



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

Loppuraportti: Ruokaturvan varmistaminen muuttuvassa ympäristössä (TURVA)

HANKEKODI A78444

RAHOITTAVA VIRANOMAINEN: POHJOIS-POHJANMAAN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA
YMPÄRISTÖKESKUS



1 Perustiedot hankkeesta

Hankkeen nimi on Ruokaturvan varmistaminen muuttuvassa ympäristössä (TURVA, hankekoodi A78444). Luonnonvarakeskus oli hankkeen päätoteuttaja ja Oulun yliopisto osatoteuttaja. TURVA-hankkeella oli REACT EU EAKR -rahoitus ja rahoittava viranomaisena oli Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus).

2 Hankkeen tiivistelmä

2.1 Hankkeen toiminnan ja tulosten tiivistelmä suomeksi

Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin haasteisiin vastattiin kehittämällä kokonaisvaltaista maatalouden vesitalouden hallintaa, joka integroi viljelyalueen ulkopuolisen metsätalousvaltaisen kuivatuksen osaksi peltojen kuivatukseen rakennettua ojitusta niin, että kuivatusvesiä voidaan käyttää ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvinä kuivina kausina peltojen kasteluvesinä. Hanke toteutettiin Luonnonvarakeskuksen Ruukin tutkimusaseman turvemaiden tutkimusympäristössä ja siinä tutkittiin sääätosalaojen kautta tapahtuvan pellonkastelun toimivuutta, kun sääatökalustuksessa tarvittava vedensaanti on turvattu. Veden liikkeitä maaperäprofiilissa selvitettiin ensin laboratorio-olosuhteissa, jotta saadaan taustatietämystä siitä, miten kastelu tai veden pinnan säätäminen toimii eri lohkoilla, minkä jälkeen sääätosalajakastelun toimintaa testattiin isommassa mittakaavassa Ruukin NorPeat-tutkimuskentällä. Samalla todennettiin kenttämittauksin sääatökalustelun ja pohjavedenpinnan nostamisen ilmasto-, vesistö- ja satovaikutukset. Hankkeessa pilotoitiin pellon kosteuden ylläpitoon kehitettävää automaatiojärjestelmää, joka hyödyntää laboratorio- ja kenttämittauksissa tuotettua mittaustietoa pellon veden liikkeistä ja kosteusolosuhteista eri lohkoilla. Automaatiojärjestelmää pilotoitiin Ruukin NorPeat-koekentällä ja tuloksista saatiin käyttökokemuksia aidosta toimintaympäristöstä peltomittakaavassa.

2.2 Project summary in English

The challenges caused by climate change were answered by developing comprehensive agricultural water management, which integrates drainage from the upper catchment area, dominated by forestry, to be part of the cultivated area with existing drainage system for the field. This allowed the drainage water from the catchment area to be used as irrigation water for the field during the increasing dry periods caused by climate change. The project was carried out in the peatland research environment of the Ruukki research station of the Natural Resources Institute Finland. The aim was to investigate the functionality of field sub-irrigation through control ditches, when the water supply needed for controlled irrigation is secured. The movements of water in the soil profile were first investigated in laboratory conditions in order to gain background knowledge of how sub-irrigation or water table level regulation works in different blocks, after which the operation of the controlled sub-irrigation system was tested on a larger scale at Ruukki's NorPeat research field. At the same time, field measurements verified the climate, leaching and crop effects of controlled sub-irrigation and raising the groundwater level. The project piloted an automation system to be developed for the maintenance of field moisture, which utilizes the measurement data produced in laboratory and field measurements on water movements and moisture conditions in different field blocks. The automation system was piloted at Ruukki's NorPeat platform, and the results yielded operational experiences from a real operating environment at field scale.

3 Hankkeen tarve ja tavoitteet

Maailman väkiluvun kasvaminen, hankaluudet saada uutta viljelyalaa, luonnonvarojen kestävä käyttö, ilmastonmuutoksen eteneminen ja kastelutarpeen lisääntyminen asettavat suuria haasteita erityisesti globaalille ruoantuotannolle. Suuri osa ihmisistä on ainakin osittain tuontiruoan varassa ja häiriöt globaaleilla ruokamarkkinoilla yhdistettynä lisääntyneisiin satoriskeihin ennustetun sään äärevöitymisen vuoksi pakottavat miettimään ruokaturvan ja huoltovarmuuden varmistamista kansallisesti huomioiden kuitenkin samaan aikaan eettiset kysymykset ja vastuut ruoantuotannosta myös kansainvälisesti. **Koronapandemia asetti omat haasteensa ruoantuotannolle ja -jakelulle ja alleviivasi globaalin ruokajärjestelmän heikkouksia yllättävien markkinahäiriöiden keskellä.** Tämä synnytti ajatuksen lähteä toteuttamaan hanketta missä huomioidaan vastaavan tilanteen aiheuttamat haasteet ruokaturvalle.

Tässä hankkeessa tutkittiin säätösalaajien kautta tapahtuvan pellonkastelun toimivuutta. Taustalla oli kasvukauden alkuun ja yleisemminkin kasvukaudelle ennustettujen kuivuusjaksojen kompensointi kastelun avulla, mutta toisaalta turvepeltojen ilmastovaikutusten hillintä korotetun pohjanvedenpinnan avulla. Molemmat tavoitteet vaativat vettä ja maatalouden näkökulmasta vesi on kaiken toiminnan edellytys muutoinkin. **Kun ruoantuotannossa on kansainvälisesti haasteita, on satovarmuuden parantaminen kansallisesti kastelun kautta erityisen tärkeää.** Toisaalta turvepeltojen ilmastovaikutusten hillintä lisää tarpeita saada vettä pellolle. Näihin molempiin haasteisiin pyrittiin vastaamaan TURVA-hankkeessa. Hankkeen uutuusarvo oli, että siinä yhdistettiin viljelyalueen ja sen yläpuolisen valuma-alueen vesitalouden hallinta kokonaisuudeksi, joka mahdollistaa molempien alueiden kuivatuksen lisäksi viljelyalueen kastelun.



Kuva 1. Luke Ruukin NorPeat-tutkimuskenttä ja veden varastoallas, joka on yhdistetty pellon säätösalaajajärjestelmään ja minkä avulla on saatu muodostettua säätokastelujärjestelmä, jota TURVA-hankkeessa käytettiin (Kuva: Maria Honkakoski, Luke).

Hankkeen konkreettisina tavoitteina oli:

- tutkia laboratorio-olosuhteissa Luke Ruukin koeaseman NorPeat-tutkimuspellon (**Kuva 1**) kahdeksan eri lohkon maaprofiilin veden liikkeitä hallituissa olosuhteissa
- pilotoida Luke Ruukin koeaseman NorPeat-tutkimusturvepellon (26 ha) säätökastelua peltomittakaavassa ja tutkia säätökastelun ympäristövaikutukset
- kehittää säätökastelun etäohjausta ja automatiikkaa
- toteuttaa aktiivisesti viestintää ja tiedon siirtoa hankkeen toimintaan ja tutkimusteemaan liittyen

4 Hankkeen toteutus

TURVA-hanke jakautui neljään työpakettiin ja hankkeen toiminta sekä saavutetut tulokset on kuvattu työpaketeittain alla.

TP1 Pohjaveden pinnankorkeuden vaikutus veden liikkumiseen maaprofiilissa – laboratorio-olosuhteet - Vastuutaho: Oulun yliopisto

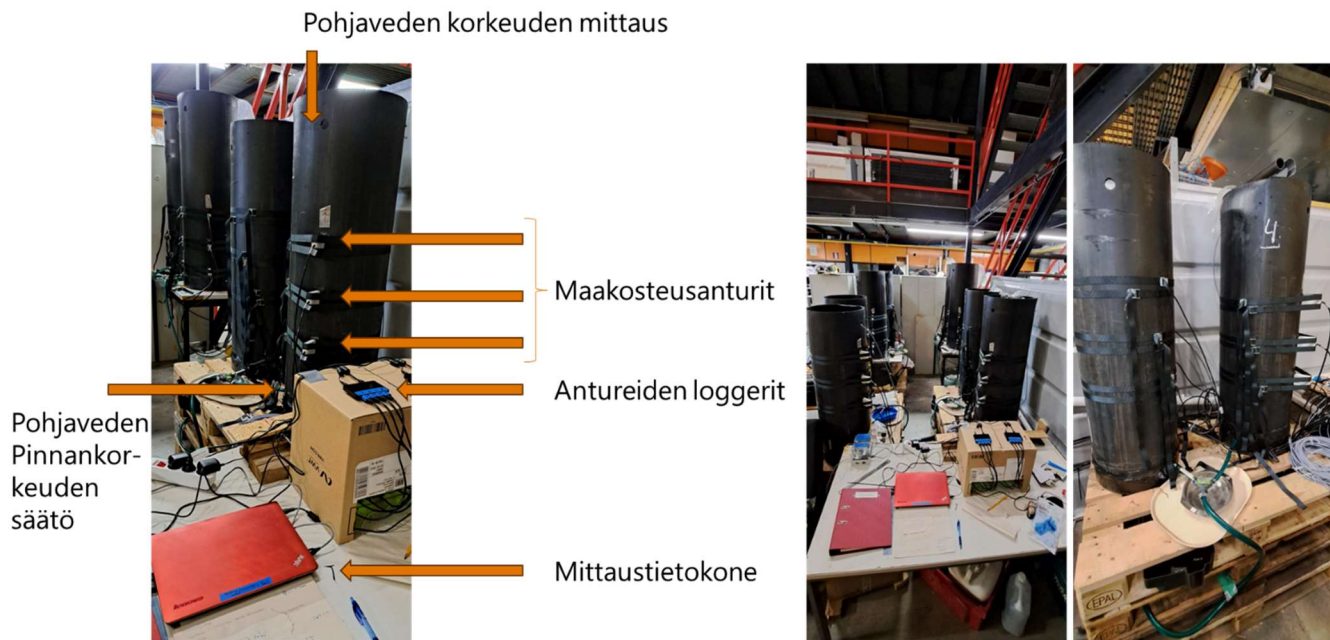
Ruukin toimipisteen tutkimuskenttä (26 ha) on jaettu kahdeksaan noin kolmen hehtaarin kokoiseen lohkokon, joilta voidaan mitata sekä kasvihuonekaasupäästöt eri menetelmillä että seurata yksittäisen lohkon salaojavesien laatua jatkuvatoimisesti. Turpeen syvyys vaihtelee eri lohkoilla 15 cm:n ja 75 cm:n välillä ja sen vuoksi on odotettavissa, että eri lohkot käyttäytyvät hydrologisesti sekä päästöjen kannalta eri tavalla. Peltomittakaavassa yksityiskohtainen hydrologinen ja maaperän vedenliikkeiden seuranta on haastavaa. Työpaketissa veden liikkeitä maaperän profiilissa mitattiin ja selvitetään ensin pienemmässä mittakaavassa laboratorio-olosuhteissa, jotta saadaan taustatietämystä siitä, miten kastelu tai veden pinnan säätäminen toimii eri lohkoilla ennen varsinaisten kenttäkokeiden suorittamista. Tämä laboratoriotesti toimi hyvänä ennakkotietona varsinaiseen kenttätason testaamiseen (TP 3).

