

# SALAOJITUSTEKNIKOIDEN VAIKUTUKSET PELLON KUIVATUKSEEN, RAVINNEHUHTOUMIIN JA SATOON

Vuosina 2006–2014 toteutetussa tutkimushankkeessa Salaojitustekniikat ja pellon vesitalouden optimointi (PVO ja PVO2) tutkittiin eri salaojitustekniikoiden, kuten ympärysaineen ja ojavälin, vaikutuksia pellon kuivastilaan, satoon, ravinnehuhtoumiin ja maan ominaisuuksiin.

VUONNA 2005 alkoi vilkas keskustelu salaojituksen, erityisesti salaojien ympärysaineen ja esipäällysten laatuvaatimuksista. Maa- ja metsätalousministeriön asettaman työryhmän esityksen pohjalta annettiin asetus tuettavan peltoalaojituksen laatuvaatimuksista ja tukikelpoisista enimmäiskustannuksista (MMM:n asetus 204/2006). Nykyinen voimassa oleva asetus on vuodelta 2010 (VNA 978/2010).

MMM:n esityksestä Salaojituksen tutkimusyhdistyksen aiemmin tekemään, lähinnä savimaiden kuivatusta käsittelevään tutkimussuunnitelmaan lisättiin kohta, jossa tutkittiin myös ohuempaa esipäällystettä kuin MMM:n silloisessa asetuksessa edellytettiin. Valtioneuvosto antoi asetuksen (VNA 322/2006), jonka mukaan ojituksille, jotka eivät täytä laatuvaatimuksia, mutta hyväksytään mukaan PVO-tutkimushankkeeseen, voidaan myöntää investointitukea.

Tutkimuksessa perustettiin koekentät Jokioisiin, Siuntioon ja Sotkamoon, seurattiin uusia ojituskohhteita, joissa käytettiin tavanomaisesta ojituksesta poikkeavia menetelmiä, sekä kerättiin kokemuksia erilaisilla ympärysaineilla aiemmin tehdystä ojituksista.

Kokeellisen tutkimuksen ohella PVO2-hankkeessa kehitettiin ja sovellettiin matemaattista mallinnusta peltoalueen hyd-

rologian ja ravinteiden sekä kiintoaineen kulkeutumisen kuvaukseen.

## TUTKIMUSALUEET

Laajimmat koejärjestelyt olivat Nummelan koekentällä Jokioisissa. Siellä tutkittiin kahden alun perin 16 metrin ojavälin alueen uusinta- ja täydennysojitusta. Koekenttä koostui neljästä koalueesta, joista kolmella (alueet A, B ja C) oli alkuaan 16 metrin ojaväli ja yhdellä (alue D) 32 metrin ojaväli. Ensiojitukset oli tehty 1950-luvun alkupuolella ojavälitutkimusta varten. Koalueiden maalaji oli aitosavea ja keskimääräinen kaltevuus noin 1 %.

Alueiden A ja C kuivatusta tehostettiin kesäkuussa 2008. Uusintaojitetun alueen A (ohut suodatinkangas ympärysaineena, aurasalajakone) ojaväliksi tuli kuusi metriä ja perinteisesti täydennysojitettu alueen C (ympärysaineena sora, kaivava salaojakone) kahdeksan metriä. Uusinta- ojitettu alue syväkuohkeutettiin noin puoleltoista vuoden kuluttua ojituksesta. Vertailualueina käytettiin vanhoja 16 metrin ja 32 metrin ojavälin lohkoja. Viljelykasvit ja -menetelmät ovat olleet koko alueella samanlaiset vuosikymmenet. Valumavedet purkautuivat koekentän vieressä virtaavaan valtaojaan.

Gårdskulla Gårdin koekenttä Siuntiossa käsitti kaksi kaltevuodeltaan erilaista

(1 ja 5 %) peltolohkoa, jotka oli salaojitettu 1940-luvulla. Valumavedet purkautuivat peltoalueilta suoraan Kirkkojokeen. Tutkimuksen alkaessa koelohkoilla viljeltiin syysvehnää. Vuonna 2011 Gårdskulla Gård aloitti siirtymisen luomutuotantoon ja lihakarjan pitoon.

Nummelan ja Gårdskulla Gårdin koekentillä mitattiin pintakerros- ja salaojavaluntaa sekä valumavesien pitoisuuksia vuosina 2007–2013. Mittausten perusteella laskettiin peltoalueilta tulleet kiintoaine- ja ravinnekuormat. Tutkimuslohkoilla seurattiin myös pohjavedenpinnan syvyyttä ja Nummelassa lisäksi muokauskerroksen kosteutta. Siellä mitattiin myös sadon määrää ja laatua sekä ojituksen vaikutuksia maan rakenteeseen.

