

SÄÄTÖ- SALAOJITUS

LUOKKO ry



SÄÄTÖSALAOJITUS

LUOKO ry

Julkaisija

Luonnonhoidon koulutusyhdistys LUOKO ry
Simonkatu 12 A 11, 00100 Helsinki
puh. 0400 882 136

Julkaisu on saatavilla sähköisenä osoitteesta:
www.salaojayhdistys.fi -> Julkaisut

Etukannen kuva

Jaana Petäinen Sedu

Taitto

Paula Heiäng

Paino

Grano Oy, Helsinki, 2026

ISBN: 978-952-5345-63-6

Sisällysluettelo

Esipuhe	5
Johdanto	6
1 Toimiva peltomaa	8
1.1 Maan vesitalous.....	9
1.2 Maan kuivatuksen perusteet.....	12
1.2.1 Peruskuivatus.....	12
1.2.2 Paikalliskuivatus.....	14
1.2.3 Säättösalaojitus.....	18
1.3 Maan rakenne.....	20
1.3.1 Maan rakenteen muodostuminen.....	20
1.3.2 Maan rakenne eri maalajeilla.....	21
1.4 Viljelymenetelmät.....	25
2 Säättösalaojitus ja ympäristö	28
2.1 Vesistökuormituksen vähentäminen.....	28
2.2 Kasvihuonekaasupäästöjen ehkäisy turvemaalla.....	29
2.2.1 Esimerkkitapaus 1: Turvemaan säättösalaojituskoek Jokioisilla.....	32
2.2.2 Esimerkkitapaus 2: Säättösalaojitus aurinkopuistoissa.....	35
2.3 Happamat sulfaattimaat.....	36
3 Säättösalaojituksen käyttö	38
3.1 Yleisperiaatteet.....	38
3.2 Säädön etäohjaus.....	39
3.3 Automaattiohjaus.....	39
4 Salaojakastelu	40
4.1 Salaojien käyttö kasteluun.....	40
4.2 Kasteluveden tarve ja saatavuus.....	42
4.2.1 Esimerkkitapaus 3: Sievin salaojakastelukoe.....	43
4.2.2 Esimerkkitapaus 4: Kasteluveden jakamisen huomioiminen ja metsävalunnan hyödyntäminen salaojasuunnittelussa.....	46
4.2.3 Esimerkkitapaus 5: Salaojakastelu perunantuotannossa Tyrnävällä.....	48
4.3 Turvepellon salaojakastelu.....	49
4.3.1 Esimerkkitapaus: Veden varastointi ja salaojakastelu NorPeat-koekentällä.....	49
4.4 Salaojakastelun käytön haasteita ja käytännön näkökohtia.....	51

5	Säätösaloituksen toteuttaminen	52
5.1	Ojitustarpeen arviointi	52
5.2	Suunnittelu	53
5.3	Työmaapaalutus.....	55
5.4	Toteutus	56
5.5	Kustannukset, avustukset	57
6	Kunnossapito	58
6.1	Toiminnan seuraaminen.....	58
6.2	Salojien huuhtelu.....	58
6.3	Säätösalojakaivot sekä salojakastelulaitteet	59
	Lopuksi	60
	Kirjallisuutta	61
	Lähdeluettelo	62

Esipuhe

Säätösalaajituksessa pelloilta tulevaa salaaja-valuntaa säädetään säätökaivoihin asennetuilla padotusventtiileillä. Veden poistumista säätämällä voidaan vaikuttaa pohjaveden pinnan korkeuteen ja hidastaa sen laskua erityisesti kasvukauden aikana. Salaajakastelussa vettä johdetaan salaojiin, jolloin lisätään kasvien käytävissä olevan veden määrää kuivina jaksoina. Säätösalaajitus ja salaajakastelu ovat viljelyn kannalta erityisen hyödyllisiä tasaisilla, hyvin vettä läpäisevillä hietamailla. Niiden merkitys korostuu myös ympäristönäkökulmasta: vesistökuormitus vähenee erityisesti happamalla sulfaattimailla, ja kasvihuonekaasupäästöt pienenevät turvemilla.

Veden pidättäminen ja hallittu padotus pelloilla eivät ole uusia keksintöjä: vettä on johdettu ja varastoitu maatalouden tarpeisiin eri tavoin jo tuhansien vuosien ajan. Nykyinen säätösalaajitustekniikka kehitettiin kuitenkin nykymuotoonsa Yhdysvalloissa 1900-luvun jälkipuoliskolla, Suomeen se tuotiin 1990-luvulla. Sen jälkeen menetelmä on vakiintunut osaksi suomalaista peltoviljelyä ja saanut osakseen laajaa kiinnostusta erityisesti vesien suojelelun ja viljelyn riskienhallinnan näkökulmista.

Säätösalaajitusta ja salaajakastelua on tutkittu Suomessa varsin laajasti, ja eri puolille maata on perustettu useita säätösalaajituksen koekenttiä kivennäis- ja turvemilla. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on osoitettu, että säätösalaajituksella ja salaajakastelulla on keskeinen vaikutus paitisi ravinnehuuhtoumiin myös kasvihuonekaasupäästöihin. Tähän oppaaseen on koottu uusin ajantasainen tieto tehdyistä tutkimuksista ja niiden tuloksista.

Yleiset kastelutoiminnot, tarpeet ja menetelmät on esitelty Luoko ry:n toimittamassa oppaassa, Kastelu peltoviljelyssä, vuodelta 2023 (<https://www.salaojayhdistys.fi/2023/06/kastelu-peltoviljelyssa/>). Tässä julkaisussa keskitytään säätösalaajitukseen ja salaajakasteluun. Oppaan

tavoitteena on luoda katsaus säätösalaajituksen toimintaperiaatteisiin, sen soveltuvuuteen eri viljelyolosuhteissa ja maalajeilla sekä salaajituksen toimintaan vaikuttavaan viljelytekniikkaan. Lisäksi tarkastellaan säätösalaajituksen sato- ja ympäristöhyötyjä sekä salaajakastelun erityispiirteitä.

Viime vuosina turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen pohjaveden pintaa nostamalla on ollut erityisen huomion kohteena. Säätösalaajituksella tämä on mahdollista, mutta viljelytekniikkaan on kiinnitettävä erityistä huomiota pellon kantavuuden heikentyessä. On myös muistettava, että savimailla säätösalaajituksen käyttökelpoisuutta rajoittavat maan rakenteen mahdollinen heikentyminen sekä veden liikkeen hitaus.

Opas toteutettiin Luoko ry:n ja Salaojayhdistyksen yhteistyönä. Rahoittajina olivat Salaajituksen Tukisäätiö sr, Suoviljelysyhdistys ry, Maa- ja vesitekniikan tuki ry, Agronomiliitto/Oiva Kuusisto säätiö sr, ja Salaojayhdistys ry. Julkaisun toimituskuntaan kuuluivat MMT, dosentti, vanhempi neuvonantaja Liisa Pietola (Sitra), MMT, DI, toiminnanjohtaja Seija Virtanen† (Salaajituksen Tukisäätiö sr), agrologi YAMK, lehtori Jaana Petäinen (Sedu), insinööri (AMK), salaajateknikko Simon Nässlin (Österbottens Svenska Lantbrukssällskap), agronomi, MMM, asiantuntija Minna Mäkelä (Salaojayhdistys ry), MMT, vanhempi yliopistonlehtori Asko Simojoki (Helsingin yliopisto), DI, toiminnanjohtaja Olle Häggblom (Salaojayhdistys ry) ja MMT, professori Tarmo Luoma (Luoko ry). Aineiston kokoamisesta ja oppaan kirjoituksesta vastasi maatalous- ja metsätieteiden yo., salaajateknikko Antti Haho. Julkaisuun pyydettiin ja saatiin kommentteja usealta alan asiantuntijalta. Suuret kiitokset rahoittajille ja kaikille työn edistymistä avustaneille.

Helsingissä 12.2.2026, toimituskunta

Johdanto

Suomi on maailman pohjoisin laajamittaista viljelyä harjoittava maatalousmaa. Kasvukausi on lyhyt, ja sijainti valtameren ja laajan mantereiden välissä tekee ilmastosta vaihtelevan ja vaikeasti ennustettavan. Syksyllä sekä talvella haihdunta on pientä, mutta sadanta kuitenkin verrattain suurta. Useimmiten pellon vesivarastot täyttyvät ennen talvea ja haihdunnan puuttuessa tehokas kuivatus on ainoa tapa estää veden kerääntymisen pelloille (kuva 1). Vastaavasti keväällä lumen sulaessa ojitus on ensiarvoisen tärkeä pellon kuivumisessa kylvökuntoon. Lisäksi keväällä tai kasvukauden aikana saattaa esiintyä runsaitakin sateita, jotka ilman ojitusta tekevät maasta märän ja ilmatton ja siten vaikeuttavat taimettumista ja aiheuttavat satotappioita ja joskus kasvuston tuhoutumista kokonaan. Säiden ääri-ilmiöt eli talvikauden sadanta ja kesän kuivuusjaksot yleistyvät ilmastomuutoksen seurauksena, mikä lisää kuivatustarvetta ja myös valunnan varastointia kasteluun, kun varaudutaan kasvukauden kuivuusriskeihin.

Suomen pelloista arviolta 85 % on kuivatettava, jotta viljely on mahdollista (Paasonen-Kivekäs 2016). Perinteisesti kuivatus on järjestetty avo-ojin, mutta 1800-luvun puolivälistä alkaen myös salaojina tiiliputkella. Salaojitus pääsi kunnolla vauhtiin vasta koneellisen kaivuun ja jälleenrakennustukien myötä 1950-luvulla (Aarrevaaara 2014). Nykyisin salaojitetun pellon määrä on arvioiden mukaan noin 60–70 %, kun taas sarkaojitettua on noin 15–20 % koko peltopinta-alasta (Luke 2013, 2023, Paasonen-Kivekäs 2016, Salaojayhdistys 2025).

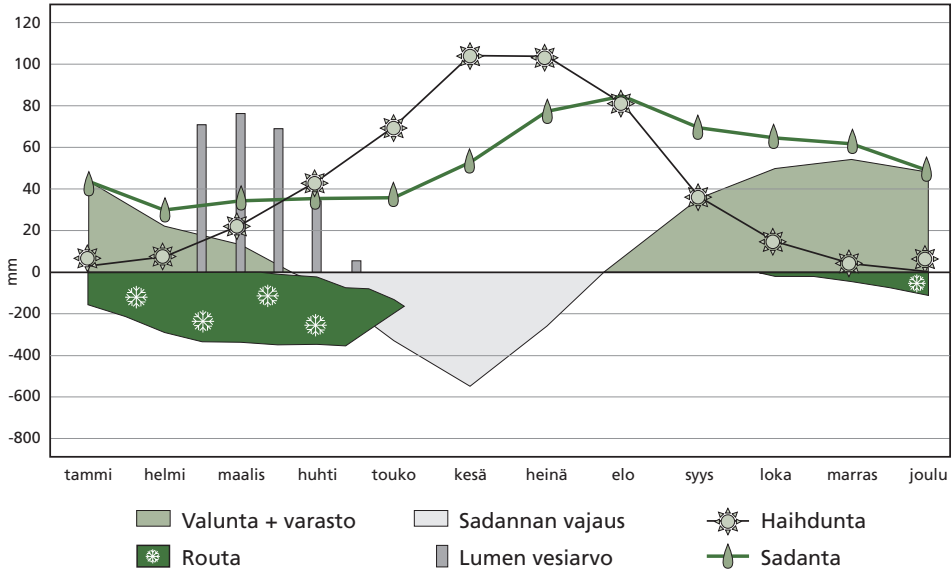
Suomen kesä on lyhydestään huolimatta verrattain lämmin, ja haihdunta on pitkän päivän seurauksena hyvin suurta. Vaikka kuukauden keskimääräinen sademäärä kasvaa kesän edetessä, ja on suurimmillaan elokuussa, se ei kuitenkaan riitä korvaamaan maaperästä haihtuvaa vettä. Tätä tilannetta kutsutaan sadannan vajaukseksi. Maanviljelyksessä sadannan vajausta on pe-

rinteisesti pyritty korvaamaan kastelulla, mikäli se on ollut taloudellisesti mahdollista. Nykyisin yhä laajemmilla alueilla on mahdollista säästää vesivaroja kustannustehokkaasti säätösalaajituksella, jossa salaojien kuivatussyvyyyttä voidaan hallitusti rajoittaa ja näin säästää maassa olevaa vettä kasvien käyttöön kesän kuivuuden varalle.