Laboratoriotestiä varten jokaiselta lohkolta otettiin syksyllä 2022, 1 m korkuinen ja 40 cm leveä häiriintymätön turvenäyte sylintereihin, yhteensä 8 sylinteriä. Sylinterit kuljetettiin Oulun yliopiston laboratorioon, jossa tavoitteena oli selvittää i) miten nopeasti eri maaperälajit reagoivat pohjaveden pinnan nostoon ja laskuun, sekä ii) miten pellon kantavuus vaihtelee maakosteuden muutoksen mukana. Laboratoriomittauksiin yhdistetään TP 3:n säätöjärjestelmän testaus kontrolloiduissa olosuhteissa. Testauksessa kolonneihin asennettiin kenttäolosuhteita vastaava mittausjärjestelmä, jonka toimintaa testataan ja parannetaan ennen laitteiston asentamista Ruukin tutkimuspellolle. Tuloksia hyödynnetään tutkimuskentän säätösaloituksen optimoinnissa, säätökastelun toteutuksessa sekä koostettaessa tietoa kosteudeltaan vaihtelevien eloperäisten viljelysmaiden kantavuudesta.

Sylintereiden rakentaminen laboratoriotestaukseen aloitettiin loppuvuodesta 2022 ja saatiin valmiiksi talvella 2023. Jokaiseen sylinteriin asennettiin pohjaveden korkeuden säätöjärjestelmä, jonka kautta sylinterin pohjaveden pintaa voidaan säätää haluttuun korkeuteen (**Kuva 2**). Sylintereihin asennettiin maakosteusanturit kolmeen eri syvyyteen sekä pohjavesiputki paineanturilla mittaamaan pohjaveden korkeutta. Mittausjärjestelmästä tehtiin automaattinen imitoimaan kenttäolosuhteissa tapahtuvaa tiedonkeräämistä. Lisäksi mittausjärjestelmässä käytettiin pitkälti samaa laitetekniikkaa, kuin kenttäolosuhteissa. Tämä mahdollisti automaatiolaitetestaamisen hydrologisten kokeiden rinnalla. Kokeet osoittivat automaatiolaitteiden toimivan jopa ennakoitua luotettavammin ja soveltuvan näin myös kenttäolosuhteisiin ja peltomittakaavaan.

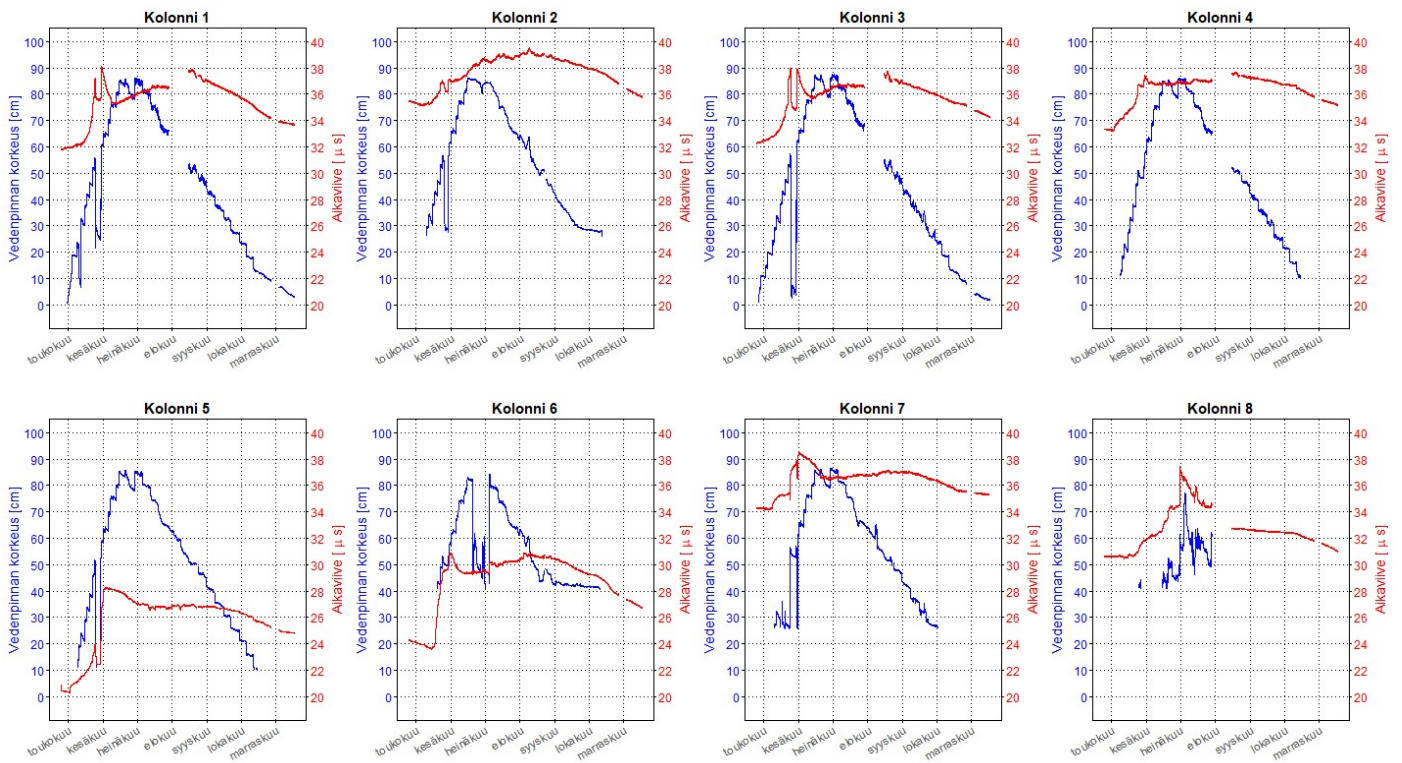
Kolonnikoe aloitettiin kastelemalla kolonnit 5 cm askel kerrallaan pohjavedenpintaa nostamalla. Jokaisen noston jälkeen kolonnien annettiin stabiloitua noin viikon verran ennen seuraavaan nostoa. Anturit mittasivat muutoksia 15 min välein. Kun kolonnit saatiin kokonaan kyllästettyä vedellä, aloitettiin 5 cm välein vedenpinnan lasku aina 60 cm asti.

Kuivaminen kolonneissa kesti pitkään ja jokainen laskun vei noin 1–2 viikkoa aikaa ja päättyi marraskuussa 2023. Seuraavassa vaiheessa jatketaan nopeita nostoja sekä laskuja pohjavedenpinnassa ja seurataan eri peltolohkojen käyttäytymistä. Hankkeen aikana kolonneissa ei ehditty tekemään kantavuusmittauksia penetrometrillä, koska kolonneissa halutaan tehdä useita pinnannostokierroksia ennen kuin näyte kolonneissa häiriintyy kantavuusmittausten osalta. Kolonnikoetta jatketaan hankkeen jälkeen omarahoitettuna toimintana ja kokeen lopuksi tehdään kantavuusmittaukset eri pohjavedenkorkeuksilla.



Kuva 2. Oulun yliopiston tiloihin rakennetun ison mittakaavan kolonnikokeen koejärjestelyt, loggerit ja ohjaustietokone (Kuvat: Hannu Marttila, Oulun yliopisto).

Kuvassa 3 on esitetty kolonnikokeiden alustavia tuloksia. Kuvista nähdään kolonnikohtaisesti vedenpinnan korkeus (sininen käyrä) ja keskimmäisen kosteusanturin käsittelemätön mittaustieto (punainen käyrä), joka on likimain suoraan verrannollinen näytteen tilavuuskosteuteen. Käyrissä ilmenee joitakin koejärjestelyyn liittyviä häiriöitä, jotka ovat aiheuttaneet esimerkiksi vesivuotoja ja katkoksia aikasarjaan. Vuodot ilmenevät pinnankorkeuskäyrien hetkellisenä romahtamisena. Kolonin 8 osalta pinnankorkeustieto on epäluotettavaa ja se johtuu todennäköisesti anturin ja/tai mittauspätkän tukkeutumisesta. Mittaustuloksia tullaan analysoimaan tarkemmin muissa hankkeissa sekä hanketoimijoiden omarahoituksella.



Kuva 3. Alustavia mittaustuloksia kolonnikoikeista.

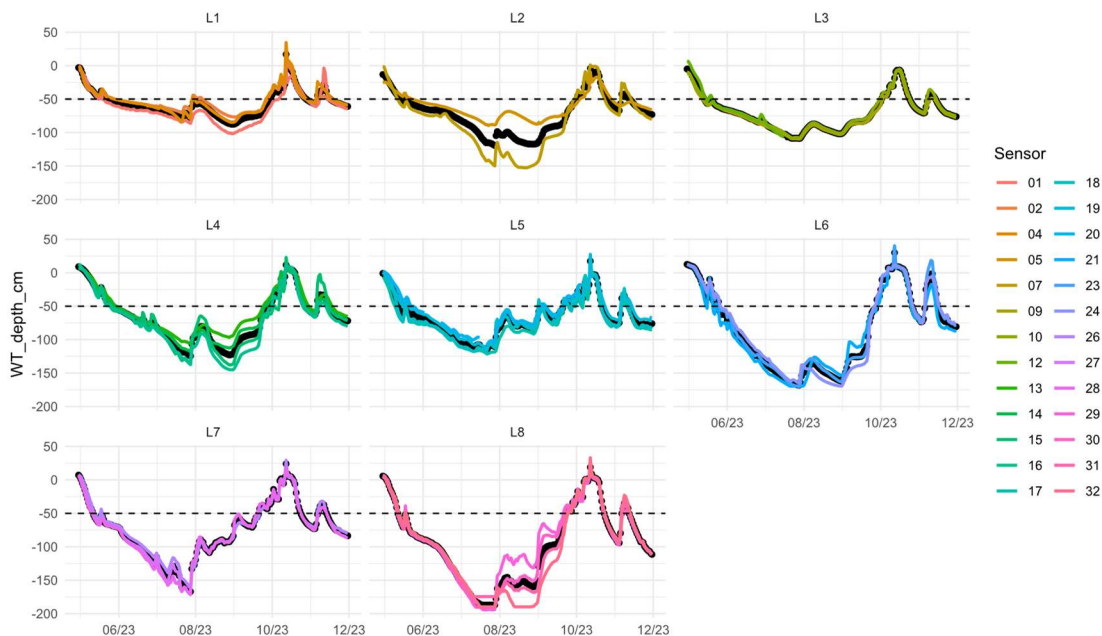
TP2 Säättösalajakastelun vaikutus pellon kosteuteen, kasvihuonekaasupäästöihin ja ravinnekuormitukseen tutkimuskentällä - Vastuutaho: Luke

Säättökastelun toteutus

Työpaketissa 2 tutkittiin säättökastelun vaikutusta Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeaseman NorPeat-tutkimusturvepellon kosteuteen, kasvihuonekaasupäästöihin ja ravinnekuormitukseen. Sen lisäksi seurattiin säättökastelun vaikutusta pellon satoiin. Kasvukaudella 2022 säättökastelua ei saatu toteutettua suunnitelmien mukaisesti, koska säättökastelujärjestelmässä oli vuotoja, jotka saatiin paikannettua ja korjattua vasta syksyllä 2022. Kasvukaudella 2023 pohjavedenpinnan tavoitetasoksi asetettiin 50 cm (**Kuva 4**). Koska pellolla kasvoi ohra nurmen suojaviljana, 50 cm:n tason katsottiin olevan vielä sellainen, ettei ohra kärsi liiasta märkyydestä. Toisaalta, koska kasvukausi 2023 oli ensimmäinen, jolloin säättökastelua päästiin tavoitteellisesti toteuttamaan ehjällä säättökastelujärjestelmällä eikä veden varastoaltaan käytöstä ylimääräveden lähteenä ollut aiempia käyttökokemuksia, ajateltiin että 50 cm on realistinen ja maltillinen siinä suhteessa, että pilotoinnin avulla nähdään mihin vesi riittää.