Nummelan koekentälle laskettiin sekä vuotuinen typpitase että kasvukauden ja sen ulkopuolisen ajan typpitaseet jaksolla 2007–2013.

MTT:n koekentällä Sotkamossa tutkittiin jankkuroinnin merkitystä salaojituksen tehostajana viljan- ja nurmenviljelyssä. Tavoitteena oli parantaa maan rakennetta ja satotasoa.

Koekenttien lisäksi hankkeessa oli mukana valtioneuvoston asetuksen 322/2006 mukaisia kohteita (VNA-kohteet). Nämä yhdeksän, yksityisillä tiloilla sijaitsevaa peltolohkoa, oli ojitettu käyttämällä tavanomaisesta poikkeavaa salaojitusmenetelmää. Tutkimuslohkoilla seurattiin ojituksen vaikutusta maan rakenteeseen ja kerättiin viljelijöiden kokemuksia menetelmästä.

**Kuva 1.** Tutkimuksen koekenttien ja peltolohkojen sijaintipaikkakunnat. Esille kaivetussa ojituksissa oli ympärysaineena käytetty ohutta esipäällystettä (Fibrella) tai kookoskuitua. VNA-tilakohteissa oli ojitettu käyttämällä tavanomaisesta poikkeavaa salaojitusmenetelmää.

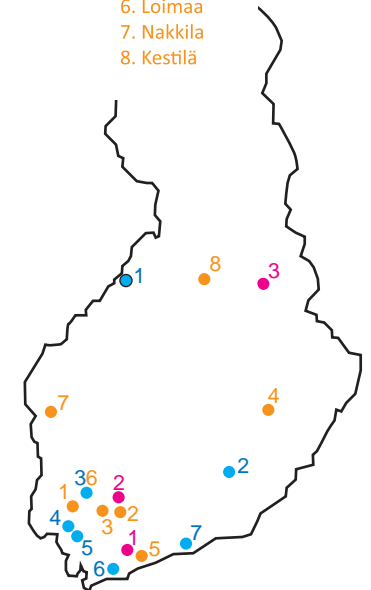
Esipäällysteiden toimintaa selvitetiin seitsemällä paikkakunnalla yhteensä 12 peltolohkolla. Tutkimuslohkoilla kaitettiin esiin savi- tai hietamailla vanhoja ohuella suojakankaalla (Fibrella) tai kookoskuudulla tehtyjä ojituksia, joissa oli esiintynyt märkyysoongelmia. Esiinkaivamisen yhteydessä tarkistettiin myös oliko putkessa maa-ainesta ja arvioitiin silmämääräisesti ympärysaineen hajoamisaste. Maan rakeisuusikäyrä määritettiin neljästä kerroksesta ja putkessa olleesta maasta. Tutkimuskohteet jakautuivat ympäri Suomea (kuva 1).

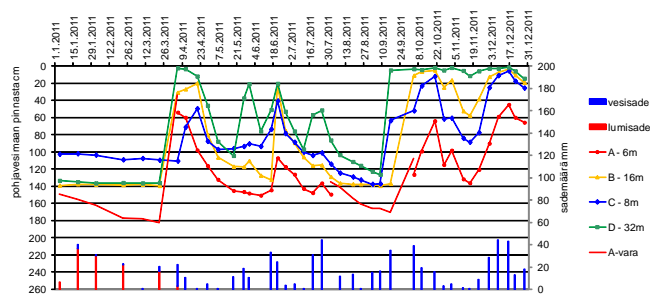
## Koekentät

1. Siuntio, Gårdskulla Gårdin koelue
2. Jokioinen, Nummelan koekenttä
3. Sotkamo, MTT:n tutkimusasema

## Esillekaivetut ojitukset VNA-tilakohteet

- |             |                |
|-------------|----------------|
| 1. Kalajoki | 1. Pöytyä      |
| 2. Ristiina | 2. Somero      |
| 3. Loimaa   | 3. Koski TI    |
| 4. Lieto    | 4. Joroinen    |
| 5. Paimio   | 5. Kirkkonummi |
| 6. Inkoo    | 6. Loimaa      |
| 7. Loviisa  | 7. Nakkila     |
|             | 8. Kestilä     |





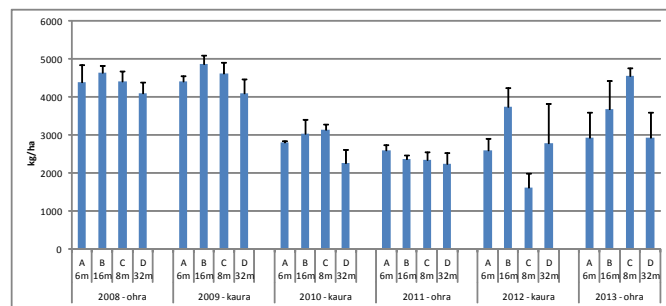
**Kuva 2.** Nummelan koealueiden pohjaveden pinnankorkeudet vuonna 2013. Pohjaveden pinta oli korkeimmillaan 32 metrin ojavälillä.