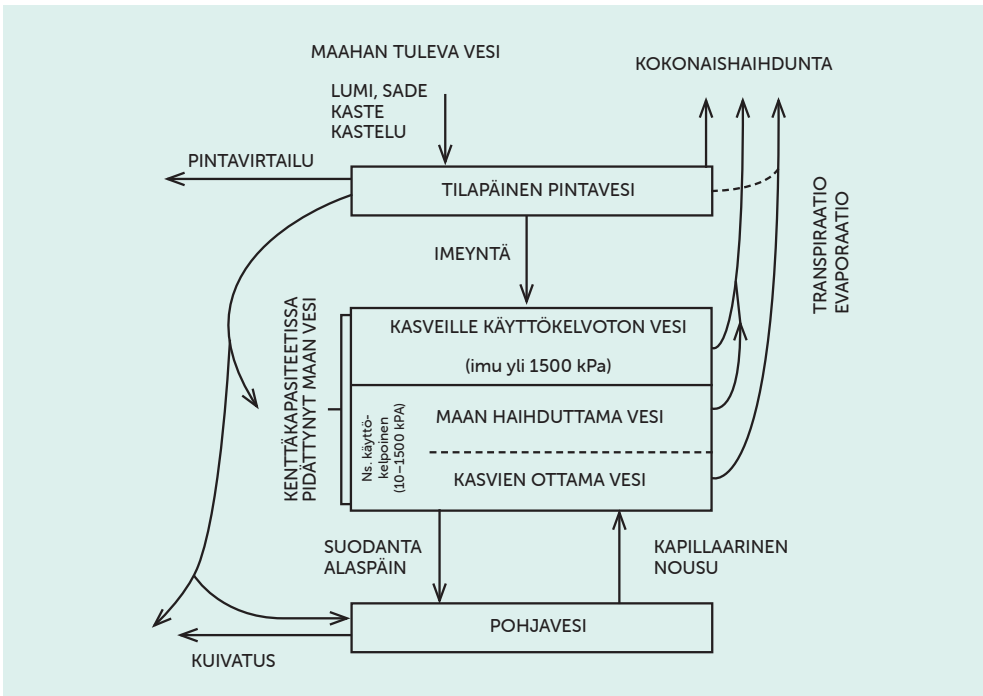
Säätösalaajitus toteutetaan asentamalla kokoojaojaan säätökaivo, jonka padotusmekanismilla salaojien kuivatussyvyyttä on mahdollista säätää. Säätösalaajituksessa kuivatussyvyys nostetaan vain noin 30–60 senttimetriin maanpinnasta, kun tavanomaisessa salaajituksessa kuivatussyvyys on sama kuin salaajasyvyys, eli noin 100–120 cm. Lisääntynyt maan kosteus parantaa kasvien veden ottoa, jolloin satopotentiaali paranee.

Maatalouden ympäristövaikutuksiin on viime vuosikymmenien aikana kiinnitetty yhä enemmän huomiota. Usein säätösalaajituksen hyöty ympäristölle ja viljelylle kulkevat käsi kädessä. Säätösalaajituksella voidaan merkittävästi vähentää esimerkiksi happamien sulfaattimaiden valumavesien päästöjä vesistöihin, sekä hidastaa turvepeltojen turpeen hajoamista ja siitä johtuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Pienempi kokonaisvalunta sekä ojituksella aikaansaatu pintavirtailun vähentäminen tarkoittavat myös pienentyneitä ravinnepäästöjä vesistöihin.

Säätösalaajitus edesauttaa pellon vesitalouden hallintaa siten, että salaajat kuivattavat pintamaan liiallisen märkyyden ja vähentävät pintavesivaluntaa, mutta toisaalta säätö mahdollistaa pohjaveden pinnan noston ojitussyvyyttä korkeammalle. Tämä pitää pohjaveden pinnan alapuoliset maakerrokset veden kyllästäminä mutta lisää pohjaveden kapillaarista nousua pintamaahan. Säätösalaajitus mahdollistaa myös altakastelun ja valumavesien kierrätyksen, kun vesistöistä tai vesialtaasta pumpataan kasvukaudella vettä salaajiin, mikäli maalaji läpäisee tarpeeksi hyvin vettä.



Kuva 1. Hydrologisten olosuhteiden keskimääräinen vuosittainen vaihtelu. Kuivatus on yleensä tarpeen kasvukauden alussa ja lopussa, kun taas kastelu voi olla hyödyksi kesäkuukausina sadonmuodostuksen kannalta kriittisissä kasvuvaiheissa. Kuva: Salaojayhdistys ry.



Kuva 2. Veden liikkeet ja luokitus maaperässä. Kuva Heinonen 1985 mukaan.

1 Toimiva peltomaa

Pellon vesitalouden suunnittelun lähtökohtana on ensisijaisesti maan kasvukunnon ylläpito ja viljelykasvin tarpeet. Viljeltävien kasvien juuristo ottaa soluhengityksessä tarvitsemansa hapen maassa olevasta ilmasta. Maaperän suuri vesipitoisuus vähentää maan ilmatilaa ja hidastaa hapen kulkua maan ilmasta juureen, minkä takia juuristo ei kykene ottamaan happea riittävän nopeasti määstä maasta. Siten eräs juuriston ja koko kasvin tärkein kasvuedellytys on riittävän ilmava maaperä. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että ruokamultakerroksessa maassa on oltava vähintään 10 % maan tilavuudesta ilmaa, jotta juuristo kykenee toimimaan (Aura 1983).

Veden kerääntyminen pellon painanteisiin kyllästää lätäkön alla olevan juuristokerroksen vedellä. Laajalta alueelta kertyvä lätäköitynyt vesimäärä saattaa olla moninkertainen sademäärään verrattuna. Suuri vesimäärä ei ehdi imeytyä salaojiin vaan syrjäyttää maassa olevan ilman. Kasvin juuri ei pysty toimimaan vedellä kylläs-

tyneessä maassa, koska juuristo ei pysty hengittämään. Jos vettynyt tilanne jatkuu pitkään, kasvi ensiksi kellastuu, ja pahimmassa tapauksessa näännytty hapen, veden ja ravinteiden puutteeseen. Pellon vesitalouden parantamisella voidaan

- Hyvin toimiva kuivatus edistää maan ilmapuutetta ja sitä kautta juuriston kasvua. Toimiva salaojitus ja maan rakenne pitävät maan ilmapuutetta ja varmistavat kasvien juurille hyvät kasvuolosuhteet. Nopeasti pohjamaahan kasvava juuri tuo kasvin käyttöön syvän maan vesivarat, ja näin kasvi kestää paremmin myös kuivia jaksoja. Kasvinravinteet lannoitteista ja maaperän varastoista päätyvät hapekkaassa maassa tehokkaasti kasvien käyttöön veden avulla, joten ravinteiden käytön tehokkuus pysyy hyvällä tasolla.



Kuva 3. Heikosti toimiva paikalliskuivatus ei kykene pitämään maata ilmapuutetta. Tämä näkyy esimerkiksi kasvuston kellastumisena alkukesän sateiden yhteydessä. Salaojien kohdalla tumma kasvusto ei kärsi hapenpuutteesta. Kuva: Saara Liespuu AGRImedia.

siis parantaa kasvin juuriston kasvuedellytyksiä ja ravinteiden ottoa.

Lätäköitymisen ehkäisy on siten tärkeä osa pellon kasvukunnon ylläpitoa ja kehittämistä. Tehokkain keino välttää lätäköitymistä on pellon pinnan muotoilu siten, että painanteet täytetään ja veden kerääntyminen estetään. Veden imeytymisen mahdollistaa maan rakenteen pitäminen

huokoisena ja pellon kuivatuksen tarpeenmukaisen toiminnan varmistaminen. Ideaalita-pauksessa tasaisella pellolla jokaisesta pellon kohdasta tarvitsee imeytyä maahan ainoastaan siihen kohtaan satanut vesi. Kaltevilla pelloilla pinta- ja pintakerrosvirtailut voivat kuitenkin lisätä vesimäärää ja ojitustarvetta rinteiden alaosassa ja alla.

1.1 Maan vesitalous

Veden sitoutuminen maahan sekä sen liikkuminen maaperässä ovat vesitalouden perusmekanis-meja. Kasvi ottaa veden maahan sitoutuneesta vedestä, joka on pidähtänyt maahan niin löyhästi, että kasvi pystyy sen ottamaan. Veden sitoutumisen voimakkuus riippuu maan huokos-rakenteesta sekä kosteudesta. Maan huokoston rakenne eli huokosen koko ja muoto määräävät veden sitoutumislujuuden lisäksi veden virtauksia maaperässä, ja vaikuttavat siten suuresti pellon kuivatukseen ja kasteluun ja siten säätösalaaji-tuksen toimivuuteen.

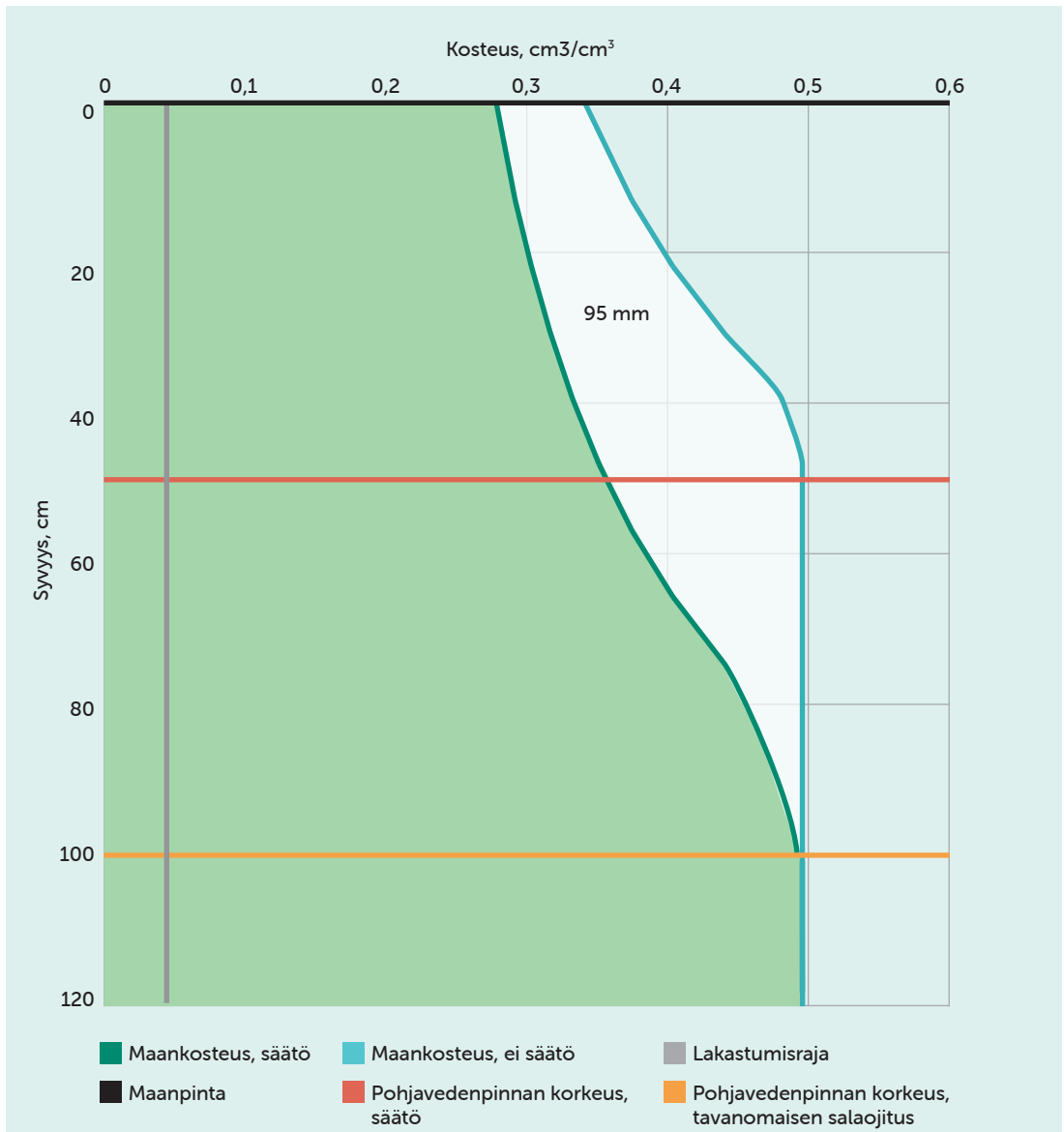
Vesi sitoutuu maan huokosiin kapillaarisesti. Sitoutumisen voimakkuus riippuu huokosen koosta, ja sen voi ilmaista esimerkiksi kapillaarisena imuna: mitä pienempi huokonen on, sitä suurempi imuvoima huokosella on ja sen korkeammalle ja hitaammin vesi nousee kapillaarisesti. Kapillaari-imun takia vesi on sitoutunut pieniin huokosiin voimakkaasti: tästä syystä tarvitaan myös suuri imu irrottamaan vettä niistä.

Suurista huokosista (> 0,030 mm, käytetään myös termiä makrohuokoset) vesi valuu pois painovoiman vaikutuksesta tavanomaisella noin metrin kuivatussyvyydellä. Kenttäkapasiteetiksi kutsutaan maan kosteustilaa, jossa makrohuokoset ovat valuneet tyhjäksi, eikä painovoima saa enempää vettä irrotettua maasta, ja veden virtaus salaojiin lakkaa. Jos kuivatussyvyyttä suurennetaan, laskee pohjaveden taso alemmas ja pienemmätkin huokoset tyhjenevät vedestä hitaasti edellyttäen, että kapillaariyhteys eli huokosten jatkuvuus säilyy.