Keväällä 2023 kevättyöt ja siihen liittyvä kuivatus toteutettiin siten, että NorPeat-peltoa ei päästetty kuivumaan liikaa. Tavoitteena oli pidättää lumen sulannasta peräisin olevaa kosteutta pellossa mahdollisimman pitkään, jotta kun päästään kastelemaan niin kasteluvien tarve on pienempi. Kesäkuu oli Ruukin koeasemalla vähäsateinen ja Ilmatieteen laitoksen säättietojen mukaan kesäkuussa satoi vain 18 mm vettä. Niinpä veden varastoallas alkoi tyhjentyä jo kesäkuun alussa kastelun myötä eikä täyttynyt sadevedestä tai yläpuolisen valuma-alueen valunnasta ennen elokuun alkua, kun valuma-alueelle osui suurempi sade. Koska veden varastoaltaalta vesi johdetaan painovoimaisesti ja pellon eri lohkojen kaltevuuksiin suhteessa toisiinsa, kasteluvettä joko varastotilavuutena tai sadantana olisi saanut olla enemmän, jotta 50 cm:n tavoitetasoon olisi päästy. Kastelustrategiana oli ohjata vettä korkeimmalla ja lähimpänä oleville lohkoille, joiden turvepaksuus on suurin niin kauan, kuin kastelujärjestelmän vesitaso riittää. Tämän takia lohkot 1–4 saivat enemmän

altaan kasteluvettä kuin lohkot 5–7. Lohko 8 jätettiin vertailun vuoksi ilman kastelua, mutta säätösalaajitus oli säädetty samoin kuin muutkin lohkot.



Kuva 4. Luonnonvarakeskuksen Ruukin NorPeat-tutkimusturpepellon pohjavedenpinnan tasot eri lohkoilla 1–8 ajanjaksolla 05/2023–11/2023. Katkoviivalla on kuvattu tavoitteena ollut pohjavedenpinnan taso (Kuva: Juho Kinnunen, Luke).

Kastelussa käytetyn veden kemiallista laatua seurattiin altaasta ja allasta täyttävien ojista. Allas saa vesitäydennystä kahdelta metsäiseltä valuma-alueelta. Pieni metsäinen valuma-alue on noin 20 ha kokoinen suometsä. Iso metsäalue on pinta-alaltaan noin 400 ha. Kokonsa vuoksi se on kasteluveden pääasiallinen lähde. Vesinäytteet poimittiin altaan tai ojan pinnasta ja lähetettiin analysoitavaksi akkreditoituun laboratorioon. Näytteistä analysoitiin mm. kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori.

Taulukko 1. Yhteenvedo ojavesien ravinnemäärittämisistä.

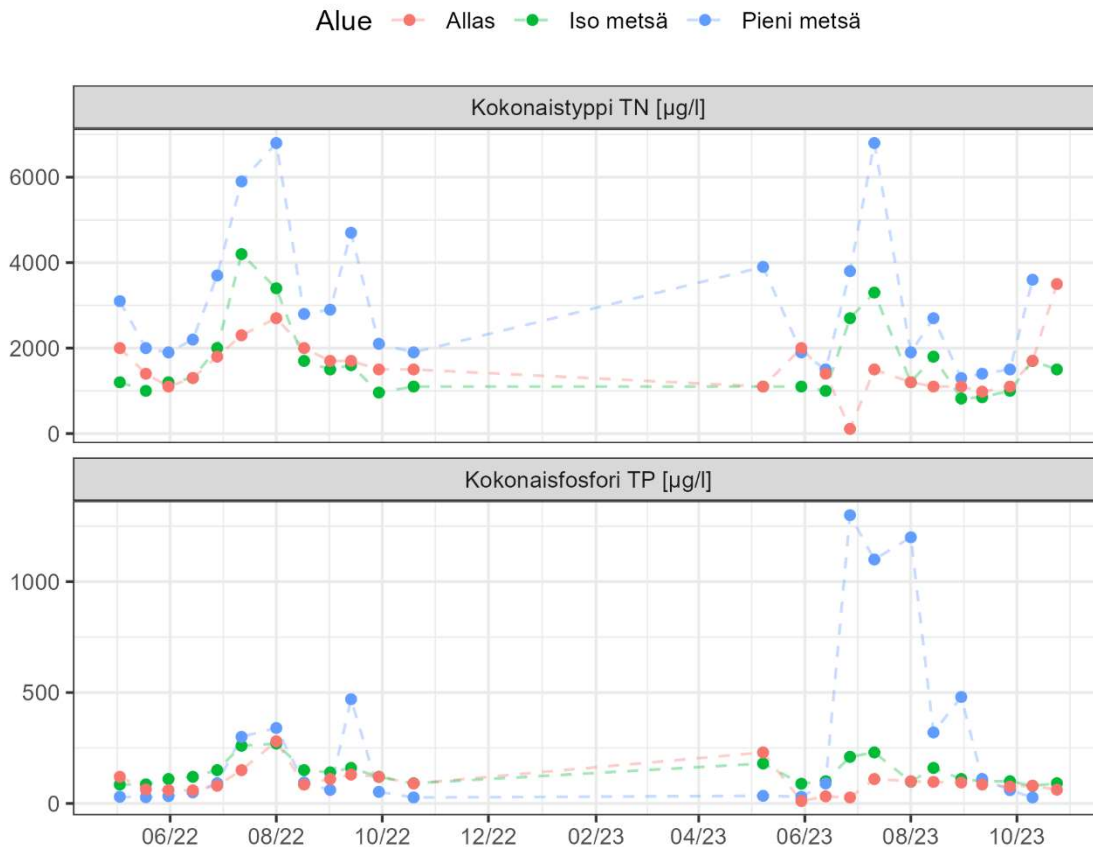
	Yhteinen, N = 71 ¹	Allas, N = 24 ¹	Iso metsä, N = 24 ¹	Pieni metsä, N = 23 ¹
Kokonaistyyppi [µg/l]	2 075 (1,315)	1 575 (661)	1 635 (892)	3 057 (1,649)
Kokonaisfosfori [µg/l]	169 (238)	98 (59)	137 (56)	275 (394)

¹Keskiarvo (Keskihajonta)

Kasteluun käytetyssä vedessä on ollut keskimäärin 1.5 mg/l typpeä ja 98 µg/l fosforia (**Taulukko 1**). Fosforipitoisuus altaassa vastaa pintavesien rehevyyssuokittelussa erittäin reheviä järviä, joilla leväkukintoja voi esiintyä säännöllisesti. Altaassa ei kuitenkaan havaittu kahden seurantakesän aikana leväkasvustoja.

Kuvassa 5 on esitetty aikasarja ojavesien mittauksista. Pieneltä suometsältä purkautuvassa vedessä on ollut toistuvasti suuremmat typen ja fosforin pitoisuudet. Keväisin ja syksyisin altaan veden ravinnepitoisuudet vastaavat isolta

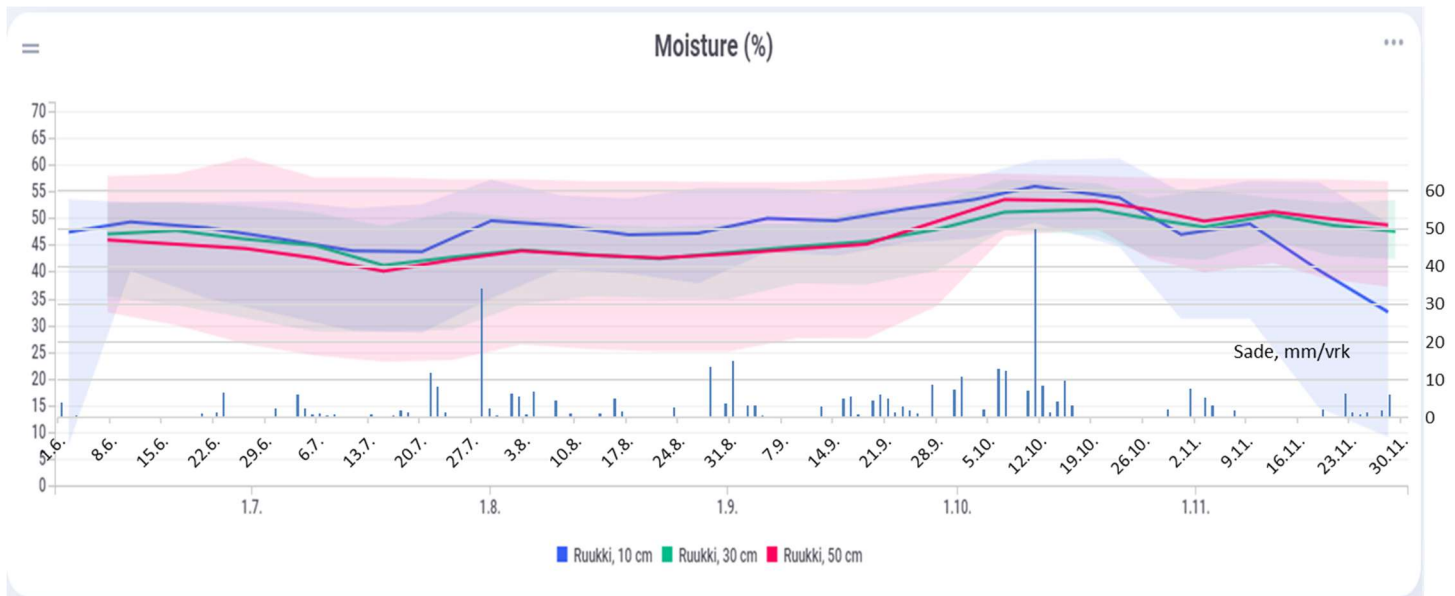
metsäiseltä valuma-alueelta valuvaa vettä. Seurannan molempien kesien aikana altaan veden ravinnepitoisuudet ovat olleet pienempiä kuin kummaltakin valuma-alueelta purkautuvan veden pitoisuus. Allas näyttää vaikuttavan veden ravinnepitoisuuksiin.



Kuva 5. Altaan ja allasta täyttävien uomien kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet sulan veden aikaan vuosina 2022 ja 2023 (Kuva: Miika Läpikivi, Oulun yliopisto).

Vaikutukset maan kosteuteen

Maan kosteutta seurattiin langattomilla Soil Scout-antureilla, jotka on sijoitettu 10 cm:n, 30 cm:n ja 50 cm:n syvyyteen. Jokaisella lohkolle on yksi tällainen kolmen anturin sarja, mikä ei todennäköisesti riitä kattamaan koko 3 hehtaarin peltolohkon alueellisia kosteusvaihteluja, mutta antaa kuitenkin verraten hyvän kuvan eri lohkojen maaprofiilin kosteusoloista. Anturit otettiin pois maasta syksyllä 2022 kynnön takia ja ne laitettiin takaisin maahan kesäkuun alussa 2023, kun kevättyöt oli saatu tehtyä.

