen (ml. verkostoituminen?)*
 - Hankkeen rahoittajan eli Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kanssa on oltu yhteydessä läpi koko hankkeen ajan, myös hankkeen suunnitteluvaiheen aikana, kun alkuperäistä suunnitelmaa jouduttiin muuttamaan ja kun selvitettiin esim. tarvittavat luvat. Itse rakennustöiden aikaan rahoittajaan oltiin myös yhteydessä, kun päätettiin esim. tarvittava ympäristövaikutusten seuranta ja ELY-keskuksen edustaja kävi esimerkiksi paikan päällä katsomassa toimenpiteiden suunniteltua toteutusta ja mittakaavaa. Hankkeelle perustettiin ohjausryhmä, missä oli myös rahoittajan edustaja, mutta lisäksi hankkeen teeman kannalta keskeisiä sidosryhmiä. Samasta rahoituserästä myönteisen rahoituspäätöksen saaneita muita hankkeita oli mahdollisuus tavata ELY-keskuksen järjestämässä tilaisuuksissa, jotka olivat hyödyllisiä esim. verkostoitumisen kannalta ja mistä tämäkin hanke sai useamman yhteistyökumppanin.
- *Onko hankkeen tulosten ja saavutettujen hyötyjen jalkauttaminen, ylläpito ja jatkuvuus onnistunut?*
 - Hankkeessa on tehty laajasti ja monipuolisesti tiedottamista sekä tietoa on jalkautettu erilaisissa tapahtumissa ja tilaisuuksissa hyvin onnistuneesti (kts kappale tiedottaminen).