Kasveille käyttökelpoinen vesi varastoituu keskisuuriin, 0,0002–0,030 mm, huokosiin. Maan viljelyominaisuuksiin vaikuttaa huomattavan paljon, kuinka suuri osa maan huokostosta on keskikokoisia huokosia. Keskisuurten huokosten osuutta maan tilavuudesta kutsutaan hyötykapasiteetiksi. Karkealla hiekalla suurin osa huokosista on suuria, ja 90 % maan huokostosta on tyhjänä jo kenttäkapasiteetissa (kuva 5). Hiekan hyötykapasiteetti on siis vain 4–5 %, ja kapillaarinen nousu heikkoa.

Hietamaat eroavat ominaisuuksiltaan selvästi: suurin osa huokosista on keskisuuria, ja lähes kaikki maahan sitoutuva vesi on käyttökelpoista kasveille. Hyötykapasiteetti on suuri ja kapillaarinen nousu tehokasta. Tämä yhdistelmä tekee niistä hyviä viljelymaita ja soveltuvia säätösala-oitukseen mutta luo myös haasteita. Kun vesi on helposti saatavilla lähes koko hyötykapasiteetti-alueen ajan, kasvit haihduttavat voimakkaasti ja kasvavat nopeasti. Juurten syvyyskasvu ja kapillaarinen nousu voivat täydentää vedensaantia, mutta poutajaksoilla tämä dynamiikka voi kääntyä ongelmaksi.

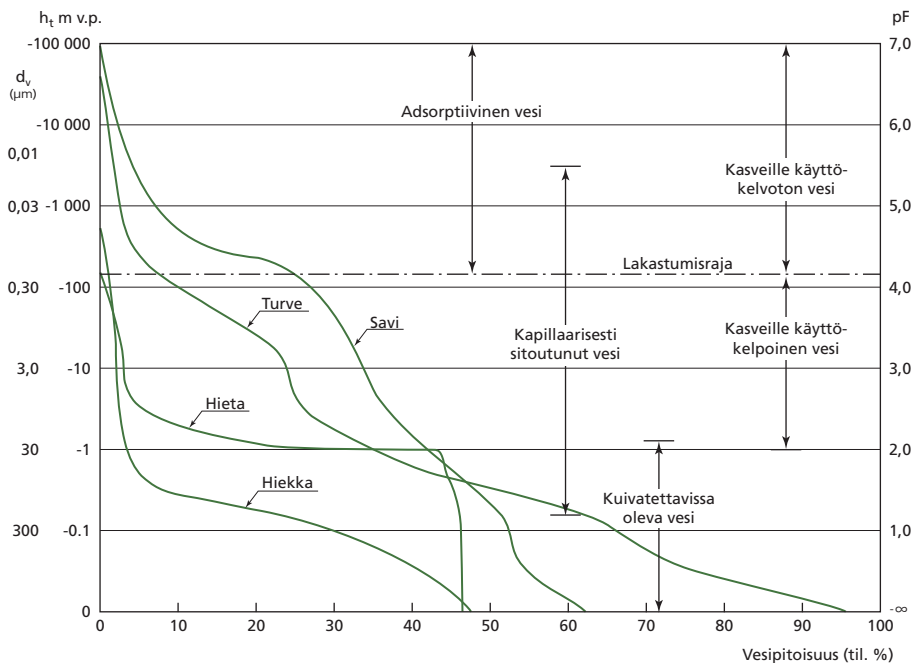
Kun kasvi kasvaa nopeasti ja veden määrä maassa pienenee, huokosten imuvoima ei kuitenkaan kasva samassa suhteessa. Tämä tarkoittaa, että kasvin on edelleen helppo ottaa ja haihduttaa vettä yhä kuivemmasta maasta ilman fysiologista signaalia vähentää haihdutusta. Samanaikaisesti kapillaariyhteys syvempiin kerroksiin voi katketa, jos veden täyttämiä kapillaarihuokosia ei ole riittävästi. Seurauksena voi olla tilanne, jossa veden loppuminen tapahtuu verrattain nopeasti.



Kuva 4. Tasapainotilanteessa, jossa veden kapillaarinen nousu on asetunut tasapainokorkeuteensa pohjaveden kanssa, eikä haihduntaa ja sadantaa ole, maan kosteusprosentti riippuu maan huokoskokojakaumasta sekä pohjaveden pinnan tasosta. Kuvassa on esitetty tasapainotilanteet karkealla kivennäismaalla, kun pohjaveden pinta on 50 ja 100 cm syvyyksillä. Pohjaveden nosto lisää 0–100 cm syvyydellä olevan veden määrää laskennallisesti noin 95 mm. Kuva on havainnollistava, ja todellisuudessa tämänkaltainen tilanne voi esiintyä lähinnä loppusyksyn ja alkutalven aikana, jolloin muita maan kuivumista aiheuttavia tekijöitä, kuten juurten vedenottoa ja haihduntaa maan pinnasta on vähän.

Suureen haihdutukseen sopeutunut kasvusto ei pysty mukautumaan uuteen tilanteeseen riittävän nopeasti. Kun tämä tapahtuu sadonmuodostuksen aikana, jolloin veden tarve on suurimmillaan, satotappiot voivat olla merkittäviä.

Savimailla dynamiikka on erilainen. Vaikka hyvärakenteisellakin savimaalla hyötykapasiteetti on tyypillisesti pienempi kuin hietamaalla, kapillaarinen imu kasvaa lähes lineaarisesti veden vähentyessä. Tämä tarkoittaa, että kas-



Kuva 5. Eräiden maalajien vedenpidätyskäyriä. Kuva Andersson 1971 mukaan.

vien veden saanti vaikeutuu asteittain kuivuuden edetessä (kuva 5), ja kasvilla on aikaa sopeutua vesitilan muutoksiin. Kapillaarinen nousu on hidasta, mutta ulottuu pidemmälle aikavälille, ja se tasaa kosteusvaihteluita, mikäli juuret ehtivät kuivuvaa pintakerrosta syvemmälle kasvukauden edetessä.

Kun maan kuivuessa yhä pienemmät huokokset tyhjäntyvät, kasvien veden otto vaikeutuu ja siihen kuluu yhä enemmän energiaa. Huokosia, jotka ovat niin pieniä, ettei kasvi kykene ottamaan niistä vettä, kutsutaan pieniksi huukosiksi. Niiden koko on alle 0,0002 mm. Kosteustilaa, jossa vesi on kasveille käyttökeltottomana pidätynyt pieniin huukosiin, kutsutaan lakastumisrajaksi, tai täsmällisemmin pysyväksi lakastumisrajaksi. Kasvilajista ja -lajikkeesta riippuen tämä vastaa noin -1,5 MPa (-15 bar) painetta, eli noin 150 m korkean vesipatsaan imua. Todellisuudessa kasvin kasvu alkaa häiriintyä merkittävästi jo ennen lakastumisrajaa. Tutkimuksissa on todettu, että esimerkiksi perunan kasvu häiriintyy jo, kun noin puolet käyttökelpoisesta vedestä on käytetty (Wikman ym. 1996).

Huokoskokojakauma määrää maan vedenpidätyskapasiteetin ja sen, kuinka tiukasti vesi pidättyy maahan. Pohjaveden taso puolestaan määrää sen, kuinka kosteaa maa on eri syvyyksillä silloin, kun maaveteen vaikuttavat voimat ovat tasapainossa. Käytännössä kuitenkin pelolla vallitsevat niin vaihtelevat olosuhteet (sade, tuuli, lämpötilan vaihtelu), että tasapaino saavutetaan vain harvoin ja lyhyeksi aikaa. Lisäksi maahan vaikuttavat viljelykasvin juuret, jotka imevät maasta vettä paljon tehokkaammin kuin maanpinnan haihdunta, ja pystyvät siirtämään vettä nopeasti maan syvemmistäkin kerroksista. Tästä syystä etenkin maan pintakerroksen kosteus voi olla hyvinkin erilainen, kuin pelkän pohjaveden tason perusteella voisi päätellä.

Esimerkiksi lakastumisrajan kosteus vastaa teoreettista 150 metrin syvyydellä olevaa pohjaveden tasoa. Käytännössä ei kuitenkaan liene sellaista peltoa, jossa pohjaveden taso voisi todella laskea niin alas, ja olla edelleen kapillaariyhteydessä pintaan. Käytännössä lakastumisraja saavutetaan niin, että kasvit imevät maasta kaiken käyttökelpoisen veden, tai tuuli ja auringonpaiste kuivattavat maan pinnan.



Kuva 6. Perunan juuristo on herkkä sekä märkyydelle että kuivuudelle. Vuonna 2004 säätäsalaojitettu peltolohko kuvattuna kuivuusjakson aikana heinäkuussa 2025. Kuva: Antti Haho.

1.2 Maan kuivatuksen perusteet

Maatalousmaan kuivatus on suomalaisen viljelyn perusta, ja toimiva vesitalous on vaatimus nykyaikaiselle, tehokkaalle mutta ympäristöystävälliselle viljelylle. Muuttuvassa ilmastossa vesitalouden hallinta on myös keskeinen ratkaisu varautua yleistyneisiin säiden ääri-ilmiöihin. Kun maan vesienhallinnasta pidetään huolta, edellytykset maan hyvälle kasvukunnolle ja sen kehittämislle ovat olemassa ja muiden viljelyinvestointien kannattavuus paranee. Tämä parantaa luonnonvarojen kestävää käyttöä.

1.2.1 Peruskuivatus

Peruskuivatus on alueellisen kuivatuksen perusta, ja se tarkoittaa alueellista piiri- ja laskuojien

verkostoa, joka johtaa yhden tai useamman peltolohkon vedet kohti suurempaa vesistöä. Toimiva peruskuivatus mahdollistaa paikalliskuivatuksen toteuttamisen luomalla riittävän kuivavaran esimerkiksi peltosalaojien laskuaukkoja varten. Peruskuivatuksen yhteydessä kuivavaralla tarkoitetaan etäisyyttä ojan kesäveden pinnasta maan pinnan tasoon.

Valtaojan optimaaliseen kuivatussyvyyteen vaikuttavat ojan varrella olevat rakenteet. Peltosaluilla, joilla on salaojien laskuaukkoja, muodostuu kuivavara imuojien syvyydestä, kokoojaojan tarvitsemasta lisäsyvyydestä sekä liettymisvarasta. Useimmiten sopiva valtaojan syvyys on 140 cm, siten että ojan pohja on vähintään 30 cm laskuaukon alapuolella. Tällöin ojassa on pieni um-

peenkasvu- ja liettyimisvara ja laskuaukko pysyy veden pinnan yläpuolella tulva-aikoja lukuun ottamatta. Avo-ojitetun pellon osalta kuivavara on 120 cm, kun metsäojituksen vaatima kuivavara on vain 90 cm.

Suurempien valtaojien kunnostukseen ja ylläpitoon on perustettu ojitusyhteisöjä, joiden jäseniä ovat kaikki kyseisen ojan hyötymaalla olevien kiinteistöjen omistajat. Kiinteistön vaihtaessa omistajaa ojitusyhteisön jäsenyys siirtyy



Kuva 7. Ojan pohjan on oltava noin 30 cm laskuaukon alapuolella, jotta ojassa on pieni umpeenkasvuvara ja ojasto pysyy toimivana tulevaisuudessa. Kuva: Antti Haho.

Kuva 8. Peruskuivatuksen tavoitteena on järjestää vedelle poistumisreitit kohti suurempaa vesistöä. Kuvassa esimerkki kaksitasouomasta, joka on todettu toimivaksi muussa eroosion vähentämisessä ja ekosysteemipalveluiden lisäämisessä. Kuva: Kaisa Västilä.



automaattisesti uudelle omistajalle. Ojitusyhteisöjen tehtävänä on jakaa valtaojitusten kustannukset kiinteistöjen omistajien saaman hyödyn mukaisesti. Tällöin kustannukset eivät jää yksittäisen maanomistajan maksettaviksi, vaan jokainen edunsaaja maksaa osansa kustannuksista suhteessa saamaansa hyötyyn.

Peruskuivatus vaikuttaa koko alueen vedenhallintaan. Säätosalaojituksen ja salaojakastelun yleistyminen tulee ottaa huomioon valuma-alueitasolla. Tarpeettoman suuri kuivavara saattaa aiheuttaa vesien suotautumista pois pelloilta aiheuttaen kuivuusongelmia. Kuivatussuunnittelussa etsitään kompromissi runsaiden sateiden ja sulamisvesien kuivatustehokkuuden sekä veden pidättämisen välillä. Laskeutusaltaiden ja kosteikkojen hyödyntäminen kasteluveden varastoina on mahdollista, mikäli niiden vesitilavuus on riittävä. Näin saadaan yhdistettyä kuivatustehokkuus, kasteluveden saatavuus sekä ympäristöystävällinen vesienhallinta.