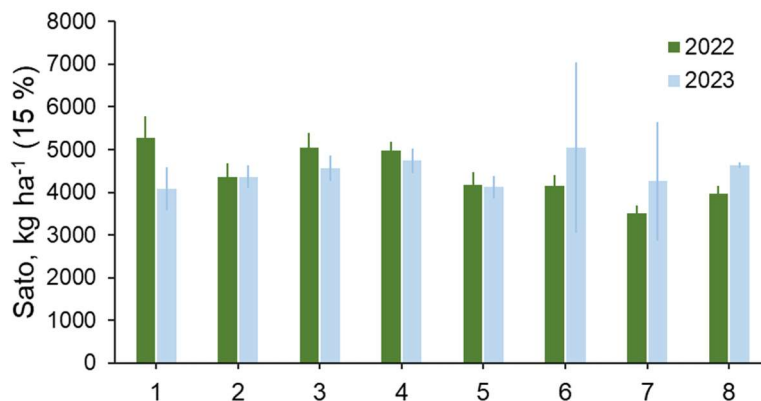


Kuva 6. Maan kosteus NorPeat-kentällä SoilScout-anturien mukaan 2023. Kullakin syvyydellä on 8 anturia. Käyrät ovat siis kahdeksan lohkon keskiarvoja. Väripilvi käyrän ympärillä kuvaa vaihtelua (min. ja max. arvot). Kuvassa myös sadanta Ruukissa pylväillä esitettynä (kuva: Timo Lötjönen, Luke).

Maan kosteuden vaihtelu kesällä ja syksyllä 2023 on esitetty **Kuvassa 6**. Maan kosteuden vaihtelut olivat yllättävän pieniä verrattuna edellä esitettyihin pohjavedenpinnan vaihteluihin. Kuivumista kyllä tapahtui kesä-heinäkuun noin 1,5 kk:n kuivuusjakson aikana. Isommat sateet korjasivat näkyvästi maan kosteustilannetta. Turvemaalla on ikään kuin pesusieni, joka kuivuu hitaasti, mutta toisaalta kastuu hitaasti.

Satovaikutukset

Kasvukaudella 2023 säätokastelua saatiin toteutettua suunnitelmien mukaisesti. Vuonna 2022 pellolla kasvoi ohra ja vuonna 2023 ohra nurmen suojaajiljana. Verrattaessa kahden kasvukauden satoja tulokset ovat varsin saman suuntaiset erityisesti lohkoilla 2, 4 ja 5 (**Kuva 7**).



Kuva 7. Lohkojen 1-8 satojen keskiarvo (15 % kosteudella, kg/ha) $\pm$ keskihajonta (n=4) 2022 ja 2023. Sato määritetty lohkoilta otetuista kaistanäytteistä (Kuva: Milla Niiranen, Luke).

Lohkoilla 1 ja 3 ohrasato oli parempi vuonna 2022, kun kastelua ei pystytty toteuttamaan, kun taas lohkoilla 6–8 ohrasato oli parempi vuonna 2023 kun kastelua tehtiin. Lohkoista turvetta on enimmäkseen lohkoilla 1 ja 2 ja erityisen vähän turvetta on lohkoilla 6 ja 8 (**Kuva 8**). Lohkojen 2, 4, 7 ja 8 vieressä taas menee iso valtaoja, millä on suurempi kuivatusvaikutus kuin lohkoilla 1, 3, 5 ja 6 missä vastaava valtaoja on tien toisella puolella eikä vastaavaa reunavaikutusta ole siinä määrin.

Vuosien 2022–23 ohrasadot olivat turvemaan ohrasadoiksi hyviä, koska koko Suomen keskimääräinen ohrasato on viime vuosina ollut vain 3600 kg/ha (lähde: <https://statdb.luke.fi/>). Ohraa pidetään turvemaalla hieman vaikeana kasvina, joka kärsii helposti liiasta märkyydestä, happamuudesta tai ravinteiden puutteesta. Ohran lannoitus oli NorPeat-kentällä niukkaa, ensimmäisenä vuonna typpitaso oli N 60 kg/ha ja toisena vuonna vain N 40 kg/ha (lannoite PY4). Ensimmäisenä vuonna ohra lakointui melkoisesti ja tämä haluttiin toisena vuonna välttää, ettei ohran alle perustettu nurmi kärsi lakaisuudesta. Tässä onnistuttiinkin hyvin. Tulokset osoittavat, että turvemailta voi vapautua varsinkin lämpiminä kasvukausina reilusti tyypeä kasvien käyttöön. Toisaalta, mikäli kasvit eivät saa sitä käytettyä, osa tyypestä uhkaa huuhtoutua vesistöön.



Kuva 8. Turpeen syvyyden vaihtelu Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeaseman NorPeat-tutkimuskentällä (Kuva: Miika Läpikivi, Oulun yliopisto).

Säätökastelun vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin

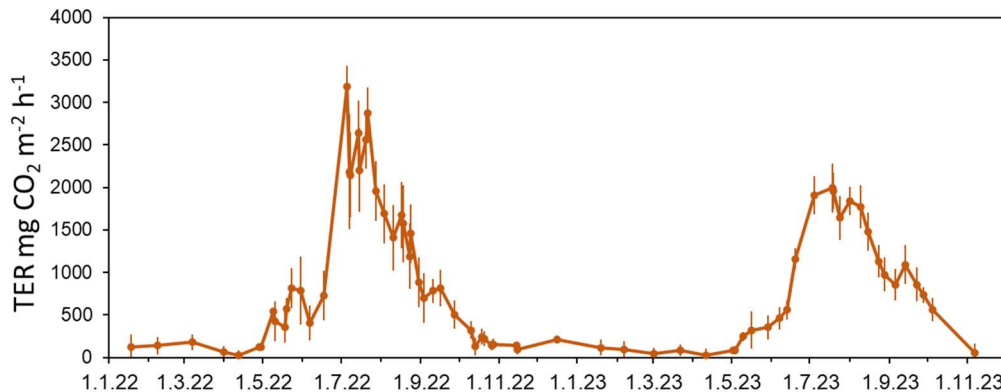
Työpaketissa mitattiin ympärivuotisesti kammiomenetelmällä ja lumipeitteen aikaan lumigradienttimenetelmällä ekosysteemihengitystä (TER), eli maaperän hajotustoiminnassa ja kasvien hengityksessä vapautuvan hiilidioksidin määrää, sekä typpioksiduuli- ja metaanipäästöjä. Kammiomittauksia toteutettiin kannettavalla kaasuanalysaattorilla (**Kuva 9**). Tuloksissa säätökastelun käyttöönottolla ei havaittu vielä hankkeen aikana selvää vaikutusta pellon kasvihuonekaasupäästöihin. Hiilidioksidipäästöt olivat lohkoista riippuen 4–5.5 kg m⁻² 2022 vuonna ja 4–5 kg m⁻² 2023 vuonna.



Kuva 9. Kasvihuonekaasumittauksia tehtiin niin sanotulla kannettavalla kaasuanalysaattorilla. (Kuva: Maaseudun Tulevaisuus <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/8a8ddc6d-8e8d-4694-9ac9-cd274d773ceb>)

Vuonna 2023, kun säätökastelua päästiin tekemään tavoitteiden mukaisesti, hiilidioksidituloksissa oli vähän hajontaa ja kasvukauden korkeimmat mittaushuiput olivat jääneet pois aiempiin mittausvuosiin (2019–2022) verrattuna (**Kuva 10**). Kuitenkin eri lohkojen kumulatiivisia päästöjä tarkastellessa mittausvuodet 2022 ja 2023 eivät eronneet kaikilla lohkoilla. Vuonna 2022 hiilidioksidipäästöt olivat suurimpia lohkoilla 1–4 ja 7, vaikka lohkoilla 7 turvetta on vähemmän, ja pienimpiä lohkoilla 5. Vuonna 2023 hiilidioksidipäästöt olivat pienentyneet lohkoilla 3 ja 7, mutta muuten olivat melko samanlaisia 2022 vuoteen verrattuna. Päästöt olivat 2023 vuonna pienimpiä lohkoilla 3 ja 5. Lohko 8 oli vuonna 2023 ainoa lohko, jota ei kasteltu lainkaan johtuen mittaускаivon asentamisesta ja siihen liittyvistä salaojaputkien asennustöistä.

Se selittikö säätökastelu pienempiä hiilidioksidipäästöjä osalla lohkoista 2023 vuonna, ja miten päästöt kokonaisuudessaan vertautuvat aiempiin vuosiin, vaatii vielä mittausaineiston tarkemman analysoinnin ja vuositasoiden laskemisen. Vuodelle 2023 tämä ei ole vielä mahdollista, sillä joulukuu on vielä vaillinaisen tulosten suhteen. Orgaanisen aineksen hajotus on suurta etenkin turpeen pintakerroksessa, joten hankkeen aikana saavutettu pohjavedenpinnantasoo ei todennäköisesti ollut vielä tarpeeksi korkea vähentämään selvästi aerobisessa hajotustoiminnassa syntyviä hiilidioksidipäästöjä.



Kuva 10. Keskimääräinen ekosysteemi hengitys ($\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) $\pm$ keskihajonta ($n=32$) NorPeat-kentällä 2022–2023 (Kuva: Milla Niiranen, Luke).