## OJITUSMENETELMIEN VAIKUTUKSET KUIVATUS-TEHOKKUUTEEN JA MAAN RAKENTEeseen

Nummelassa sekä täydennys- että uusinta- ojitus eri menetelmiä käyttäen tehosi peltoalueiden kuivatusta, mikä näkyi vertailualueita alempana pohjavedenpinnan syvyytenä ja pienempänä muokkauskerroksen kosteutena.

Suuri ojaväli johti sateisina aikoina märkyyteen. 32 metrin ojavälillä pohjaveden pinta nousi nopeammin ja pysyi kauemmin korkealla sadetapahtuman jälkeen kuin tiheimmän ojavälin alueilla (kuva 2).

Salaojituksen tehostaminen ei vielä runsaan viiden vuoden aikana merkittävästi vaikuttanut maan rakenteeseen. Mittaukset tehtiin ojien puolivälissä eikä maan rakenne ennen ojitusta ollut erityisen huono.



**Kuva 3.** Sadon määrä vuosittain koealueilla A-D. Jokainen pylväs esittää neljän näytteen keskiarvoa. Virhepalkki kuvaa keskihajontaa.

## OJITUSMENETELMIEN VAIKUTUS SATOON

Nummelan koekentällä ohra- ja kaurasadon määrässä tai laadussa ei havaittu systemaattisia eroja 6, 8 ja 16 metrin ojavälien kesken. Sato oli keskimäärin pienin 32 metrin ojavälillä (kuva 3).

Vuosien 2012 ja 2013 satovaihtelut johtuivat poikkeuksellisen huonoista korjuu-oloista syksyllä 2012. Silloin korjaamat jäänyt sato häiritsi seuraavan vuoden kasvua.

Yhtenäisten koeolosuhteiden varmistamiseksi kaikki koealueet oli kylvetty samaan aikaan märimmän lohkon kuivuttua. Käytännön viljelyssä lohkoille mennään kuitenkin niiden kuivumisen kannalta optimaaliseen aikaan, jolloin ojitustavan tai ojavälin vaikutus satotasoon tulee mahdollisesti selvemmin esille.

## VALUNTAMÄÄRÄT

Salaoja- ja pintakerrosvalunnat vaihtelivat peltoalueiden ja vuosien välillä Nummelan tasaisilla savipelloilla. Nummelan koekentällä salaojavalunnan osuus 6–16 m ojavä-

lin alueilla A, B ja C kokonaisvalunnasta (mitattujen pintakerros- ja salaojavaluntujen summa) oli 80–90 % ja alueella D (32 metrin ojaväli) 60 %. Gårdskulla Gårdin alueella salaojan osuus vuosivalunnasta vaihteli 70 ja 95 %:n välillä. Loivalta (1 %) lohkolta purkautunut vuotuinen salaojavalunta vaihteli 200 ja 500 mm:n välillä. Myös kaltevalta (5 %) lohkolta salaojavalunta oli suurta, 100–350 mm vuodessa). Todellisuudessa salaojavalunnan osuus oli vähän pienempi, koska pintakerrosvalunnan mittauksessa oli molemmilla koekentillä jonkin verran ongelmia keväisin, jolloin osa pintavalunnasta valui keräilyuomien ohi.

Nummelassa ojavälin pienentäminen 16 metristä 8 metriin lisäsi vuotuis- ta salaojavaluntaa lähes kaksinkertaisesti. Uusinta- ojituksessa salaojavalunta ei kuitenkaan kasvanut 6 metrin ojavälis- tä huolimatta, mikä saattoi johtua alueen topografiasta ja matalammasta ojitussy- vyydestä. Myös vanhat salaojat ovat voi- neet vaikuttaa uuden ojituksen toimintaan vaikka vanhat putket rikottiin uusinta- ojituksen yhteydessä.