1.2.2 Paikalliskuivatus

Toimiva paikalliskuivatus on yksi suomalaisen viljelyn peruspilareista humidin ilmaston sekä tiivistymisherkkien peltojen yleisyyden takia. Yli 85 % suomalaisista pelloista vaatii rakennetun kuivatuksen, jotta viljely on mahdollista. Runsaiden sateiden aikana maahan satava vesimäärä on niin suuri, että maa ei kykene sitomaan sitä itseensä. Paikalliskuivatuksen tehtävä on antaa maahan sitoutumattomalle vedelle mahdollisuus virrata pois pelloilta hallitusti ja estää pintavaluntaa. Paikalliskuivatus toimii hyvin, kun pohjaveden pinta laskee muutamassa päivässä ojitusyvytyteen runsaiden sateiden tai roudan sulamisen jälkeen. Kun maahan sitoutumaton vesi on poistunut, maa on kenttäkapasiteetissa ja pellolla työskentely mahdollista. Kenttäkapasiteetissa oleva maa on myös ilmava ja toimii hyvänä kasvualustana.

Perinteisesti paikalliskuivatus on tehty avo-ojituksena keskimäärin 12 m ojavälillä (Kaiteira 1942). Avo-ojituksen vahvuus on pintavesien tehokas poistuminen esimerkiksi rankkojen sadekuurojen ja lumien sulamisen aikana, mutta

usein ojasyvyys on matala, ja saran keskiosan kuivavara jää varsin pieneksi. Tämä aiheuttaa usein merkittävän tiivistymisriskin varsinkin savimailla.

Paksaturpeisilla laajoilla pelloilla avo- eli sarkaojitus on käytössä usein edelleenkin. Turve pidättää vettä erittäin suurii määriä, ja sen poistaminen salaojien avulla on osoittautunut joillain paksaturpeisilla alueilla haastavaksi. Tämänkaltaisiin tilanteisiin Norjassa on kehitetty ns. suursarka-menetelmä, jossa käytetään muotoiltujen 30–40 m leveiden sarkojen sekä salaojituksen yhdistelmää (Peltomaa ja Saavalainen 1990).

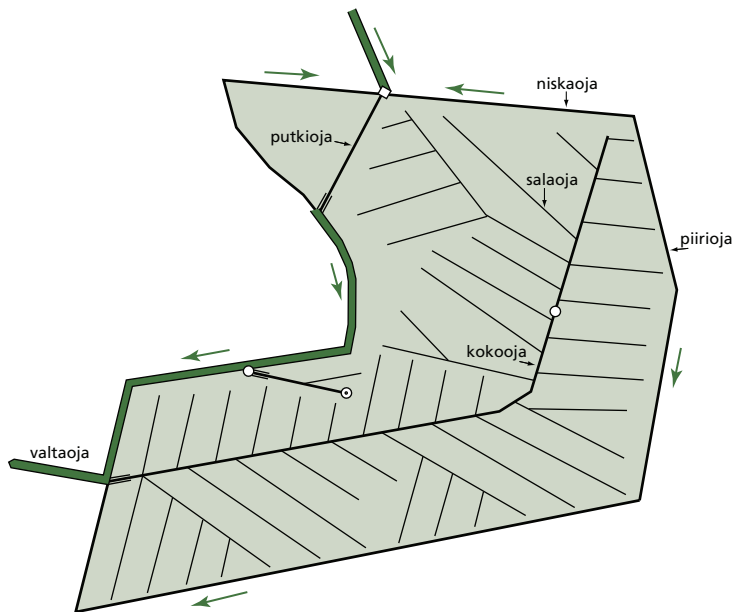
Salaojitus on tuhansia vuosia vanha keksintö, jossa avo-oja korvataan maanpinnan alla kulkevalla vesikanavalla. Ennen putkiojien kehittämistä kanava on voitu tehdä kivistä tai risuista. Vanhimmat tunnetut salaojat on tehty savitiilitä latomalla. 1800-luvulla keksitty saviputken puristuskone vauhditti salaojituksen yleistymistä yhdessä nopeasti kehittyneen teoriatason ymmärryksen kanssa.

1850-luvulta alkaen avo-ojia on alettu järjestelmällisesti korvaamaan salaojituksella. Salaojituksen koneellistuesssa 1950-luvulla ojitus yleistyi, ja vuoden 1992 lopussa salaojitettua peltoa oli 1 300 000 hehtaaria, noin 53 % Suomen peltoalasta (Aarrevaara 2014). 1990-luvun laman aikana yhteiskunnan tuki sekä salaojitusmäärät romahtivat. EU:n tuki ja maatalouden rakennekehitys käynnisti salaojitusta uudelleen 2000-luvulle tultaessa. Ojastojen ikääntyessä uusinta- ja täydennysojitukset ovat yleistyneet, ja niiden osuus salaojituksesta on 2020-luvun aikana ollut noin 40 prosenttia (Salaojayhdistyksen salaojakartta-arkisto. Viitattu 3.10.2025).

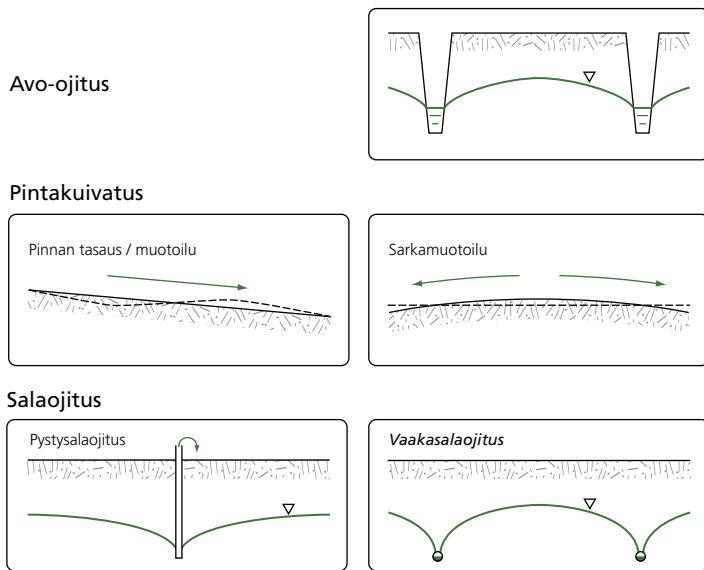
Uusinta- ja täydennysojituksen syyt ovat moninaiset ja niitä ovat mm. turpeen hajoaminen, putkien ruostuminen umpeen sekä tiiliputken saumojen tukkeutuminen savimaassa. Salaojat on myös usein asennettu entisiin sarkaojiin nähden poikittain, jolloin sarkaojat ovat toimineet suoto-ojina tihentäen ojitusta. Ojien pohjilla olleen orgaanisen aineksen maatuessa veden suotautuminen on hidastunut ja ojituksen teho heikentynyt myös sitä kautta. Tämä lisää ojituksen tiheysvaatimusta.



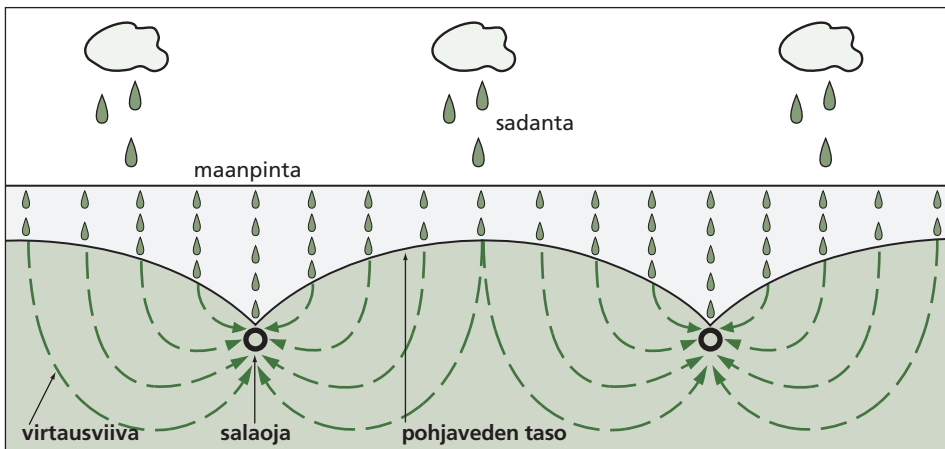
Kuva 9. Säätosalaojitettua turvepeltoa. Imuojien tiheys loholla on 10 metriä, ja se on ojitettu aurasalaoja-koneella elokuussa 2018. Kuva: Aapo Kämäräinen.



Kuva 10. Periaatekuva peltoalueen kuivatuksesta.



Kuva 11. Tyypikkuvat paikalliskuivatuksen eri muodoista.



Kuva 12. Periaatekuvaus pohjaveden veden virtauksesta sekä pohjaveden pinnan muodosta kuivatuksen aikana hyvin vettä läpäisevässä maassa.

Salaojitus antaa avo-ojitukseen verrattuna monenlaisia hyötyjä. Pellon viljeltävä pinta-ala kasvaa sarkaojien poistuessa, pellolla työskentely tehostuu ja tiivistävä päisteliikenne vähenee. Suomessa käytetty imuojien syvyys on yleensä noin metri, turvemailla 1,2–1,4 m. Suositeltu ojaväli vaihtelee maalajin ja viljeltävien kasvien mukaan 8–18 metrin välillä. Ojaväliin vaikuttaa lisäksi mahdollinen säätösalojitus ja salaojakastelu (Paasonen-Kivekäs 2016).

Ympäristön kannalta haittana on nähty sarkaojien pientareiden biodiversiteetin häviäminen salaojituksen myötä. Nykyään vesistöjen varsien suojakaistat, kaksitasouomat sekä luonnon monimuotoisuutta lisäävät petopenkat kompensoivat salaojituksen aiheuttamaa piennarkasvillisuuden menetystä (Aakkula ja Leppänen 2014).

Ympärysaine

Merkittävä tekijä salaojituksessa on putken ympärillä käytettävän ympärysaineen valinta. Ympärysaineen tehtävänä on estää hienojakoisen maa-aineksen pääsy putkeen. Kokemus on osoittanut, että suurin riski putken tukkeutumiselle on heti asennusvaiheen jälkeen, kun maa ei ole vielä ehtinyt asettua putken ympärille. Samanlaisesti ympärysaineen tulisi kuitenkin toimia vettä hyvin läpäisevänä aineena, joka tehostaa veden virtausta putkeen. Optimaalinen ympärysaine suodattaa maa-aineksen hyvin, johtaa vettä erittäin hyvin ja on lisäksi halpa eikä vaadi erillistä asennustyövoimaa salaojatyömaalla. Monet näistä tavoitteista ovat keskenään vastakkaiset, ja käytännössä valitaan kompromissi maalajin, käyttötarkoituksen sekä kustannustason mukaan (Vlotman 2000, 2020).

Salaojaputken ympärysaineena käytetään useimmiten salaojasoraa. Sora on perinteisesti ollut helposti saatavilla oleva materiaali, jonka asentaminen salaojaputken ympärille on ollut yksinkertaista. Sora on kuitenkin uusiutumaton luonnonvara, ja salaojasoran saatavuus on heikentymässä. Maa-ainesten otto on luvanvaraista toimintaa, ja ympäristösäädösten tiukentuessa uusien maa-aineslupien saaminen vaikeutuu. Kun soranottoalueet ovat yhä harvemmassa, kuljetusmatkat soranottoalueelta salaojatyömaalle pitenevät ja sorankäytön kustannukset nousevat (mm. Vlotman ym. 2020, Ympäristöministeriö 2023).

1980-luvulta alkaen on kehitetty myös erilaisia orgaanisia ja synteettisiä esipäälysteitä. Vuosien saatossa on kokeiltu monenlaisia ratkaisuja. Euroopan alueella yleisesti käytössä on langalla putken ympärille sidottu irtonainen kookos-



Kuva 13. Suomessa käytetään salaojan ympärysaineena useimmiten salaojasoraa. Soralla on myös mahdollista tehdä sorasilmäkkeitä, joissa kaivanto täytetään lyhyeltä matkalta pintaan asti. Kuva: Merja Mylly.

tai muovikuitu. Tämän lisäksi käytetään erilaisia geotekstiilejä, joiden paksuus vaihtelee 0,3–3 mm välillä. Tärkein ominaisuus esipäälysteen valinnassa on huokoskoko, joka vaihtelee maalajin mukaan välillä 300–1000 µm. Esipäälysteiden käytön laajentamiseen on yhä enemmän kiinnostusta soran saatavuuden heikentyessä sekä hinnan noustessa.

Piiriojat

Toimivaan paikalliskuivatukseen kuuluvat myös riittävän syvät ja auki olevat pellon piiri- ja niskaojat. Niskaoja on pellon yläreunassa, usein metsää vasten oleva oja, joka estää pellon ulkopuolisten vesien valumisen pellolle. Ilman toimivaa niskaojaa pellon ulkopuolelta pellolle tulevat pintavalumat ovat suuret ja voivat aiheuttaa märkyysoongelmia muuten hyvin toimivasta salaojituksesta huolimatta.