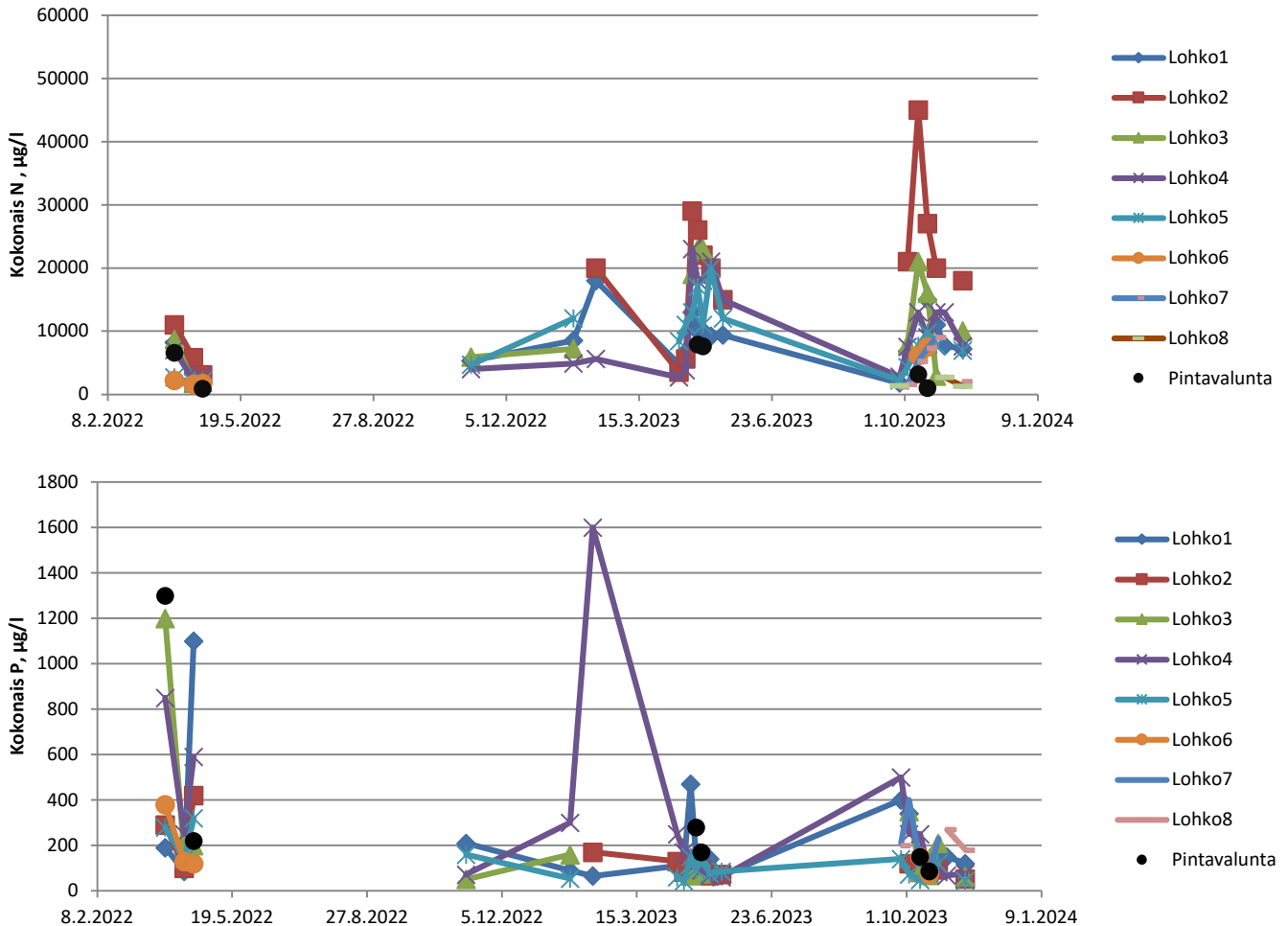
Typpioksiduulipäästöt vaihtelivat paljon mittausajankohdasta riippuen – kasvukaudella etenkin lannoitus sekä talvisin vaihtelevat olosuhteet ja roudan sulaminen aiheuttivat hetkellisiä piikkejä päästöihin. Koska typpioksiduulipäästöille on tyypillistä suuri ajallinen ja paikallinen vaihtelu, mittausajankohdalla ja -intensiteetillä on suuri merkitys, jotta nämä tavanomaista suuremmat piikit saadaan kammio- tai lumigradienttimittausten avulla kiinni.

Metaanipäästöt olivat pieniä ja pelto oli vaihdellen pieni metaanin nielu ja -lähde. Hyvin ojitetuilla pelloilla ja myös turvepelloilla, kun ojitus toimii, metaanipäästöt ovat yleensä merkityksettömät suhteessa hiilidioksidiin tai typpioksiduuliin. Jos pohjavedenpintaa saataisiin pidettyä erityisen korkealla eli yli 30 cm:n tasossa tai jos pellon ojitus ei muutoin toimisi, metaanipäästöt saattaisivat nousta, mutta esimerkiksi NorPeat-pellolla ollut hetkellinen tulva lokakuussa 2023 ei vielä merkittävästi näkynyt metaanipäästöissä.

Säätökastelun ja säättösalaojituksen vaikutukset ravinnepäästöihin

NorPeat-kentän salaojavedet päätyvät mittaus- ja näytteenottokaivoon, jossa jokaisen kahdeksan tutkimuslohkon salaojavalunnan määrä mitataan jatkuvatoimisesti. Lisäksi yhdeltä lohkolta voidaan mitata pintavaluntaa. Valumavesistä otetaan laatu näytteet automaattisesti ja virtaamasuhteisesti. Laatu näytteet analysoidaan toistaiseksi laboratoriossa, mutta samalla testataan jatkuvatoimista on-line-anturiteknologiaa orgaanisen hiilen ja NO_3^- -pitoisuuksien mittaamisessa. Laboratoriossa vesinäytteistä analysoidaan pH, asiditeetti, sähkönjohtavuus, orgaanisen hiilen määrä, kokonaistyyppi, nitraattityppi, ammoniumtyppi, kokonaisfosfori, liukoinen fosfori, kalium, alumiini, rauta ja rikki.

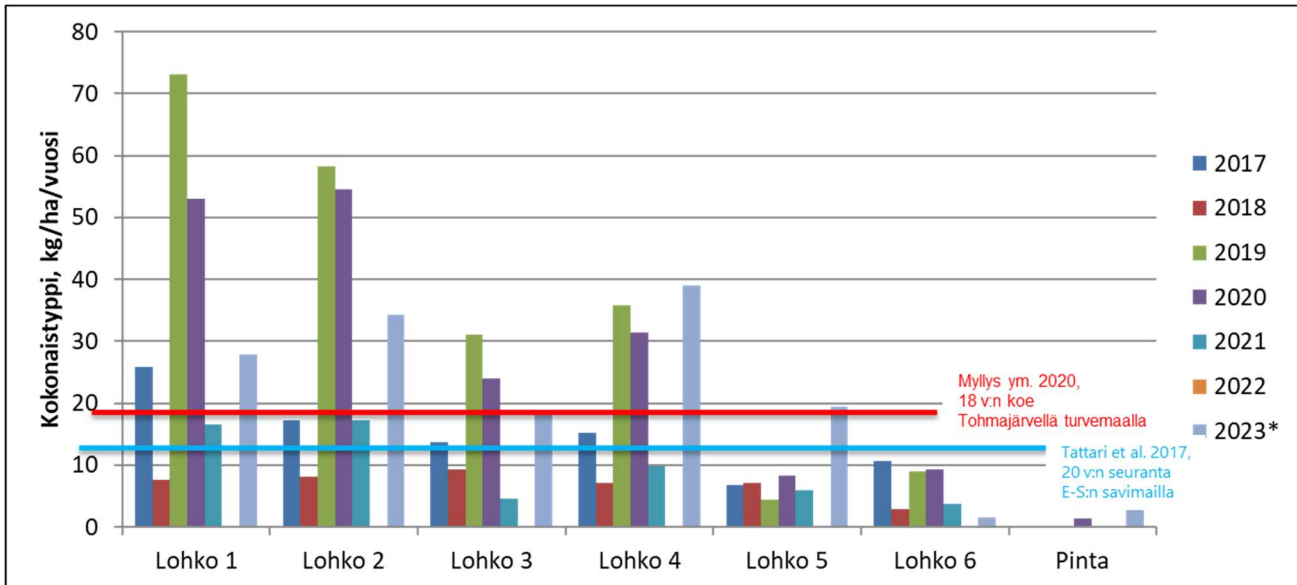
Valumavesiä on mitattu ja analysoitu kuudelta lohkolta vuodesta 2017 asti. Kesällä 2023 mittauksen piiriin saatiin kaksi lisälohkoa. **Kuvaparissa 11** on esitetty kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet salaojien valumavesissä ja yhden lohkon pintavalunnassa. Ravinteiden pitoisuudet ovat huomattavasti suurempia kuin mitä lähialueen metsistä tulevien ojavesien pitoisuudet (**Taulukko 1, Kuva 5**).



Kuva 11. Salaojavalumavesien kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet NorPeat-kentältä. Vuoden 2022 kevätvalunnasta puuttuu mittaustuloksia laiterikon ja viivästyneen korjauksen vuoksi (Kuva: Timo Lötjönen, Luke).

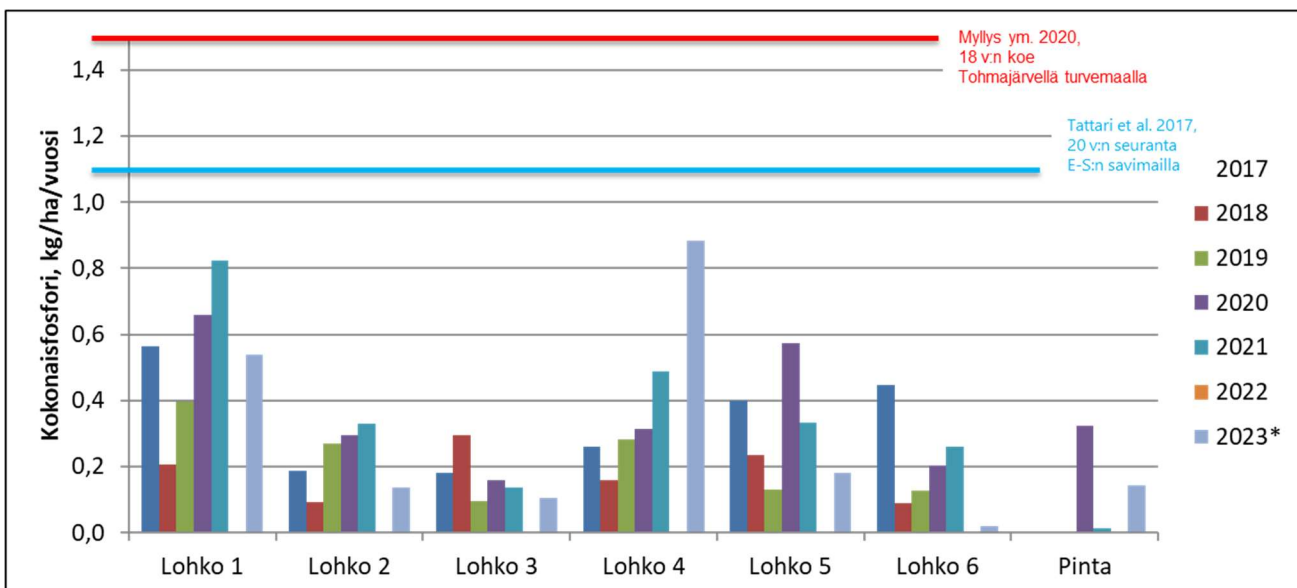
Kuvissa 12 ja 13 on esitetty kokonaistypen ja -fosforin valunnat kuluneilta kuudelta vuodelta. Vuoden 2022 tuloksia ei voi esittää, koska laiterikon takia tärkeän kevätvalunnan mittaamiseen tuli lähes kahden kuukauden katkos. Vesistökuormituksen määrä on hyvin riippuvainen valuntaveden määrästä (=sadannasta). Siten vuoden 2023 aikana ensimmäistä kertaa toteutettu jatkuva salaojapadotus (=säättösalojitus) leikkasi useimmilla lohkoilla selvästi ravinteiden (N ja P) kuormitusta. Kaikilla lohkoilla näin ei kuitenkaan käynyt. Muun muassa lohkoilla 4 oli paljon valuntaa ja siten suuri typpikuormitus. Tähän oli todennäköisenä syynä haljennut kokoojaputki, joka päästi viereisen valtaojan vettä salaojastoon. Vika on nyt korjattu.