## OJITUSMENETELMIEN VAIKUTUKSET RAVINNE- JA KIINTOAINENUORMIIN

Ravinne- ja kiintoainenuormat savipelloilta vaihtelivat huomattavan paljon eri vuosien välillä. Vuotuiset kokonaisfosforikuormat salaojista Nummelan ja Gårdskullan Gårdin tutkimusalueil- la vaihtelivat välillä 0,1–3,9 kg ha<sup>-1</sup>, kokonaistypikuormat välillä 1–29 kg ha<sup>-1</sup> ja kiintoainenuormat välillä 170–2400 kg ha<sup>-1</sup>. Suurimmat huuhtoumat mitattiin kaudella 2007–2008 sateisena ja leutona vuonna. Nummelan kokonaisfosforikuor- mat salaojavalunnassa on esitetty kuva- sa 4 ja kokonaistypikuormat kuvassa 5.

Valtaosa Nummelan ja Gårdskul-

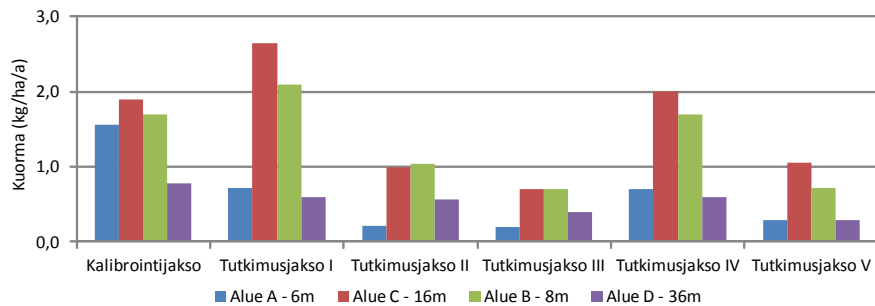
la Gårdin tutkimuslohkojen ravinne- ja kiintoainehuuhtoutumista tuli runsaan salaojavalunnan mukana kasvukauden ulkopuolisena aikana. Myös Gårdskullan melko jyrkältä pellolta (kaltevuus 5 %) salaojavalunta sekä sen mukana tulleet ravinne- ja kiintoainehuuhtoutumat olivat suhteellisen suuret.

Koealueiden ravinne- ja kiintoainepi- toisuudet olivat pintakerrosvalunnassa keskimäärin suurempia kuin salaojavalunnassa. Kokonaisfosforipitoisuuksien vuosikeskiarvojen keskiarvot olivat 0,53 mg l<sup>-1</sup> (salaojissa) ja 0,80 mg l<sup>-1</sup> (pinta- kerrosvalunnassa) ja kokonaistypipi- toisuuksien 6,7 mg l<sup>-1</sup> (salaojissa) ja 7,3 mg l<sup>-1</sup> (pintakerrosvalunnassa) ja kiintoai- nepitoisuuksien 450 mg l<sup>-1</sup> (salaojissa) ja 570 mg l<sup>-1</sup> (pintakerrosvalunnassa).

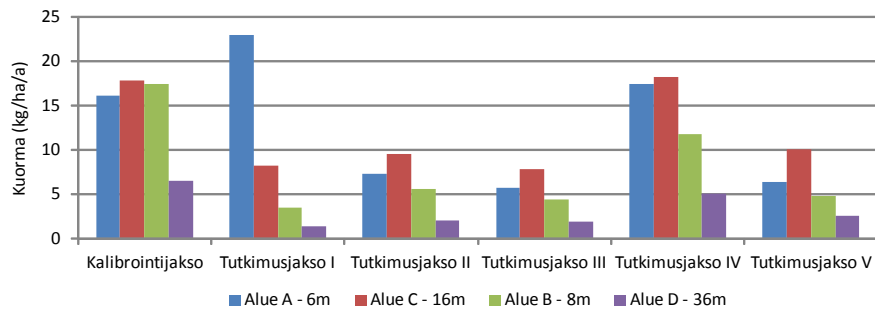
Koealueiden mittaukset osoittivat, et- tä muokkauskerroksen fosforiluvut ale- nivat pikku hiljaa fosforilannoituksen lo- pettamisen myötä, mutta se ei näkynyt valumavesien fosforipitoisuuksissa. Tä- mä saattaa johtua alhaisista fosforiluvui- ta ja Gårdskulla Gårdissa viljelysuunnan muuttamisesta.

Typitaselaskelmista ilmeni, että Num- melan koekentällä peltoon tulleesta typpi- määrästä (lannoitus, laskeuma ja siemenet) valumavesien mukana huuhtoutuvan koko- naistypen osuus oli keskimäärin noin 10 % ja sadon ottama typpimäärä vaihteli välil- lä 35–90 % alueesta ja vuodesta riippuen.