Veden liikkuminen on suunniteltava siten, että niskaojiin ei johdeta suuria määriä vettä ja veden viipyminen järjestetään metsän puolella. Toisaalta kesän kuivien jaksojen näkökulmasta voi olla hyödyllistä mahdollistaa veden suoutuminen hallitusti niskaojan ja pohjamaan kautta pellolle, tai vaihtoehtoisesti johtaa vesi kokoojaputkea pitkin valtaojaan. Kun laskuaukkoon asennetaan säätökaivo, säätöventtiilin ollessa suljettuna niskaojasta tuleva vesi kaste-

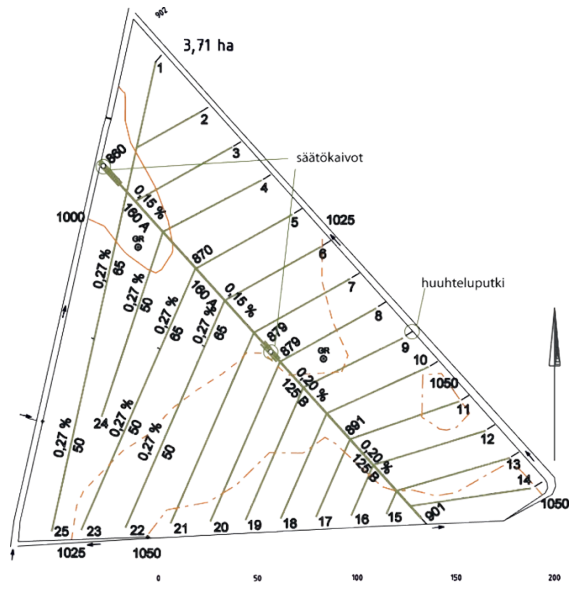


Kuva 14. Kookoskuidulla esipäälystettyä salaojaputkea. Kuitupäälysteen paksuus maahan asennettuna on 3 mm. Kuva: Helena Äijö.

lee peltoa kuten tavanomainen salaojakastelu-järjestelmä.

1.2.3 Säätosalaojitus

Säätosalaojituksen tavoitteena on luoda maahan olosuhteet, joissa kasvin juuristolle on kasvukauden alussa riittävän ilmava kasvutila (0–60 cm), mutta vettä ei poisteta enempää kuin on välttämätöntä (Vlotman ym. 2020).



Kuva 15. Salaojakartta, johon on merkitty säätökaivot.

Säätosalaojitus toteutetaan asentamalla kokoojaojaan kaivo, johon on rakennettu veden korkeutta hallitusti padottava mekanismi. Kaiwon sulkuluukku on mahdollista avata, ja luukku avattuna ojasto toimii tavallisen salaojituksen tapaan. Vedenpinnan taso säädetään yleensä 40–60 cm maan pinnan alapuolelle, ja uusi säätökaivo asennetaan jokaista 50 cm maan pinnan nousua kohden. Esimerkiksi maan kaltevuuden ollessa 50 cm per 100 m, uusi kaivo asennetaan 100 m välein. Tällöin koko ojasto pysyy vedenalaisena, lukuun ottamatta kasvukauden kuivia jaksoja, jolloin pohjaveden pinta voi pudota jopa useiden metrien syvyyteen.

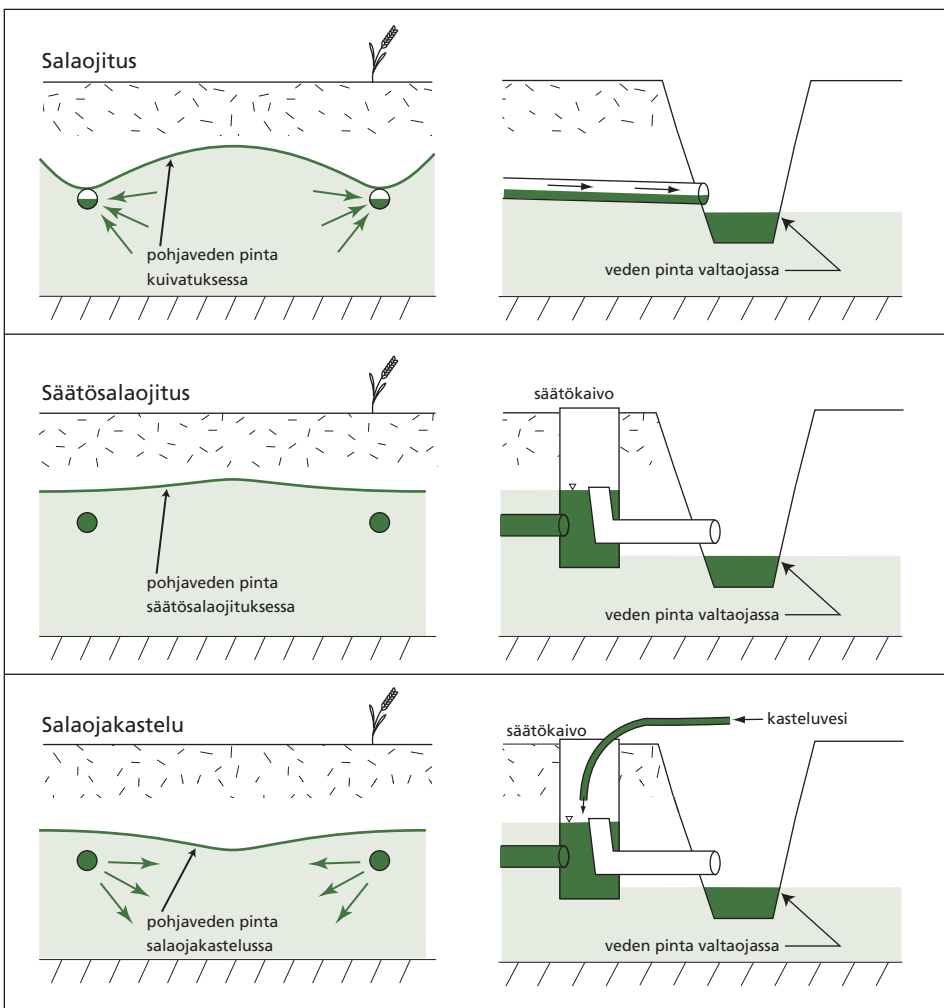
Menetelmää on käytetty eri tavoin jo vuosisatoja, useimmiten tavoitellen kasvin kasvulle edulli-

sia olosuhteita. 1970-luvun alussa Yhdysvalloissa tehdyt tutkimukset osoittivat säättösalaajituksella olevan myös merkittäviä vesistönsuojellisia hyötyjä. Myöhemmät tutkimukset Pohjois-Euroopan alueella ovat antaneet samanlaisia tuloksia. Turvemaileda tekniikkaa käytetään myös ehkäisemään turpeen hajoamista ja näin pidentämään ojaston käyttöikä (Ritzema 2006) sekä pienentämään ilmastopäästöjä (Heikkinen ym. 2024).

Säättösalaajitus on Suomessa käytössä noin 80 000 peltihehtaarilla (Luke 2023), ja pinta-ala kasvaa koko ajan. Menetelmän on arvioitu soveltuvan pellon kaltevuuden puolesta Suomessa noin 700 000 hehtaarille, joka vastaa 30 % Suomen vil-

jelyssä olevasta peltoalasta. Vaikka osa kaltevuudeltaan sopivista pelloista ei maalajinsa puolesta sovellu säättösalaajitukseen, niin osa säättösalaajituksen potentiaalista on vielä hyödyntämättä (Luke 2023, Paasonen-Kivekäs 2016).

Säättösalaajitus vaatii onnistuakseen nopeutta maaveden liikkeissä, sekä läpäisevyydessä että kappilaarisuudessa. Säättösalaajituksen soveltuvuus peltoalueelle on harkittava tapauskohtaisesti. Peltoalueen tulee olla tasainen, kaltevuudeltaan mieluiten alle 0,5 %, ja ehdottomana maksimina pidetään 2 % (Paasonen-Kivekäs 2016). Säättösalaajakaivon vaikutusalue valitaan kaltevuuden mukaan, ja suurella kaltevuudella kaivon vaikutusalue muuttuu niin pieneksi, että ojitus



Kuva 16. Salaajituksen, säättösalaajituksen ja salaojakastelun periaatteet.

muuttuu investointikustannuksiltaan kannattamattomaksi, ja hankalaksi toteuttaa. Käytännössä yhdellä säätökaivolla olisi hyvä pystyä säätämään noin 5 ha aluetta tai koko lohkoa, jolloin kaivon määrä ja kustannus ei nouse kohtuuttoman suureksi (asiantuntijahaastattelu 2025).

Maan tulee olla vettä kohtuullisesti läpäisevä, mutta pellon tulee luontaisesti vaatia salaojitusta viljelyn mahdollistamiseksi. Mikäli pellon pohjamaa on erittäin läpäisevä, eikä alue vaadi salaojitusta, salaojituksella ei pysty pidättämään vettä maassa. Tämänkaltaisia peltoalueita on Suomessa hyvin vähän ja ne sijaitsevat harjualueilla.

Ensisijaisesti säätösalaajitusta suositellaan hietamaille, joissa maan rakenne on yksihiukkeinen ja veden liikkeet riittävän nopeita. Karkeat maalajit eivät muodosta mururakennetta, joka voisi pitkään veden pinnan alla ollessa hajota. Nämä maalajit myös johtavat vettä riittävän nopeasti säätöojituksen sekä salaojakastelun toteuttamiseksi. Säätösalaajitus lisää maan tiivistymisriskiä, joten savimaiden säätösalaajitukseen

kannattaa suhtautua varauksella. Tämä ei kuitenkaan koske sellaisia savityyppejä, joissa on luontaisesti hyvin vahva ja hajoamaton rakenne, kuten urpamaissa.

Säätösalaajituksessa suositeltu ojaväli on noin 30 % tiheämpi kuin tavanomaisessa salaojituksessa. Ympärysaineen käyttöön säätösalaajitus ei vaikuta, ja esimerkiksi karkeilla hietamilla säätösalaajituksen ja salaojakastelun yhteydessä on mahdollista käyttää kookos- tai synteettisellä kuidulla päällystettyä putkea ilman soraa (Paasonen-Kivekäs 2016, asiantuntijahaastattelu 2025). Useimmiten ympärysaineena on kuitenkin salaojasora.

Tarkemman peltolohkokohtaisen arvion säätösalaajituksen hyödyntämismahdollisuuksista saa paikalliselta salaojasuunnittelijalta tai vesitalouteen erikoistuneelta viljelyneuvojalta. Suunnittelijalla on mittalaitteet sekä suunnitteluohjelmistot, joilla säätökaivojen paikat voi määrittää luotettavasti säätöominaisuuden toiminnan toteuttamiseksi ja optimoimiseksi.

1.3 Maan rakenne

Maan rakenne vaikuttaa oleellisesti vesitalouden hallintaan, sillä se miten ja kuinka tiiviisti maapartikkelit ovat järjestäytyneet maassa, määrää erityisesti savimaan vedenläpäisevyyden ja karkeammilla mailla kapillaarisuuden. Maan rakenne koostuu maapartikkeleiden muodostelmista eli muruista, tai yksittäisistä eri kokoisista partikkeleista. Partikkelien kokoluokkia kutsutaan lajitteiksi. Kivennäismaalajit jaotellaan Suomessa lajitekokojakauman perusteella. Karkeilla kivennäismailla maa koostuu yksittäisistä kivennäismaapartikkeleista, joita kitkavoimat pitävät toisissaan kiinni. Tämänkaltaista maan rakennetta, jossa maapartikkelit eivät ole sitoutuneet toisiinsa kiinni, kutsutaan yksihiukkeiseksi. Koska partikkeleiden koko on verrattain suuri, niiden väliin jää isoja huokosia, joissa vesi ja ilma voivat liikkua nopeasti eikä vettä pidäty pienempien huokosten puuttuessa. Hienojakoisilla kivennäismailla partikkelit ovat pienempiä, ja ne

pakkautuvat yhteen muruiksi. Vesi sitoutuu kapillaarisesti pienten partikkeleiden väliin todella vahvasti, jolloin kasvit eivät pysty hyödyntämään kaikkea maahan sitoutunutta vettä.