Kun suuri osa vedestä saatiin pidettyä pellossa, myös ravinteet pysyivät siellä. Vaikka kentällä viljeltiin vuosina 2022–23 ohraa, jonka viljelyssä maata muokataan, aiemman viljelijänsä kaltaisia typen suuria päästöjä ei nyt tullut (vrt. vuodet 2019–20). Toki on mahdollista, että jonkinlainen typpipäästöpiikki nähdään vielä vuonna 2024, jolloin nyt perustettu nurmi on vielä heikkojuurista. Pintavalunnan tuottama typpikuormitus on ollut tällä kentällä aina hyvin alhainen.



Kuva 12. Kokonaistypen kuormitus salaojista mitattuna NorPeat-kentällä. Vuoden 2022 tuloksia ei voi esittää laiterikon takia. Vuonna 2023 käytettiin jatkuvaa padotusta. Vuoden 2023 tuloksista puuttuu vielä joulukuun valunta. Lisäksi tuloksia on verrattu kahteen kotimaiseen pitkäaikaistutkimukseen (Kuva: Timo Lötjönen, Luke).

Kokonaisfosforin kuormitus pieneni sekin kaikilla lohkoilla lukuun ottamatta lohkoa 4, jossa siis tuon ylimääräisen valunnan arveltiin aiheuttaneen kuormituksen kasvun (**Kuva 13**). Pintavalunnan mukana tuli vuonna 2023 saman verran fosforia kuin useimpien lohkojen salaojavalunnan kautta tuli. Toki lokakuun tulvan pintavaluntaa ei pystytty täysin mittaamaan, sillä mittakaivo oli muutaman vuorokauden ajan tulvan vallassa.



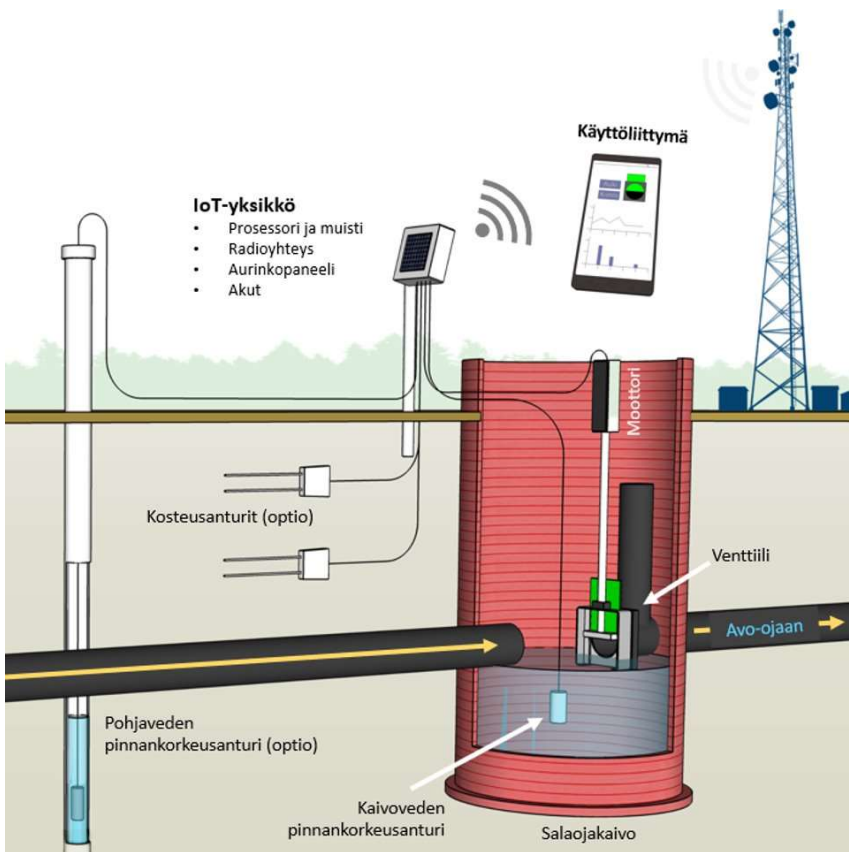
Kuva 13. Kokonaisfosforin kuormitus salaojista mitattuna NorPeat-kentällä. Vuoden 2022 tuloksia ei voi esittää laiterikon takia. Vuonna 2023 käytettiin jatkuvaa padotusta. Vuoden 2023 tuloksista puuttuu vielä joulukuun valunta. Lisäksi tuloksia on verrattu kahteen kotimaiseen pitkäaikaistutkimukseen (Kuva: Timo Lötjönen, Luke).

Kirjallisuuden mukaan noin puolet pellon fosforin kokonaiskuormituksesta voi tulla pintavalunnan kautta. Vaikka tämä otetaan huomioon, NorPeat-kentän fosforikuormitus vaikuttaa olevan hyvin maltillinen verrattuna pariin kotimaiseen pitkäaikaistutkimukseen (**Kuva 13**).

Säätökastelun aikana kesä-elokuussa 2023 padotuksista meni hyvin vähän vettä yli, joten säätökastelun aiheuttama ravinnekuormitus jäi erittäin vähäiseksi. Näyttäisi sille, että padotuksen tehokas käyttäminen on toimiva keino salaojien kautta tulevien ravinnepäästöjen hillitsemiseen. Tämä edellyttää, että pelto on alkujaan profiililtaan kohtuullisen tasainen ja se vielä tasataan gps- tai laserohjatulla peltolanalla ”lanttopaikkojen” hävittämiseksi. Viljelijän talouden eikä päästöjenkään kannalta ole suotavaa, jos viljelykasvusto kuolee liian kunnianhimoisen vedenpinnan korkeustavoitteen takia. Silloin ei ole enää yhteyttävää kasvustoa, joka sitoisi ravinteita tai hiilidioksidia. Säätökaivojen on oltava siinä kunnossa, että niiden teleskooppisäätö toimii ja säätövaraa on riittävästi, sekä kaivon pohjaventtiili toimii luotettavasti. Luotettava ja edullinen automatiikka olisi tarpeen kaivojen säädössä.

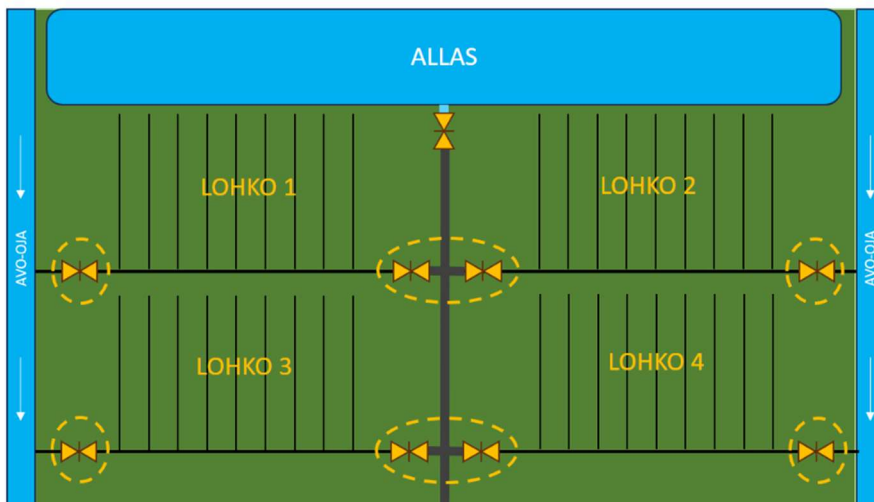
TP3 Säätökastelun toteutuksen hallinta digitalisaation avulla - Vastuutaho: Oulun yliopisto

Työpaketin 3 päätavoitteena oli tuottaa vesienhallintateknologiaa muiden työpakettien käyttöön. Tärkeimpinä kehityskohteina olivat Ruukin NorPeat-koekentän kastelujärjestelmän tarpeisiin sovitettavat etähallittavat salaojakaivoventtiilit ja niihin liittyvä tiedonhallinta- ja automaatiojärjestelmä. Lähtökohtana käytettiin aiemmissa hankkeissa Oulun yliopistossa kehitettyä IoT-teknologiaa (**Kuva 14**), joka sovitettiin NorPeat-kentän salaojajärjestelmään suunnittelemalla venttiileille uusia kiinnitys- ja asennusratkaisuja sekä muokkaamalla käyttöliittymää. Hankkeen suunnitteluvaiheessa varauduttiin myös veden pumppaustarpeeseen, mutta hankkeen toteutuksen aikana pumppaaminen todettiin tarpeettomaksi. Automaatiojärjestelmään suunniteltiin kuitenkin tekninen valmius myös pumppujen ohjaamiseen, mikäli sellaisia päätetään myöhemmin käyttää.



Kuva 14. IoT-pohjainen etähallittava vesienhallintajärjestelmä (Kuva: Toni Liedes, Oulun yliopisto).

Automaation kenttätestaamista varten suunniteltiin **Kuvan 15** mukainen koeasettelu NorPeat-kentälle. Sen kahdeksasta lohkoista neljä päätettiin varustella etäohjattavilla venttiileillä, jotta saadaan käyttökokemuksia ennen systeemin laajentamista. Jokaisella lohkoilla on yksi venttiili sekä syöttö- että poistopuolella, jolloin venttiilien kokonaismääräksi tuli kahdeksan kappaletta. Nämä valmistettiin ja testattiin laboratorioissa talvikauden 2022–23 aikana ja käyttöön otettiin NorPeat-kentällä alkukesästä -23.



Kuva 15. NorPeat-kentän koeasettelu automaatiojärjestelmän testaamista varten. Etäohjattavat venttiilit merkitty kuvaan katkoviivoilla (Kuva: Toni Liedes, Oulun yliopisto).

Koska koko kastelujärjestelmän kontrolloiminen osoittautui hankkeen aikana huomattavan haastavaksi tehtäväksi, ei venttiilien ohjaamista tehty täysautomaattiseksi, vaan kaikki ohjauksennot lähetettiin käyttöhenkilöstön toimesta. Automaatiojärjestelmään suunniteltiin kuitenkin valmius myös täysautomaattitoimintaan ja se voidaan ottaa käyttöön pelkillä ohjelmistomuutoksilla.

Kenttätestaus osoitti automaatiolaitteiden toimivan pääpiirteissään suunnitellulla tavalla. Tietoliikenteessä esiintyi kuitenkin paikoittain häiriöitä, jotka aiheuttivat korkeintaan tuntien katkoksia tiedonsiirtoon. Niiden merkitys ei ole kuitenkaan käytännössä erityisen suuri. Lähinnä ne aiheuttavat viiveitä ohjauksentojen läpimenoa ja puuttuvia datapisteitä mittaushistoriaan. Tiedonsiirtokatkosten varalle laitteisiin tehtiin myös paikalliskäyttömahdollisuus, jolla venttiileitä voi ajaa auki/kiinni kaivon yhteyteen sijoitetuilla ohjauspainikkeilla.

Syksyllä -23 suuri osa automaatiolaitteista jäi yllättävän syystulvan alle (**Kuva 16**). Myös koteloitua elektroniikkaa, jota ei ollut suunniteltu veden alla toimivaksi, jäi kokonaan veden alle. Tästä huolimatta varsinaisia laiterikkoja ei syntynyt. Jatkossa laitteet on kuitenkin suunniteltava jo lähtökohtaisesti ajoittain veden alla toimiviksi, sillä mahdollinen tulviminen ei saa aiheuttaa laitteiden laajamittaista huolto- ja tarkastusarvetta.