Salaojien mukana huuhtoutunut typen osuus peltoon tulleesta typen määrästä Nummelassa oli keskimäärin 7,2 %, kun alueet lannoitettiin kivennäislannoitteella 80,0–94,5 kg N ha<sup>-1</sup>. Vastaava osuus pin- takerrosvalunnassa oli keskimäärin 2,7 %. Huuhtoutuva typpi on osittain peltoon tul- lutta tyyppiä ja osittain maasta vapautuvaa tyyppiä. Viljellyissä mineraalimaissa tyy- peä on kirjallisuuden mukaan muokkaus-



**Kuva 4.** Salaojavalunnan kokonaisfosforikuorma (kg ha<sup>-1</sup>) vuodessa Nummelan koalueilla kalibroitinjaksolla (6/2007–5/2008) ennen uusia ojituksia ja vuoden pituisilla tutkimusjaksoilla I–V ojituksen jälkeen. Kalibroitinjakson aikana ojaväli alueilla A, B ja C oli 16 m ja alueella D 32 m. Kesäkuussa 2008 alue A uusintaajotettiin käyttäen ohutta suodatinkangasta ja 6 m ojaväliä ja alue B täydennysojitettiin käyttäen soraa ja 8 m ojaväliä.



**Kuva 5.** Salaojavalunnan kokonaistyyppikuorma (kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). Kts. myös kuva 4.

kerroksessa noin 5000–6000 kg ha<sup>-1</sup>, josta valtaosa on orgaanisessa muodossa.

Erialaisten ojitusten vaikutuksista ravinne- ja kiintoainehuhtoutumiin ei saatu yksikäsitteisiä tuloksia. Uusinta-ajotus tiheällä ojavälillä, jankkuroinnilla ja aurasalaojakoneella lisäsi typen huhtoutumista heti ojituksen jälkeisinä vuosina. Lisäys johtui lähes täysin kohonneista typpipitoisuuksista, jotka johtuivat todennäköisesti maan orgaanisen typpivaraston mineralisaatiosta. Sitä vastoin uusintaajotuksen jälkeen oli havaittavissa fosforipitoisuuksien laskua.

Perinteinen täydennysojitus lisäsi salaojavalunnan määrää, mutta ei juurikaan sen pitoisuuksia. Suuresta valunnasta joh-

tuen huuhtoumat kasvoivat selvästi täydennysojituksen jälkeen.

### JANKKUROINTI

Sotkamon koekentän jankkurointikokeessa tutkittiin maan ominaisuuksia ennen ja jälkeen jankkuroinnin. Koekentän maalaus oli multavaa hiesua. Koeruuduista mitattiin myös nurmi- ja viljasatojen määrää ja laatua jankkuroinnin vaikutusten selvittämiseksi. Jankkurointi tehtiin kaistoittain noin 40 cm:n syvyyteen uravälillä 180 cm vajaan vuoden päästä salaojituksesta kesäkuussa 2008.

Tulosten mukaan jankkurointi ei aiheuttanut tilastollisesti merkitseviä eroja



**Kuva 6.** Sotkamon koekentän jankkurointikokeessa käytetty jankkuri. (Kuva: Merja Mylly.)

nurmi- ja viljasatojen määrään tai laatuun kuuden koevuoden aikana eikä se ei juuri vaikuttanut maan fysikaalisiin tai biologisiin ominaisuuksiin.

### ESIPÄÄLLYSTEET

Eri esipäällysteiden soveltuvuutta salaojien ympärysaineksi selvitettiin kaivamalla esille noin kymmenen vuotta tai sitä vanhempia ohuella suodatinkankaalla tai kookoskuidulla tehtyjä ojituksia. Tutkittavat kohteet olivat savi- tai hietamaila. Maaperää tutkimalla selvitettiin, onko maalajilla ja esipäällysten hajoamisella yhteyttä putken tukkeutumiseen. Kirjallisuuden mukaan toimivan salaojituksen edellytys on, että ympärysaineen paksaus

ja huokosjakauma noudattavat tiettyjä kriteerejä suhteessa ympäröivään maahan. Lisäksi hyödynnettiin Nummelan koekentän, tilakohtaisten seurantakohteiden (VNA) sekä mallintamisella tuotettuja aineistoja.

Tulosten mukaan esipäällysteiden hajoaminen oli suuressa osassa kohteita pitkällä (kuva 7), sillä suodatinkangas oli kadonnut yhtä kohdetta lukuun ottamatta kokonaan. Myös vain kolme vuotta sitten tehtyjen salaojien kohdalla näkyi hajoamisen merkkejä esipäällysteissä. Kookospäällyste oli säilynyt useammassa kohteessa paremmin kuin suodatinkangas.