1.3.1 Maan rakenteen muodostuminen

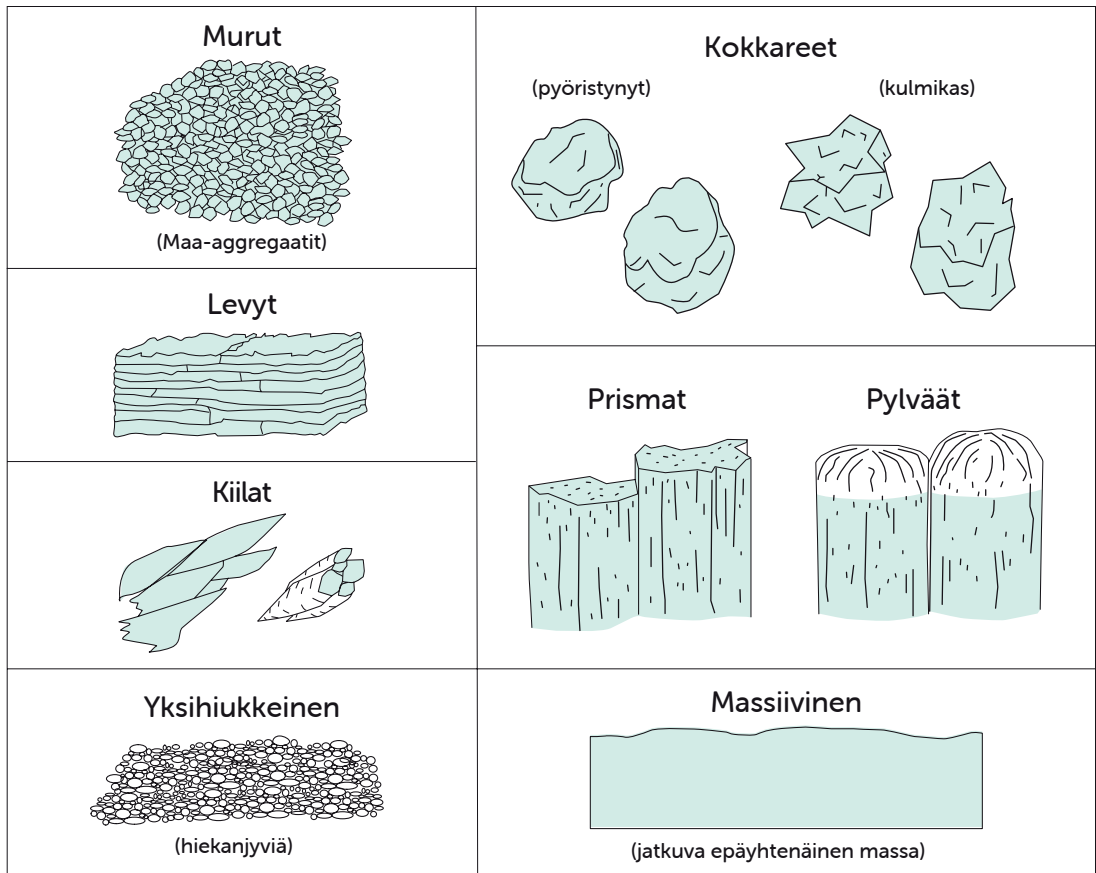
Saves (eli kivennäismaapartikkelit, joiden raeko on pienempi kuin 0,002 mm) on niin pientä, että sähköiset vetovoimat vaikuttavat maan ominaisuuksiin merkittävästi. Nämä vetovoimat kykenevät pitämään savipartikkeleita toisissaan kiinni vahvemmin kuin maassa oleva vesi kykenee pitämään niitä irti toisistaan.

Ilman maan eliöiden biologista (eli juurten ja pieneliöstön toimintaa) tai fysikaalista vaikutusta (eli kuivumista ja sitä seuraavaa kutistumista) savimaan rakenne on joka kohdasta samankaltai-

nen, ilman silmin havaittavia rakenteellisia piirteitä. Osa partikkeleista on sitoutunut toisiinsa, mutta suurimmaksi osaksi maan huokosteo on täynnä vettä. Tätä rakennetta kutsutaan massiiviseksi: se on joka kohdasta katsoen samankaltainen. Hieman yksinkertaistaen voidaan sanoa, että kaikki Suomen savimaat ovat aluksi olleet massiivirakenteisia. Nykyään massiivirakenteista savea löytyy pääasiassa pohjamaasta, jonne juuret ja routa eivät ole yltäneet. Tämä syvyys on paikkakohtaista, ja pitkään salaojitetussa pellossa rakennetta on voinut muodostua aina 150 cm syvyyteen saakka (Yli-Halla ym. 2009). Saven rakenne voi myös rikkoutua esimerkiksi tiivistymisen tai hiertymisen seurauksena ja muuttua näin mururakenteisesta takaisin massiiviseksi.

Maan rakenteen päämuodot

- Yksihiukkeinen
 - Karkeat kivennäismaat
- Mururakenne
 - Hienojakoiset kivennäismaat, joihin rakenne on ehtinyt kehittyä
- Massiivirakenne
 - Hienojakoiset kivennäismaat ja liejut, joissa ei vielä rakennetta
 - Tahnamaista ainetta



Kuva 17. Maan rakenteen eri muotoja (Schoeneberger ym. 2002).

Savimaassa olevan veden poistuessa esimerkiksi auringon tai kasvin juurten kuivattavan vaikutuksen myötä savimaalla on taipumus kutistua. Tämä kutistuminen aiheuttaa maahan sisäisen vetovoiman (kutistumispaineen), ja jos se ylittää maan vetolujuuden, se muodostaa maan heikoimpaan kohtaan halkeaman. Maan kastuessa uudelleen halkeaman kohta jää heikommaksi kuin se oli alun perin, ja seuraavan kerran kuivuuksaan maa halkeaa todennäköisesti samasta kohdasta. Halkeilun alkuvaiheessa maahan muodostuu suuria prisman tai pylvään muotoisia rakenteita. Nämä halkeamat ovat savimaassa tärkeitä juuriston kasvureittejä ja veden virtausreittejä.

Kun vesi poistuu huokostosta, maapartikkelit pääsevät lähemmäksi toisiaan. Kuivemmassa maassa suurempi joukko maapartikkeleita pääsee riittävän lähelle, ja uusia sidoksia alkaa muodostua. Tätä prosessia kutsutaan maan rakenteen muodostumiseksi. Samalla kun sidoksia maan kuivuuksaan muodostuu lisää, myös kutistumisaine kasvaa. Tämä synnyttää maahan uusia halkeamia,



Kuva 18. Savimaan mururakenne on vahva. Murujen välissä olevat suuret huokokset ovat tärkeitä veden liikkumisreittejä, joten maan tiivistämistä on tärkeää välttää. Kuvassa on sekä pyöreitä ja huokoisia biomuruja että kuivumalla syntyneitä kulmikkaita muruja. Kuva: Antti Haho.

mia, joiden ansiosta prismat ja pylväät hajoavat pienemmiksi kokkareiksi, ja lopulta pieniksi muruiksi (kuva 18). Näitä muruja voi nähdä esimerkiksi monivuotisen nurmipellon pintamaassa, liimana saves ja orgaaninen aines, bakteerilima ja sienihyyfit (Heinonen 1986).

Auringon, tuulen ja juurten lisäksi maan jäätyminen eli routaantuminen kuivattaa maata ja vaikuttaa merkittävästi maan rakenteen muodostumiseen Suomessa. Routiminen rikkoo muruja pienemmiksi, mistä hyvä esimerkki on murustunut kynnös keväällä. Routa on voimakkainta maan pintakerroksissa, mutta syvemmällä, missä maa jäätyy ja sulaa vain kerran vuodessa, kehitys on niin hidasta, että lyhyellä aikavälillä sillä ei ole merkitystä (Alakukku ym. 2002).

Auringon sekä tuulen kuivattava vaikutus ulottuu vain maan pintakerrokseen. Käytännössä maan rakenteen muodostuminen muokkauskerrosta syvemmällä on kasvin juurien kuivattavan vaikutuksen tulos. Suurin osa maanparannuskasvien vaikutuksesta perustuu nimenomaan tähän. Tämän lisäksi paalujuuristen kasvien juurikanavat ovat suuria ja jatkuvia, ja juuren hajotessa kanava jää usein avoimeksi pitkäksi aikaa. Tämä on tehokas kulkureitti vedelle sekä helppo kasvureitti seuraavien vuosien kasvien juurille. Jatkuvat suuret huokokset mahdollistavat nopean veden läpäisyn lätäköistä ja suodattavat näin rankkasateet oikovirtauksina, kun muu huokosto toimii hitaammin.

Kivennäisaineksen lisäksi maassa on eloperäistä ainesta. Orgaaniselle ainekselle tyypillistä on maatumisprosessi, jossa orgaanisen aineksen hajotukseen osallistuu rikas eliöstö bakteereista varsin suuriin eliöihin, kuten lieriöihin ja kontiaisiin. Nämä eliöt muovaavat maan ominaisuuksia monella tavalla. Pitkälle hajonnut orgaaninen aines liimaa kivennäismaapartikkeleita toisiinsa muodostaen rakennetta savesta suurempienkin partikkeleiden välille. Suuria huokosia muodostuu myös suurikokoisen orgaanisen aineksen, kuten juurien tai maahan sekoittuneen karikkeen hajotessa.

Lierojen kulkukäytävät ovat suuria ja johtavat vettä erityisen hyvin. Suhteellisesti pienestä lukumäärästä huolimatta nämä ovat pellon ve-

sitalouden kannalta erityisen tärkeitä varsinkin heikosti läpäisevillä mailla. Lierot kaivavat onkaloita myös salaojakaivantoa kohti, joten osa näistä käytävistä johtaa suoraan salaojaan (Nuutinen 2024). Käytävät ovat kestäviä ja saattavat pysyä avonaisina vielä vuosia niiden muodostumisen jälkeen.

1.3.2 Maan rakenne eri maalajeilla

Karkeat kivennäismaat

Karkeat kivennäismaat ovat yksihuukkeisia eivätkä muodosta mururakennetta. Partikkeleiden väliin jäävät huokokset ovat verrattain suuria, mikä mahdollistaa veden nopean liikkumisen maassa. Koska veden nopea liike karkeissa maissa perustuu luontaisesti suurikokoisiin huokosiin eikä mururakenteeseen, maat ovat erinomaisia säättösalaajituksen toiminnan kannalta. Hyvin läpäisevillä mailla pellon kuivatus kannattaa toteuttaa säättösalaajituksena, mikäli muut tekijät, kuten pellon kaltevuus sen mahdollistavat.

Maan tiivistymistä tapahtuu, kun partikkelit painautuvat toisiaan vasten paineen alla. Karkeimmilla viljelymailla, kun hienon aineksen osuus on pieni, tapahtuma muistuttaa jonkin verran esimerkiksi soratien tiivistymistä. Koska luonnollista kuivumishalkeilua ei esiinny, luonnolliset maata kuohkeuttavat prosessit eivät karkeilla mailla ole yhtä tehokkaita kuin hienojakoisilla mailla. Tiivistyneellä maalla maan huokoisuus on pienempi, ja märkänä aikana juuriston hapensaanti on heikompaa. Maan tiivistämisen välttäminen on tästä syystä tärkeää myös karkeilla maalajeilla.

Savimaat

Savimailla toimiva vesitalous perustuu huolelliseen maan rakenteen ja kasvukunnon ylläpitoon. Maan mururakenteen vahvistamiseksi maan tulisi antaa kuivua joka kesä mahdollisimman syväle lähelle lakastumisrajaa. Jos maan pintakerrosta ei oteta lukuun, kasvin juuret ovat ainoa raken-

teen muodostumisen ja vahvistumisen kannalta maata riittävästi kuivattava tekijä (Alakukku ym. 2002). Hyvin kasvava kasvi kasvattaa juuret syvälle ja haihduttaa paljon vettä. Suurin haihdunta on nurmilla ja syyskylvöisillä viljelykasveilla, joten niiden osuus viljelykierrosta olisi hyvä olla suuri. Esimerkiksi syysrypsi sekä -vehnä kasvatavat hyvissä olosuhteissa juuret yli 150 cm syvyyteen (Wiklert 1961).

Massiivirakenteista, murustumatonta savi- maata esiintyy peltomailla useimmiten yli 130 cm syvyydellä. Viljelyssä on myös jonkin verran ohutturpeisia peltoja, joiden pohjamaa on savea. Joissain tapauksissa, erityisesti hiljattain raiva- tuilla pelloilla pohjamaan savi voi olla murus- tumatonta ja sen vuoksi erittäin huonosti vettä läpäisevää jo puolen metrin syvyydellä. Tämä on otettava huomioon maanparannustoimia suunnitellessa. Tilanne voi olla hankala korjata, koska korjaus edellyttää useimmiten tiheän salaajituk- sen, lannoituksen, kalkituksen ja typensitojakas- vien erilaisia yhdistelmiä.

Tiivistymisalttius on kynnyskysymys, kun selvitetään säättösalaajituksen mahdollisuutta savimailla. Jos maa pysyy läpi kesän märkänä, maahan ei tule mururakenteen muodostumiselle otollisia olosuhteita. Pitkään märkänä olevan savimaan mururakenne alkaa sen sijaan pur- kautua. Näiden maiden vedenjohtavuus märkä- nä on myös säättösalaajitusta sekä salaajakastelua ajatellen hidas. Käytännössä tavanomaisten sa- vimaiden säättösalaajitusta ei urpasavia lukuun ottamatta tästä syystä voi suositella.

Turve- ja multamaat

Turve- ja multamaat eroavat kivennäismaista ominaisuuksiltaan merkittävästi. Jo pieni orgaanisen aineksen lisäys muuttaa maan ominaisuuksia, ja 20–40 painoprosenttia orgaanista ainesta sisältäviä maalajeja kutsutaan multamaiksi. Kun maassa on orgaanista ainesta yli 40 %, kyseessä on turvemaa suomalaisessa viljavuustutkimuk- sen tulkinnessa. Kivennäismailla runsas orgaanisen aineksen määrä mahdollistaa mururakenteen muodostumisen, vaikka saveksen osuus olisi varsin pieni. Multamaiden säättösalaajituskelpoisuus



Kuva 19. Multa- ja turvemaat ovat hyviä viljelymaita erinomaisten vedenpidätysominaisuuksiensa vuoksi. Niiden viljelyominaisuudet vaihtelevat suuresti mm. orgaanisen aineksen pitoisuuden sekä turpeen syvyyden ja maatumisasteen mukaan.

riippuu niiden pohjamaan maalajista. Mikäli pohjamaa on heikkorakenteista savea, kannattaa säätösalaajitukseen suhtautua varauksella.