Kuva 16. Luonnonvarakeskuksen Ruukin NorPeat-tutkimusalueen syystulva lokakuussa 2023, kun mittaaselektroniikkaa jäi veden alle (Kuva: Maria Honkakoski, Luke).

Työpaketin 3 toimenpiteillä saatiin siis aikaan konkreettisia teknologisia tuloksia, jotka mahdollistavat monimutkaisemman vesienhallintajärjestelmän etä- ja automaattikäytön. Käytännössä kehitys on kulkemassa sellaiseen suuntaan, jossa sekä peltojen kuivatus että kastelu edellyttävät jonkinasteisen automaation käyttämistä. Laitteiden

ohjaaminen pelkästään ihmisen tekemän päättelyn perusteella käy viljelyalan kasvaessa nopeasti liian työlääksi ja virhealttiiksi.

Hankkeen tuloksia on levitetty sekä viljelijöiden että muiden sidosryhmien keskuuteen erilaisissa tilaisuuksissa (katso tarkemmin TP4:n kuvauksesta) ja tietoisuus automaation mahdollisuuksista on lisääntynyt laajalti. Jatkossa tutkimus- ja kehitystyö painottuu erityisesti ennakoihin ja oppiviin ohjausalgoritmeihin.

TP4 Tiedotus ja tiedonsiirto - Vastuutahot: Luke ja Oulun yliopisto

Hankkeessa toteutettiin hyvin aktiivisesti tiedostusta ja tiedonsiirtoa. Sosiaalisen median kanavista hyödynnettiin erityisesti Twitteriä eli nykyistä X-sovellusta. Hanke oli aktiivisesti järjestämässä Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeasemalla pellonpiennarpäiviä (**Kuva 17**), jotka olivat avoimia ja maksuttomia tilaisuuksia kaikille kiinnostuneille, jotka halusivat tulla paikan päälle tutustumaan hankkeen toimintaan ja tuloksiin. Hanke oli monipuolisesti esillä erilaisissa tilaisuuksissa ja tapahtumissa sekä webinaareissa pitämässä kutsuttuja esityksiä. Hanketyöntekijät osallistuivat esimerkiksi maatalousnäyttelyihin ja muiden hankkeiden järjestämiin pellonpiennarpäiviin, jotka olivat erinomaisia tilaisuuksia tavata erityisesti viljelijöitä, jotka ovat hankkeen toiminnan kannalta erityisen tärkeä kohderyhmä.



**Luke Ruukin NorPeat-tutkimuskentän
pellonpiennartilaisuus
3.5.2023 klo 10-13**

Ohjelma

Kokoontuminen klo 10 Luke Ruukin toimipisteeseen
Kahvittelut ja tilaisuuden avaus
Asiantuntijapuheenvuoroja Ilmatieteen laitokselta, Oulun ja Helsingin yliopistolta
Tutustuminen NorPeat-tutkimuskenttään, veden varastoaltaaseen sekä turvemaiden KHK- ja vesistökuormitustutkimuksiin

Tilaisuus on avoin kaikille aiheesta kiinnostuneille, tervetuloa!

Tilaisuuden järjestävät RATKU, TURVA, ALLAS, VÄPÄ, TurPo ja ViljaPäästö -hankkeet

Tapahtumapaikka: Luke Ruukki, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki

Kuva 17. Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeasemalla järjestettiin pellonpiennarpäivä esimerkiksi toukokuussa 2023, missä TURVA-hanke oli mukana esittelemässä hankkeen toimintaa (Kuva: Maarit Liimatainen, Luke).

Hankkeen viestintää ja tiedonsiirtoa toteutettiin monipuolisesti, jotta eri sidosryhmät saatiin tavoitettua tehokkaasti. Tämän vuoksi hanketyöntekijät osallistuivat hankkeen aikana paljon erilaisiin tieteellisiin tilaisuuksiin mutta lisäksi esimerkiksi eri sidosryhmien järjestämiin verkostoitumistapahtumiin.

Hankkeen tuloksia levitettiin toteuttajaorganisaatioiden julkaisemien tiedotteiden kautta eri medioille. Hankkeen toimintaan liittyen julkaistiin mm. seuraavat lehtijutut:

- Kaleva 06/2022, <https://www.kaleva.fi/ruukin-tutkimusaseman-turvepellot-on-valjastettu-k/4713637>
- Maaseudun tulevaisuus 05/2023, <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/8a8ddc6d-8e8d-4694-9ac9-cd274d773ceb>
- Käytännön Maamies 05/2023, <https://kaytannonmaamies.fi/armahdus-turvepelloille/>
- Maaseudun tulevaisuus 11/2023 <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/eed53479-d537-4e0f-9b87-8ef550c3c1bc>

Hankkeen toimintaan liittyen julkaistiin kirjoitus Vesitalous-lehdessä vuoden 2023 alussa ja hankkeen loppuvaiheessa kirjoitettiin toinen julkaisu samaan lehteen, joka julkaistaan vuoden 2024 alussa.

Ruukin koeasemalla otettiin paljon vierailuryhmiä vastaan erityisesti keväällä ja alkukesällä 2023, sillä sääätökastelussa oleva turvepelto yhdistettynä veden varastoaltaaseen ja vesienhallinnan kehittäminen kohti automatiikan hyödyntämistä kiinnosti laajasti eri tahoja. Heinäkuussa 2023 Ruukin tutkimusnavetassa todettiin salmonella minkä vuoksi syksyn kaikki livetapahtumat, myös Tutkimusasemapäivät jouduttiin perumaan. Jotta hankkeen viestintää saatiin kuitenkin toteutettua eri sidosryhmille, Ruukin koeasema käynnisti marraskuussa webinaarisarjan missä myös TURVA-hankkeen toimintaa esiteltiin useammassakin yhteydessä.

5 Hankkeen toteutusvaiheen arviointi

Hankkeessa yhtenä tavoitteena oli ensin tutkia turvepellon eri lohkojen veden liikkumista turveprofiilissa laboratorioympäristössä Oulun yliopiston Vesi-, energia- ja ympäristötekniikan tiloissa (TP1). Laboratoriokoe auttoi ymmärtämään miten eri tavalla pellon eri lohkot käyttäytyvät erityisesti suhteessa turpeen paksuuteen ja koe saatiin toteutettua onnistuneesti suunnitelmien mukaisesti. Kokeen aikana oli jokunen lyhytkestoinen sähkökatko, jotka aiheuttivat katkon datan tuottamisessa, mutta katkot olivat sen verran lyhyitä, että tällä ei ollut oleellista merkitystä työpaketin tavoitteiden saavuttamisen suhteen.

Hankkeen toisena tavoitteena oli toteuttaa Luke Ruukin koeaseman NorPeat-tutkimuspellon sääätökastelua kenttäolosuhteissa peltomittakaavassa (26 ha) tutkien samalla sääätökastelun mahdolliset ympäristövaikutukset (TP2). Ympäristövaikutusten mittaukset saatiin toteutettua kuten suunniteltiin. Itse sääätökastelun toteutuksessa oli haasteita kasvukaudella 2022, kun vasta valmistuneessa sääätökastelujärjestelmässä havaittiin useampia vuotoja, jotka saatiin kaikki tukittua vasta syksyllä 2022 ja siten kasvukauden 2022 sääätökastelun toteutus jäi tavoitteista. Sääätökastelun pilotointi vuonna 2022 oli kuitenkin hankkeen tavoitteiden saavuttamisen kannalta erittäin arvokasta, sillä kastelua toteutettiin peltomittakaavassa ja se antoi hyvän kuvan kaikista niistä haasteista, mitä viljelijällä olisi hänen omalla pellollaan. Kasvukauden 2023 sääätökastelun toteutus oli sen sijaan hyvin onnistunut niissä rajoissa mitä vettä oli saatavilla ja sääätökastelukokeilu tavoitellen pohjavedenpinnankorkeudeksi 50 cm tasoa antoi paljon arvokasta tietoa sääätökastelun käytännön toteuttavuudesta, mutta myös ympäristövaikutuksista.

Hankkeen kolmantena tavoitteena oli kehittää sääätökastelun käyttöä digitalisaation avulla eli pyrkiä kohti menetelmiä missä vähennetään manuaalisen säätämisen tarvetta (TP3). Tämä on yksi keinoista millä vesienhallinnan aktiivista toteuttamista saataisiin edistettyä ja toisaalta itse säätäminen helpottuisi, kun sitä pystyisi tekemään etäohjatuksi tai jopa täysin automaattisesti. Teknistä kehitystyötä ja laitteiden asennusta Ruukin NorPeat-tutkimuskentälle saatiin toteutettua hankesuunnitelman mukaisesti, joskin tällä työpaketilla oli suurimmat haasteet Ukrainan ja Venäjän sodan aiheuttamista eri tuotteiden pitkistä toimitusajoista.

Hankkeen neljäntenä tavoitteena oli pyrkiä aktiivisesti toteuttamaan tiedon siirtoa ja jalkautusta sekä viestimään hankkeen toiminnasta ja tuloksista (TP4). Tätä saatiin toteutettua suunnitelmien mukaan varsin hyvin. Hankkeen alussa koronarajoitukset olivat vielä osittain olemassa, mutta väistyivät kokonaan hankkeen aikana. Työpaketin 4 suurin haaste oli Ruukin navetassa kesällä 2023 havaittu salmonella, minkä vuoksi Tutkimusasemapäivät jouduttiin peruuttamaan elokuussa 2023 eikä syksyllä 2023 voitu myöskään salmonellan vuoksi järjestää pellonpiennarpäivää Ruukissa. Molemmista olisi ollut tavoitteena viestiä hankkeen toiminnasta. Sen sijaan hanke oli esillä mm. Ruukin koeaseman webinaarisarjassa, mikä perustettiin paikkaamaan Tutkimusasemapäivän peruuntumista.

6 Toiminnan jatkuminen ja tulosten sekä kokemusten hyödyntäminen hankkeen päättymisen jälkeen

TURVA-hankkeessa toteutettu turvepellon säätökastelun pilotointi antoi erittäin arvokasta käytännön tietoa peltomittakaavan vesienhallinnan toteutuksesta. Hankkeen aikana säätökastelun toteutus toi esiin toimen eri haasteet, mutta myös mahdollisuudet ja loi hyvän pohjan säätökastelun toteutukselle vuonna 2024, sillä on erittäin tärkeää saada toteutettua säätökastelu hallitusti uudestaan, koska kasvukaudet ovat erilaisia ja vuonna 2024 pellolla kasvava nurmi antaa vesienhallinnan tavoitteille uudet mahdollisuudet, kun nurmi kestää märempiä olosuhteita kuin vilja.

Työpaketissa 2 toteutettuja kasvihuonekaasupäästö- ja vesistökuormitusmittauksia jatketaan Viljapäästö-hankkeen rahoituksella vuonna 2024. TURVA-hankkeessa toteutetut mittaukset toimivat hyvänä pohjana, kun vuonna 2024 säätökastelua tehdään samalla pellolla, mutta nurmen eikä viljan ehdoilla.