Kun esipäällyste oli hajonnut, putkessa esiintyi liettymiä hyvää suodatinominaisuutta vaativilla mailla – käytännössä hyvin hietapitoisilla mailla. Maa-ainesta oli kertynyt putkeen myös kohteissa, joissa hyvää suodatinominaisuutta omaavaa ympärysainetta ei teorian mukaan maan korkean savespitoisuuden takia tarvittaisi. Putkissa ei havaittu maa-ainesta karkeilla mailla, vaikka esipäällyste oli hajonnut.

Tulosten perusteella orgaanisten esipäällysteiden käyttöä tulisi välttää maassa, jossa olosuhteet saattavat aiheuttaa orgaanisten aineiden hajoamista, ja joka on herkkä liettymiselle. Tutkimukses-



**Kuva 7.** Tulosten mukaan esipäällysteiden hajoaminen oli suuressa osassa kohteita pitkällä noin 10 vuotta ojituksen jälkeen. Vasemmalla ohuella suojakankaalla ja oikealla kookoskuidulla päällystetty putki. (Kuva: Markus Sikkilä.)



sa saatuksen tulosten perusteella valtionneuvoston asetuksessa (VNA 978/2010) salaojituksen tukemisesta esitettyjä laatuvaatimuksia ei ole syytä muuttaa. Asetuksen mukaan hyvää suodatinomaisuutta vaativilla maalajeilla täytyy käyttää ympärysaineena tietynlaista rakeisuutta omaavaa soraa tai kivimurskettä tai vähintään 3 mm paksuista ja tietynlaista huokoisuutta omaavaa esipäälystettä.

### SALAOJITUSTEN TILAKOHTAISET SEURANTAKOHTTEET

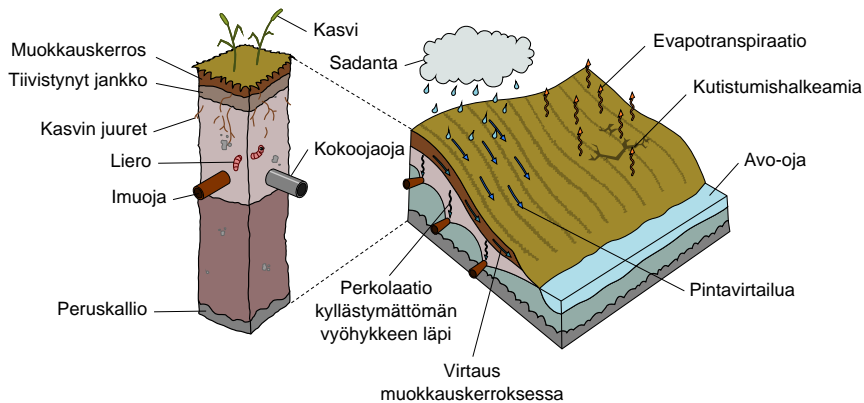
Yksityisillä tiloilla sijaitsevia peltolohkoja (VNA-kohteet) oli ojitettu tavanomaisesta poikkeavilla tavoilla käyttäen ohutta suodatinkangasta ja tiheää ojaväliä, erityisen runsaasti ja erityisen niukasti soraa sekä salaojakaivannon täyttöä hakkeella.

Lisäojitukset olivat haastattelujen perusteella parantaneet maan kuivatustilaa. Kaikki käytetyt ojitustekniikat olivat toimineet hyvin kuuden vuoden tutkimusajanjakson ajan. Maan rakenteessa oli yleensä havaittavissa pientä parannusta erityisesti maan biologisten ominaisuuksien suhteen.

### MALLINTAMINEN

Kolmiulotteisella matemaattisella mallilla voidaan tutkia peltoalueen hydrologiaa, analysoida mittausaineistoja ja arvioida eri ojitusmenetelmien vaikutuksia laskennallisesti. Koekenttien mallisovellukset perustuvat Aalto-yliopistossa kehitetyt numeerisen FLUSH-laskentamallin käyttöön. Malli soveltuu erityisesti savimaille, joissa veden virtausta ja aineiden kulkeutumista kuvataan erikseen isoissa huokosissa ja pienissä huokosissa. Mallin avulla tarkasteltiin Nummelan ja Gårdskullan peltoalueiden vesitasetta, eroosiota sekä typen liikkeitä. Mallin simuloimat hydrologiset prosessit on esitetty kuvassa 8.