Turvemaissa orgaaninen aines määrää maan ominaisuudet lähes täysin. Turvemaiden erikoispiirre on suuri huokoisuus, joka voi suurimmillaan olla jopa yli 90 % maan kokonaistilavuudesta. Tämä vaikeuttaa maiden kuivattamista, ja joissain tapauksissa avo-ojitus tai avo- ja salaajituksen yhdistelmä voi olla pelkkää salaajitusta toimivampi kuivatustapa. Veden suuri ominaislämpökapasiteetti myös hidastaa maiden lämpenemistä keväällä, joka osaltaan pienentää haihduntaa. Turvemaiden säätösalaajitusta tutkitaan runsaasti, ja sillä on tutkimusten mukaan saavutettavissa hyötyjä kasvihuonekaasupäästöjen ja ravinnehuutoumien vähentämisessä (ks. luku 2).

Suurin ero erilaisten turvemaiden viljelyominaisuuksien välillä tulee turpeen maatumisas-

teesta. Lähes maatumattomasta turpeesta on vielä erotettavissa eri kasvinosien jäänteitä, kun taas täysin hajonnut turve on muodotonta massaa. Turpeen hajotessa orgaanisen aineksen partikkelikoko ja maan huokosten koko pienenee. Tämän vuoksi veden liike maassa hidastuu. Parhaiten viljelyyn sopii osittain maatumunut turve, jossa on vielä jonkin verran alkuperäistä rakennetta jäljellä. Orgaanisiin maihin luetaan syntyvän perusteella myös muta- ja liejumaat, vaikka niiden eloperäisen aineksen pitoisuus ei ole suuri.

Urpamaat eli happamat liejumaat

Tietäntyyppisillä maalajeilla on ns. urpaantumistaipumus. Näihin maihin kuuluvat erilaiset liejumaat, ja niissä yhdistyy sekä orgaanisen aineksen että eri metallioksidien tuottamia ominaisuuksia. Urpamaiden päälajite on savi, hiesu tai hieta, jo-

hon on maan muodostumisvaiheessa sekoittunut orgaanista ainesta. Runsaan orgaanisen aineksen pitoisuuden vuoksi urpamaat kutistuvat kuivuesa- saan voimakkaasti, ja kuivuessa syntyvät halkeamat ovat pysyviä (Saavalainen 1981).

Lieju- ja mutamaat ovat vedenjättömaita, jotka ovat syntyneet maankohoamisen seurauksena nykyisille rannikkoseuduille. Liejumaiden



Kuva 20. Vahvasti urpaantunutta savea. Vaalean- keltainen aine on jarosiittia ja oranssinkeltainen aine schwertmanniittia, joita muodostuu, kun maaperä on hyvin hapan ja siinä on runsaasti sulfaattia. Punaruskea aine kuvan yläreunassa on erilaisia raudan oksideja. Kuva: Seija Virtanen.

1.4 Viljelymenetelmät

Maan rakennetta ja veden vapaata liikkumista ylläpitävä viljelytekniikka mahdollistaa salaojituksen luotettavan toiminnan. Tärkeintä on maan tiivistymisen välttäminen ja maan biologinen kuohkeutus syväjuurisia kasveja käyttäen. Hienojakoisessa maassa olevat halkeamat ovat tärkeitä veden virtaus- sekä juurten kasvureittejä, ja ne saattavat myös johtaa veden suoraan oikovirtauksena maan pinnalta salaojiin (Paasonen-Kivekäs 2016). Lierot tekevät käytäviä yli metrin syvyyteen. Näiden käytävien osuus maan tilavuudesta on pieni, mutta ne ovat varsin suuria ja johtavat vettä hyvin tehokkaasti. Käytävien seinämät ovat vahvoja, ja ne voivat pysyä auki useita vuosia kanavan käytön loppumisen jälkeenkin

orgaaninen aines on aikanaan syntynyt vesistön omasta perustuotannosta, mutamaiden orgaaninen aines on kulkeutunut vesistöön muualta. Jonkin verran muta- ja liejumaita on myös kuivatuissa tai luonnollisesti kuivaneissa järvenpohjissa. Liejuissa orgaanista ainesta on 6–20 %, järvimudassa useimmiten hieman enemmän.

Urpaantuminen käynnistyy kasvin juurien kasvaessa maahan ja kuivattaessa sitä. Prosesissa mururakenne muodostuu eloperäisen aineksen liimavaikutuksen sekä erilaisten rauta- ja alumiinioksidien vaikutuksesta hyvin vahvaksi, ja kerran muodostuttuaan muru ei enää hajoa (Paasonen-Kivekäs 2016). Urpamaiden vedenjohtavuus on hyvin suuri, mutta niiden salaojitus on tarpeellista, koska ne sijaitsevat alavilla vedenjättömailla. Niiden mururakenne on erittäin kestävä ja muodostuu nopeasti, joten säätösalojitus on mahdollista myös urpasavilla.

Urpamaat ovat entistä merenpohjaa, ja niitä esiintyy vain rannikolla. Alueilla, missä maan kohoaminen on nopeinta, niitä voi kuitenkin esiintyä melko kaukanakin sisämaassa. Kun urpamaat ovat usein myös happamia sulfaattimaita, niiden säätösalojitus on suositeltavaa myös ympäristösyistä.

(Paasonen-Kivekäs 2016, Peltonen ym. 2017).

Maan tiivistymistä aiheuttaa etenkin raskas peltoliikenne maan ollessa märkää. Peruslähde on, että suurin mahdollinen pintapaine kenttäkapasiteetissa olevalle savimaalle on 0,5 bar (50 kPa) (Alakukku ym. 2002, Peltonen ym. 2017). Nykyisen lietteen- ja lannanlevityskaluston sekä sadonkorjuukoneiden osalta tämä toteutuu vain harvoin, lähinnä lietteen vetoletkulevityksen yhteydessä. Maan rakenteen kannalta lietteenlevitys tulisikin suorittaa mieluiten alkusyksyllä, kun maa on kasvukauden aikana kuivanut. Myös eläimet tiivistävät maata, mikä on otettava huomioon laidunnuksessa (Pietola ym. 2005).

Peltoliikenteen tiivistävää vaikutusta voi pienentää huolehtimalla peltotyökoneiden riittävästä rengastuksesta. Uudet matalapainerenkaat mahdollistavat pienet rengaspaineet ja kohtuullisen maantienopeuden. Joissain yhdistelmissä on käytössä myös rengaspaineiden säätöjärjestelmä, jossa rengaspaineita voi säätää ajon aikana. Peltoliikenteen vähentäminen esimerkiksi kevennetyn muokkauksen tai suorakylvön keinoin auttaa myös ylläpitämään hyvää maan rakennetta. Kevytmuokkauksessa on kuitenkin tarkkailtava, että muokkauskerroksen alle ei synny tiivistynyttä kerrosta. Tämä tiivistymä on tarvittaessa rikottava esimerkiksi jankkurilla tai kultivaattorilla, mutta samalla huolehdittava, ettei maa ole tällöin märkää kuohkeutuksen onnistumiseksi.

Pohjamaan tiivistymiseen vaikuttaa pääasiassa yhdelle renkaalle kohdistuva kuorma (Keller ym. 2019). Suurten renkaiden pieni pintapaine auttaa

pintamaan tiivistymisongelmiin, mutta pohjamaan syntyvää rasitusta suurella rengaskoolla on vaikeampi pienentää. Suuret lannanlevitysvaunut ja sadonkorjuukoneet ovat erityisen tärkeässä asemassa rengaskuormien hallinnassa. Suuri vaikutus on myös peltoliikenteen ajankohdalla. Varhain keväällä tehtävässä lietteenlevityksessä olisi hyvä siirtyä vetoletkulevitykseen.

Sadonkorjuun ajankohtaan voi vaikuttaa viljelykasvien ja -lajikkeiden valinnalla. Syysviljat hahduttavat tehokkaasti ja niiden sadonkorjuu on aiemmin kuin kevätkylvöisillä kasveilla. Pohjamaan ollessa kuivempi on maan lujuus suurempi ja tiivistymisriski siten pienempi. Korjuuajankohta eroaa merkittävästi myös aikaisilla ja myöhäisillä kevätkylvöisillä kasveilla. Vaikein tiivistymistä on välttää myöhään syksyllä korjattavien erikoiskasvien, kuten sokerijuurikkaan noston aikana (Alakukku ym. 2002, Peltonen ym. 2017).



Kuva 21. Riittävän suuret matalapainerenkaat auttavat ehkäisemään peltomaan tiivistymistä. VF-renkaat mahdollistavat pienempien rengaspaineiden käytön myös maantienopeuksissa. Kuva: Nokian Renkaat.



Kuva 22. Syysvehnä kasvattaa hyvissä olosuhteissa juuriston yli metrin syvyyteen. Syyskylvöisten satokasvien viljely on hyvä lisä maan kasvukuntoa ylläpitävään viljelyyn. Kuva: Antti Haho.

Syysviljojen ja nurmien viljely on maan rakenteen kannalta hyväksi monella tavalla. Niiden juuristo on vahvempi ja haihduttava vaikutus suurempi. Suurin osa peltoliikenteestä tapahtuu kesällä ja syksyllä, jolloin pohjamaa on usein kuivempi kuin keväällä. Keväällä liikenne rajoittuu lannoituksiin ja kasvinsuojeluun, jotka suoritetaan aina samoja raiteita pitkin. Säättösalaajitetulla alueella on usein mahdollista pitää säätö kiinni koko kevään ajan, ja näin säästää vettä alkukesän kuivia jaksoja varten.

Maan rakennetta ja salaojituksen toimintaa ylläpitäviä asioita:

- Riittävän suuri rengastus sekä matalat rengaspaineet
- Peltoliikenteen suunnittelu
- Monipuolinen viljelykierto
- Ympärivuotinen kasvipeitteisyys
- Syväjuuriset ja monivuotiset kasvit
- pH ja kationitasapaino (Ca-Mg – suhde)
- Kevennetty muokkaus ja suorakylvö
- Lohkojen yhdistäminen ja muotoilu

2 Säätosalaojitus ja ympäristö

Monet viljelysmaan kasvukuntoon liittyvistä toimenpiteistä ovat samanaikaisesti hyödyllisiä sekä viljeltävyydelle, satoisuudelle että ympäristölle. Näin on useimmiten myös salaojituksen yhteydessä. Happamat sulfaattimaat ja turvemaa-otat ovat kuitenkin erityiskysymys. Happamat sulfaattimaat voivat aiheuttaa happamia valumia vesistöihin. Turvemaiden kuivatus puo-

*lestaan nopeuttaa turpeen hajoamista, mistä aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä, ravinnehuuhtoumia, maan ominaisuuksien muuttumista sekä pellon pinnan painumista. Pellon pinnan painuminen pienentää kuivavaraa ja lyhentää salaojituksen toimintaikää. Näitä haittavai-
kutuksia pystytään tehokkaasti pienentämään säätosalaojituksella.*

2.1 Vesistökuormituksen vähentäminen

Suomen ilmastossa sadanta on suurempaa kuin haihdunta, ja suurin osa Suomesta kuuluu boreaaliseen kasvillisuusvyöhykkeeseen. Sadannan ja haihdunnan erotus poistuu maasta joko pinta-, pintakerros-, pohjavesi-, tai peltojen osalta myös salaojavaluntana (kuva 2). Maassa olevaan veteen liukenee ravinteita, jotka kulkeutuvat valunnan

mukana pois pellolta. Vesi ottaa mukaansa lisäksi kiintoainesta, johon on pidättynyt ravinteita, etenkin fosforia. Yhdessä liukoiset ja kiintoainesvalumat muodostavat vesistöihin ravinnekuormitusta.

Salaojavalunnan ravinnekuormitukseen vaikuttaa salaojaveden ravinnepitoisuus ja valunnan määrä. Säätosalaojitus pienentää valunnan



Kuva 23. Säätosalaojituksella on mahdollista pienentää ravinnepäästöjä vesistöihin merkittävästi. Kuva: Liisa Hämäläinen.

määrää, ja tämän myötä ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin useimmiten pienenee. Säättösalaajitus vaikuttaa myös kasvien ravinteiden ottoon parantamalla veden, ja samalla liukoisten ravinteiden saatavuutta. Toimiva kuivatus mahdollistaa tasaisen sadontuoton, jolloin peltomaan ravinnetase paranee, ja huuhtoutumisalttiiden ravinteiden määrä maassa vähenee.

Ensimmäiset tutkimukset aiheesta tehtiin Yhdysvalloissa 1970-luvulla (Evans ym. 1995a). Tulokset olivat lupaavia, ja myöhemmissä kokeissa säättösalaajituksen havaittiin pienentävän kokonaistypen valuntaa 45 %, kun fosforivalumat pienivät samanaikaisesti 35 % (Evans ym. 1995b). Toisessa kokeessa havaittiin 45 % väheneminen nitraattitypen huuhtoumassa (Fausey ym. 2004).