Työpaketin 3 tuloksia tullaan hyödyntämään jatkossa mm. käynnissä olevassa Viljapäästö-hankkeessa, jossa automaatioastetta pyritään nostamaan edelleen. Lisäksi suunnitteilla on vastaavan IoT-laitetekniikan soveltaminen metsätalouspuolelle. Erityisesti turvemetsien vesienhallinta saattaa hyötyä jatkossa etähallittavista vedenpidätysratkaisuista, joihin tässä hankkeessa kehitetty teknologia soveltuu hyvin. Myös TP1:ssä tehtyjä kolonnikokeita tullaan jatkamaan ja niiden tuloksia sovelletaan ennakoivien ohjausmenetelmien kehityksessä.

7 Hankkeen rahoitus

Hankkeen kokonaisbudjetti ja toteutuneet kulut Luonnonvarakeskuksen ja Oulun yliopiston osalta on esitetty **Taulukossa 2**. Rahoittajan osuus kokonaisbudjetista oli 80 % ja loppu 20% jäi hankepartnerien omarahoitusosuudeksi. Luonnonvarakeskuksen osalta myönnetty rahoitus jakautui palkkoihin, ostopalveluihin ja muihin kuluihin, Oulun yliopiston osalta rahoitus kohdentui vain palkkoihin. Ostopalvelut kohdentuivat erityisesti vesi- ja maa-analyysseihin, automaatiolaitteiden valmistus- ja asennuspalveluihin sekä pilvipalvelun ylläpitoon. Muut kustannukset käsittivät kenttä- ja laboratoriomittauksiin tarvittavien kulutustavaroiden ja vastaavien tarvikkeiden hankinnan sekä erilaiset tarvikkeet säätökastelun automaatiojärjestelmän rakentamiseen käsittäen mm. mittaussanturit maankosteuden ja pohjaveden pinnankorkeuden rekisteröintiin ja elektroniikkatarvikkeet.

Luonnonvarakeskuksen osalta palkkakulut ja muut kustannukset saatiin käytettyä suunnitelmien mukaisesti, mutta ostopalvelurahaa jäi käyttämättä vajaa 5000 €, koska esimerkiksi satonäytteiden lähettämiseen ei saatu lupaa, vaan nämä analyysit jäivät maksettavaksi muiden hankkeiden toimesta. Lisäksi kuivan kesän vuoksi vesinäytteitä ei saatu otettua niin paljoa kuin oli suunniteltu. Oulun yliopistolla jäi käyttämättä palkkarahaa reilu 14 000 €. Kaikkiaan hankkeella jäi käyttämättä rahaa 22146,30 €, mistä ELY-keskuksen osuus on 17 715,04 €.

Taulukko 2. TURVA-hankkeen budjetti ja toteutuneet kustannukset kululajeittain sekä Luonnonvarakeskuksen että Oulun yliopiston osalta yhteensä.

YHTEENSÄ			1.maks.	2.maks.	3.maks.	4.maks.	5.maks.		
		Hyväksytty kustannusarvio	1.11.2021- 09.1.2022	10.1.-30.6.2022	1.7.- 31.12.2022	1.1.-30.6.2023	1.7.- 31.10.2023	Kulut yhteensä	Jäljellä
Palkat+sivukulut		258 785,00	0,00	18 774,62	18 134,98	92 295,65	115 135,07	244 340,32	14 444,68
Ostopalvelut		11 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6 562,75	6 562,75	4 437,25
Muut kustannukset		28 105,00	0,00	819,02	0,00	8 857,49	18 632,44	28 308,95	-203,95
FlatRate 24%		62 110,00	0,00	4 505,91	4 352,40	22 150,96	27 632,42	58 641,68	3 468,32
Yhteensä		360 000,00	0,00	24 099,55	22 487,38	123 304,10	167 962,68	337 853,70	22 146,30
Tulot		0,00							0,00
kustannukset yhteensä		360 000,00	0,00	24 099,55	22 487,38	123 304,10	167 962,68	337 853,70	22 146,30
Rahoitus	%	Hyväksytty rahoituspäätös						Maksatukset yhteensä	Jäljellä
Ely	80,00 %	287 998,00	0,00	19 279,64	17 989,90	98 643,28	134 370,14	270 282,96	17 715,04
Omarahoitus	20,00 %	72 002,00	0,00	4 819,91	4 497,48	24 660,82	33 592,54	67 570,74	4 431,26
Yhteensä	100,00 %	360 000,00	0,00	24 099,55	22 487,38	123 304,10	167 962,68	337 853,70	22 146,30

8 Hankkeen ennakoitujen ja toteutuneiden riskit

Hankkeen aikana ei tapahtunut sellaisia muutoksia henkilöstössä, jotka olisivat aiheuttaneet haasteita hankkeen tavoitteiden saavuttamisen suhteen. Hankkeen haku- ja alkuvaiheessa mukana Luken tutkija Erkki Joki-Tokola jäi eläkkeelle kesällä 2023, mutta hyvällä tehtävien ja osaamisen siirrolla tämä ei vaikuttanut hankkeen tavoitteiden saavuttamiseen. Epäselvä työnjako ei myöskään vaikuttanut hankkeen toimintaan, sillä kullakin hankepartnerilla oli selkeä rooli ja tehtävät hankkeessa. COVID-19 vaikutti hankkeen toimintaan jossain määrin hankkeen alkuvaiheessa, sillä rajoitukset esimerkiksi eri tapahtumien suhteen olivat vielä osittain olemassa, mutta hankkeen edetessä loputkin rajoitukset poistuivat. Ukrainan ja Venäjän välinen sota aiheutti odottamattomia haasteita hankkeen aikana muun muassa hintojen korotuksen ja eri tuotteiden pitkien toimitusaikojen vuoksi, mutta hyvällä ennakkoinnilla ja suunnittelulla tämä ei haitannut hankkeen tavoitteiden saavuttamista. Laitteiden rikkoutuminen ei aiheuttanut merkittävää haittaa hankkeen toiminnalle, mutta esimerkiksi laboratoriossa tehdyn kolonnikokeen muutamat sähkökatkot aiheuttivat hetkellisiä katkoja dataan, mikä ei kuitenkaan haitannut merkittävästi kokeen toteutusta. Syksyn 2023 yllättävä ja paha tulva Ruukin koeasemalla aiheutti riskiä kentälle asennettujen laitteiden rikkoutumisen suhteen, mutta tilanteesta selvittiin yllättävän vähin vaurioin siihen nähden, kuinka odottamaton tulva oli ja kuinka paljon elektroniikkaa peittyi veden alle.

9 Hankkeen merkitys

TURVA-hankkeessa toteutettu turvepellon säätökastelun pilotointi kartutti tietotaitoa valtavasti, sillä tässä hankkeessa päästiin ensimmäistä kertaa toteuttamaan Luke Ruukin koeasemalla koko pellon kokoisessa isossa mittakaavassa (26 ha) tavoitteellista säätökastelua. Kasvukaudella 2022 säätökastelua ei vielä pystytty toteuttamaan tavoitteellisesti, mutta se antoi myös arvokasta tietoa siitä, mitä haasteita säätökastelujärjestelmän käyttöönotossa isossa peltomittakaavassa kaikinensa voi tulla ja mitä kaikkia asioita on huomioitava, jotta vesienhallintaa voidaan tavoitteiden mukaisesti toteuttaa. Lähtökohtana kuitenkin on, että systeemin olisi oltava siirrettävissä viljelijän pellolle. Kasvukaudella 2023 kun säätökastelua päästiin kunnolla toteuttamaan, saatiin arvokasta tietoa siitä, miten paljon aikaa kastelun toteutus vaatii, jos käytössä ei ole minkäänlaista etäohjausta tai automatiikkaa, mutta yhtä lailla säätökastelun automatiikan kehittäminen opetti mitä kaikkea itse kehitystyössä on otettava huomioon, millä tavalla laitteistoja on sijoitettava kaivoihin ja maastoon, jotta vältetään laiterikot ja kuinka paljon itse säätötyötä osittainkin etäohjaus helpottaa.

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa ja tulosten tulkinnassa eli työpaketissa 2 tehtiin tiivistä yhteistyötä Luonnonvarakeskuksen tutkijoiden kesken, kun mietittiin millä tavalla mittausaineistoa tulisi käsitellä ja tulkita, jotta nähdään säätökastelun mahdolliset vaikutukset verrattuna aiempien vuosien mittauksiin. Kolonnikokeiden toteuttaminen oli yhtä lailla tärkeä osa hankkeen toimintaa. Kokeen toteuttaminen oli haasteellista lähtien jo itse kolonninäytteiden ottamisesta Luke Ruukin NorPeat-tutkimuskentältä, sillä isojen kolonnien nostaminen vahingoittamatta maaprofiileja oli varsin työlästä. Kolonnikokeen toteutus kartutti monitieteellistä osaamista laboratorioissa toteutetun ison kokeen käynnistämisestä ja luotettavan mittausasetelman pystyttämisestä. Koejärjestely osoittautui toimivaksi ja sen onnistuneen toteutuksen kautta saatiin valtavasti mittausaineistoa, joka auttaa ymmärtämään veden liikkeitä erilaisissa maaprofiileissa.

Säätökastelun pilotoinnin ohella tärkeä osuus uutta tietoa kartuttaneista toimista TURVA-hankkeessa oli säätökastelun etäohjauksen ja automatiikan kehittäminen, joka eteni hankkeen aikana etapista toiseen, kun tieto ja ymmärrys karttui eri työpakettien yhteistyön kautta. Lokakuun 2023 tulva lisäsi luonnon aiheuttamana ylimääräisenä yllätyksenä ymmärrystä tulvariskien huomioimisesta peltomittakaavan säätöautmatiikan kehittämisessä.

Kohderyhmiltä on saatu paljon positiivista palautetta, mutta heidän kanssaan on käyty myös paljon erilaisia keskusteluja teemaan liittyen, erityisesti ympäristövaikutusten suhteen, mutta toisaalta vesienhallinnan aiheuttamiin kustannuksiin ja kustannustehokkuuteen liittyen. Automaatiojärjestelmän osalta laitteiden hankintakustannukset nousivat esiin useimmissa keskusteluissa. Viljelijöiden näkemykset kustannusten mielekkästä tasosta vaihtelivat runsaastikin. Osa viljelijöistä olisi valmis investoimaan automaatioon välittömästi arviolta satoja euroja per hehtaari, mutta yleisesti automaation hyödyistä ja toimivuudesta kaivattiin laajemmin kokemusta. Maanviljelijöiden mielipiteisiin vaikuttaa paljon esimerkiksi se onko kyseessä erikoiskasviljelijä vai rehuntuottaja.

Tutkimuksen tema oli hyvin ajankohtainen ja ajankohtaistui entisestään hankkeen aikana, mikä synnytti mielenkiintoa eri toimijoissa ja sidosryhmissä mukaan lukien yritykset laajasti. Mielenkiinto hankkeen aihepiiriä ja hankkeen toimintaa kohtaan oli yli odotusten. Julkinen keskustelu maa- ja metsätalouden vesienhallinnasta yhdistettynä turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen korotetulla pohjavedenpinnalla, kuivuusjaksoihin varautumiseen kastelun avulla sekä ruokaturvan ja huoltovarmuuden ylläpitämiseen olivat kaikki teemoja, jotka olivat hankkeen aikana enenevässä määrin esillä ja alleviivasivat hankkeen merkitystä.

Lisätietoja

Hankkeen loppuraportti julkaistaan Luonnonvarakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa <https://www.luke.fi/fi/projektit/turva>, joka on hankkeen oma sivusto.