Tutkimuksessa mallinnetut salaoja- ja pintakerrosvalunnat vastasivat hyvin mitattuja arvoja (kuva 9). Mallin ja mittausten perusteella tuotettiin tutkimusalueiden kokonaisvesitaset (kuva 10). Simuloinneilla voitiin erityisesti arvioida vesitaseeseen komponentteja, joita ei oltu mitattu ja joita ylipäättänsä on hankala mitata, kuten haihduntaa ja pohjavesivaluntaa sekä varastonmuutoksia maaperässä. Toisaalta mallilla voitiin kuvata myös tapahtumia



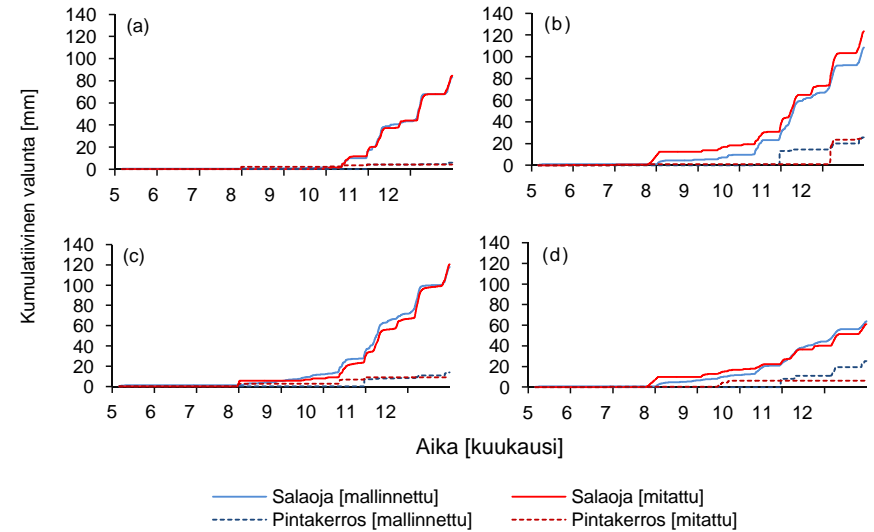
**Kuva 8.** Hydrologiset prosessit pellolla. FLUSH-malli kuvaa pellolla tapahtuvia prosesseja kaksikulotteisesti pellon pinnalla ja kolmiulotteisesti maaperässä.

kuten kevätulantoja, joiden mittauksissa esiintyi vaikeuksia.

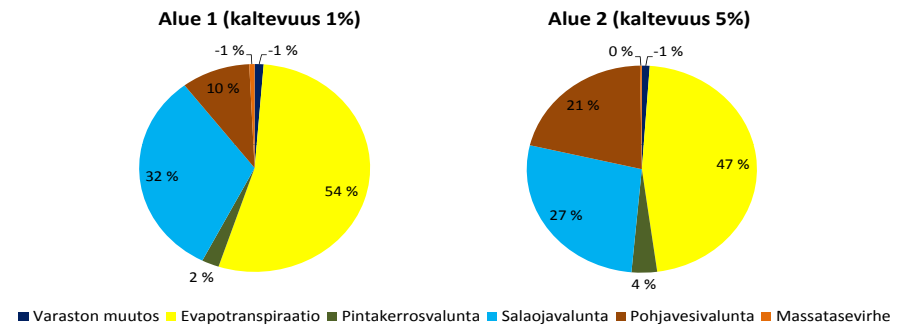
Mallilla selvitettiin lisäksi salaojitusmenetelmien vaikutusta kasvukaudella Nummelan pellon vesitaseeseen. Gårdskulla Gårdin koekentän aineistoa käyttäen mallilla laskettiin kaltevu-

den vaikutusta vesitaseeseen ja kiintoainekuormaan eri vuodenaikoina.

Malliin kehitettiin aineiden kulkeutumiskomponentti, jota sovellettiin typpi-kuormituksen laskentaan syksyllä kasvukauden jälkeen. Typpimallilla voitiin arvioida typen kulkeutumiseen liittyviä



**Kuva 9.** Tunnittainen mitattu ja mallinnettu salaojavalunta sekä pintakerrosvalunta vastasivat toisiaan tutkituilla Nummelan koelaitteilla (a) A, (b) B, (c), C ja (d) D kalibrointijaksolla (6.5.2007 – 31.12.2007).



**Kuva 10.** Gårdskulla Gårdin peltoalueiden simuloitujen vesitaseeseen komponenttien prosenttiosuudet sadannasta 2008–2012. Pintakerrosvalunnassa on mukana myös alueita ympäröivien mataliin (0,4–0,5 m) ojiin valuva vesi.

kemiallisia ja biologisia prosesseja, kuten mineralisaatiota, nitrifikaatiota ja denitrifikaatiota, peltolohko mittakaavassa.

Mallintamistulosten perusteella pohjavesivalunta savisilla peltoalueilla oli merkittävää, mikä tulisi ottaa huomioon vesitasetta ja kokonaiskuormitusta arvioidessa. Gårdskulla Gårdin tutkimusalueilla mallinnuksen mukaan salaojavalunnan osuus oli 30 % ja pohjavesivalunnan osuus 10–20 % vesitaseesta ajanjaksolla 2008–2012 (kuva 8). Nummelan mallinustulosten mukaan noin 9–15 % sadanasta poistuu pellolta pohjavesivalunnan kautta (kuva 10).

### JOHTOPÄÄTÖKSET

Ojavälin tihentäminen alensi selvästi pohjavedenpintaa ja maan kosteutta. Sato oli keskimäärin pienin harvaan ojitetulla alueella (ojaväli 32 m). Jankkurointi ei aiheuttanut merkittäviä eroja nurmi- tai viljasatojen määrään eikä laatuun.

Ympärysaineita koskevien tutkimustulosten perusteella orgaanisten esipäälysteiden käyttöä tulisi välttää maassa, jossa olosuhteet saattavat aiheuttaa niiden hajoamista, ja joka on herkkä liettymiselle. Valtioneuvoston asetuksessa (VNA 978/2010) salaojituksen tukemisesta esitettyjä laatuvaatimuksia ei ole syytä muuttaa.

Tutkimusalueilla ravinne- ja kiintoainekuormien pitoisuudet olivat keskimäärin suuremmat pintavalunnassa kuin salaojavalunnassa. Suurten salaojavaluntojen takia pääosa kuormituksesta tuli salaojien kautta. Suurin osa kuormituksesta tuli kasvukauden ulkopuolisella ajalla. Maatalouden vesiensuojelussa tulisi kiinnittää erityisesti huomiota peltoalueilla tehtäviin toimenpiteisiin, joilla voidaan vähentää sekä pinta- että salaojavalunnan pitoisuuksia.

Mallintamistulosten perusteella pohjavesivalunta savisilla peltoalueilla oli merkittävää, mikä tulisi ottaa huomioon vesitasetta ja kokonaiskuormitusta arvioidessa.

Peltomittakaavan kokeet ovat välttämättömiä salaojitusmenetelmien tutkimuksessa. Koealueiden epähomogeenisuus, kuten vaihtelut maan ominaisuuksissa ja topografiassa, aiheuttavat epävarmuutta tulosten tulkinnassa. Pitkät havaintosarjat ennen ja jälkeen toimenpiteiden toteuttamista parantavat tulosten luotettavuutta. Kokeellisen tutkimuksen ohella tarvitaan matemaattista mallinnusta peltoalueiden vesi- ja ravinnetaseiden kuvaamisessa, mittausaineistojen analysoinnissa ja eri ojitusvaihtojen toiminnan simuloinnissa.

Hankkeen rahoittivat Salaojituksen Tukisäätiö, maa- ja metsätalousministeriö, Maa- ja vesitekniikan Tuki ry ja hankkeen toteutuksesta vastanneet laitokset: Salaojayhdistys, MTT, Aalto-yliopisto, SYKE, Helsingin yliopisto ja Sven Hallinin tutkimussäätiö.

Tutkimusryhmä: Helena Äijö (Salaojayhdistys), Merja Mylly (MTT), Jyrki Nurminen (Salaojayhdistys), Mika Turunen (Aalto-yliopisto), Lassi Warsta (Aalto-yliopisto), Maija Paasonen-Kivekäs (Sven Hallinin tutkimussäätiö), Emilia Korpelainen (Salaojayhdistys), Heidi Salo (Aalto-yliopisto), Markus Sikkilä (Salaojayhdistys), Laura Alakukku (HY), Harri Koivusalo (Aalto-yliopisto) ja Markku Puustinen (SYKE).

PVO2-hankkeen loppuraportti: Äijö ym. 2014. PVO2-hanke Salaojitekniikat ja pellon vesitalouden optimointi. Salaojituksen tutkimusyhdistyksen ry:n tiedote 31 on saatavissa painettuna Salaojayhdistyksestä ja sähköisesti yhdistyksen kotisivuilta. osoitteesta:

[www.salaojayhdistys.fi/pdf/TY\\_31.pdf](http://www.salaojayhdistys.fi/pdf/TY_31.pdf)