Kivennäismaista tehtyjen simulaatioiden mukaan Suomessa olisi mahdollista saada vastaavaa suuruusluokkaa olevia päästövähennyksiä (Friman 2003). Käytännön mittauksia on suomalaisilla kivennäismailla kuitenkin tehty vähän. Ruotsissa suoritetussa kokeessa (Wesström ym. 2014) sekä kokonaistyyppi- että -fosforipäästöt olivat noin 40 % pienemmät kuin tavanomaisesti ojitetulla loholla. Wesström ym. 2014 toteavat,

että säättösalaajituksella vaikuttaa olevan potentiaalia sekä vesistö päästöjen pienentämisessä että viljelytehokkuuden parantamisessa suurempien satojen ja ravinteiden käytön tehostumisen myötä.

Yli-Halla ym. (2020) tutkivat Söderfjärdenin koealueella Vaasassa happamien sulfaattimaiden tyyppipäästöjä. Alueen pohjamaassa on suuri mineralisoituneen typen varasto. Tutkimuksessa verrattiin tavanomaisen, säättösalaajitetun sekä salaajakastelun alueen vesistö- ja ilmastopäästöjä toisiinsa. Mittausten mukaan typen vesistöhuuhtoumat olivat säättösalaajitetulla alueella hieman suuremmat kuin tavanomaisessa ojituksessa tai saman kokeen salaajakastelun alueella. Tämä tulos poikkeaa ei-happamilla kivennäismailla tehdyistä kokeista, mutta kirjoittajien mukaan säättösalaajitetun alueen valunta oli jatkuvasti muita alueita suurempaa, joten tulos selittyy alueen hydrologialla eikä välttämättä vesienhallintaratkaisulla. Happamien sulfaattimaiden säättösalaajituksella saavutetaan kuitenkin hyötyjä mm. happaman valunnan sekä raskasmetallipäästöjen vähentämisessä sekä suurempien hehtaarisatojen muodossa.

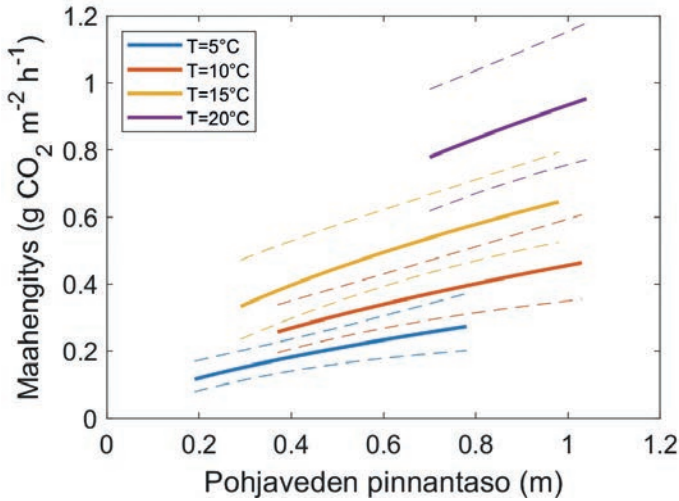
2.2 Kasvihuonekaasupäästöjen ehkäisy turvemaalla

Turvemaiden vedenpidätyskyky on suuri ja ne ovat tyypillisesti erittäin poudankestäviä, joten alueiden vesitalouden hallinta on perinteisesti keskittynyt tehokkaaseen kuivatukseen. Kuivatettujen turvemaiden hajoamisesta syntyvät ilmastopäästöt ovat kuitenkin merkittävät, ja niiden rajoittamiseen on etsitty erilaisia keinoja. Turvemaita on käsitelty laajemmin Luoko ry:n julkaisussa Turvemaiden moninaiset merkitykset (2024).

Orgaanisen aineksen hajoaminen on yksi maaperän perusprosesseista, joissa maan mikrobisto käyttää kasvintähteitä ravinnokseen. Eliöiden soluhengityksen yhteydessä syntyy hiilidioksidiä, joka vapautuu maaperästä ilmakehään. Turve-

maalla orgaanista ainesta on paljon, joten hajottavaa mikrobitoimintaakin on runsaasti. Kun maa kuivatetaan ja paksumman maakerroksen olot muuttuvat hapellisiksi, eliöstön elinolot paranevat, ja turpeen hajoaminen nopeutuu.

Eräs mahdollisista keinoista kasvihuonekaasupäästöjen ehkäisyssä on turvepeltojen kuivatuksen hallinta säättösalaajituksen avulla. Kun kuivatussyvyyttä pienennetään padotuksen avulla, pysyy suurempi osa turpeesta veden alla kasvukauden aikana, ja orgaanisen aineksen hajoaminen hidastuu merkittävästi hapen puutteen takia. Aihetta tutkitaan tällä hetkellä useissa kokeissa, ja tulokset ovat lupaavia. Esimerkiksi Vesihiisi-hankkeen (Heikkinen ym. 2024) yhteydessä



Kuva 24. Hiilidioksidipäästöt ovat sitä suuremmat, mitä syvemmällä pohjavedenpinta on ja mitä korkeampi maan lämpötila (T) on. Kosteus mitattu 15 cm syvyydestä, katkoviivat kertovat 95 prosentin luottamusvälin. (Heikkinen ym. 2024).

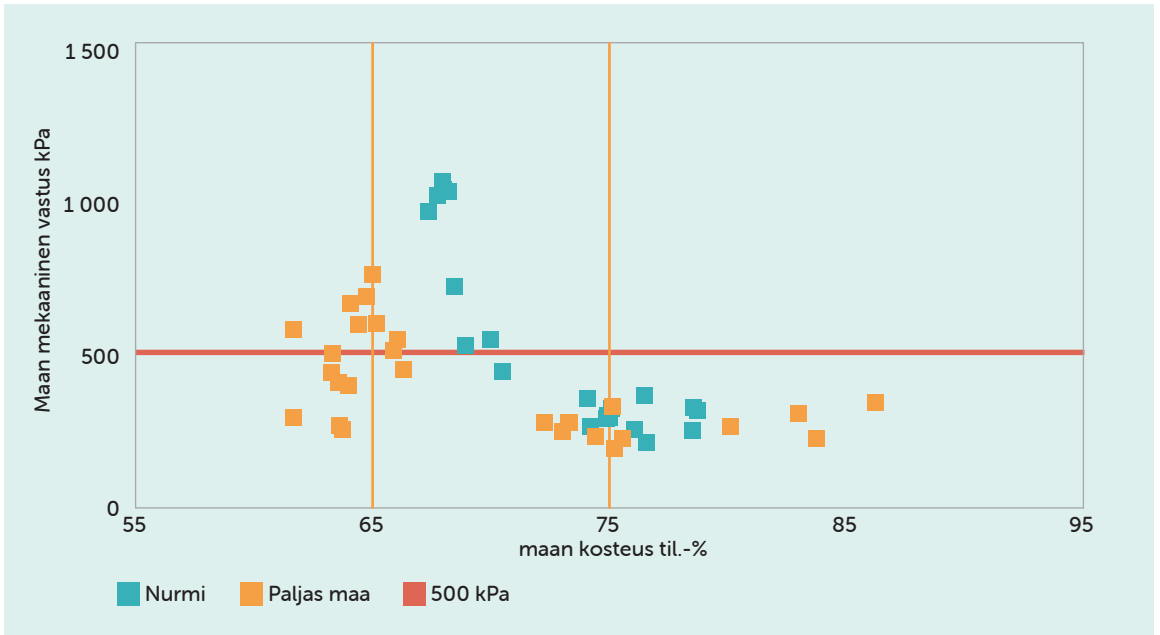
mitattiin 40 % vähennys kasvihuonekaasupäästöissä, jos pohjaveden pinta nostettiin säätösalaajituksella 80 cm:stä 30 cm:iin maan pinnasta. Toisessa tutkimuksessa Regina (nyk. Lång) ym. (2014) toteavat, että jos kasvihuonekaasupäästöt pienenisivät kaikissa kohteissa varovaisen arvion mukaan 25 %, turvemaiden säätösalaajituksella olisi mahdollista pienentää Suomen päästöjä 600 000 tonnia CO₂-ekvivalenttia vuodessa, mikä tarkoittaisi 0,8 % Suomen kokonaispäästöistä vuoden 2013 tasolla.

Viljeltävyyden kannalta säätösalaajitus ei ole ongelmatonta. Maaperän kantavuus heikentyy, kun sen kosteus nousee. Säätösalaajituksessa maapysyy pintaan asti hyvin kosteana, joten ongelmana on heikentynyt kantavuus, kun vedenpinta nostetaan ylös. Maaperän kuivuminen kylvökuntoon keväällä myös hidastuu. Pitkälle maatuoneilla turvealueilla puolestaan veden liikkeet ovat niin hitaita, että säätö on haasteellista. Aiheesta on meneillään tutkimuksia sekä käytännön viljelykokeita eri puolilla Suomea.

Pohjaveden korkeus vaikuttaa pellon viljelykelpoisuuteen säätösalaajituksessa. Mitä korkeammalla pohjaveden pinta on, sen heikompi maan kantavuus on (kuva 25). Opasta varten haastatellut viljelijät kertoivat, että viljelytoi-

met pellolla ovat useimmiten mahdollisia, kun pohjaveden taso on korkeintaan 40 cm maan pinnasta. Tämä edellyttää lisäksi, että edellisinä päivinä ei ole ollut sateita, jotka heikentävät pintamaan lujuuutta. Peltomaan kantavuus on kuitenkin aina tapauskohtaista, ja siihen vaikuttaa senhetkinen viljelytilanne. Monivuotinen nurmi kantaa yleensä koneita hyvin, ja vastaavasti yksivuotisten kasvien jälkeen pellon kantavuus on heikompi.

Sadontuoton kannalta optimaalinen pohjaveden pinnan syvyys turvemaiden nurmiviljelyssä on 60–70 cm maan pinnasta (Berglund 1995). Tällöin kasvin juurilla on kasvun kannalta riittävä ilmalla sateidenkin yhteydessä. Mouhijärvellä tehdyssä kenttäkokeessa verrattiin kasvukauden keskimääräistä pohjavedenkorkeutta viljasadon määrään ja todettiin, että sadot olivat hyviä jo melko määrässäkin maassa mutta paranivat pohjaveden laskiessa kohti 60 cm:n syvyyttä (Myllys 2019). Pohjaveden pinnan nostaminen 30 senttimetriin maan pinnasta voisi siis pellon tuottavuuden kannalta olla haitallista. Usein ympäristörajoitukset vaativat lannan levitystä varten rehuntuotantoa suuremman pinta-alan, jolloin Reginan ym. (2014) mukaan pienentynyt sato ei muodostuisi jokaisessa tapauksessa ongelmaksi.



Kuva 25. Nurmen juuristo parantaa maan kantavuutta, ja nurmea voidaan viljellä kosteampana kuin esim. viljaa. Kantavuuden on todettu olevan riittävä tyypillisille työkoneille, kun maan mekaaninen vastus on vähintään 500 kPa (Myllyly ym. 2019).

Erityisen kuivina kasvukausina säätösalaajitetun alueen korkeamman vedenpinnan on havaittu parantavan satoja tavanomaiseen ojitukseen verrattuna (Myllyly 2019). On kuitenkin huomattava, että näissä tilanteissa pohjaveden pinta ei käytännössä pysy tavoitetasossa, vaan voi laskea salaajasyvyteen tai sen alapuolelle.

Vaikka turvemaiden kuivatus on viljelyn kannalta välttämätöntä, sen aiheuttaman maan painumisen sekä turpeen hajoamisen takia sen teho heikkenee ajan mittaan. Turve on erittäin huokoinen maalaji, ja kun se kuivatetaan, vapautuu maan huokosista suuri vesimäärä. Turve, joka on luonnontilassa aina ollut vedellä kyllästynyt, painuu, kun veden rakennetta kannatteleva vaikutus poistuu. Tämä pienentää maan tilavuutta ja aiheuttaa osaltaan maan painumista. Turpeen hajoatessa huokoskoko pienenee ja vedenjohtavuus heikkenee. Pitkälle hajonnut turve on todella vaikea kuivatettava. Joskus alueen kuivattaminen salaajin on käytännössä mahdotonta, ja kuivuminen on haihdunnan varassa. Suurten avo-ojitettujen suoalueiden nurmiviljely voi olla varsin

tehokasta, joten salaajitus ei aina ole välttämättömyyden viljelyn onnistumiselle. Turvemaille kehitetty suursarka-menetelmä voi olla ratkaisu tilanteisiin, joissa perinteinen salaajitus ei toimi riittävän tehokkaasti (Peltomaa ja Saavalainen 1990).

Turpeen hajoaminen hapettomissa olosuhteissa pohjavesipinnan alapuolella on hidasta, joten pohjaveden nostamisella voidaan ehkäistä myös maan painumista. Maan kuivumisen aiheuttama kutistuminen tapahtuu pääasiassa kuivatetussa osassa maata: Kun vesi lähtee huokosten välistä pois, pääsevät partikkelit lähemmäksi toisiaan ja maa painuu kutistuessaan. Tämä lisää tiivistymistä maataloustyökoneiden painon alla. Tätä kehitystä voidaan hidastaa säätösalaajituksella ja näin lisätä salaajituksen toiminta-aikaa. Maan painuessa voi säätötasoa tarvittaessa madaltaa, jolloin kuivavara pysyy riittävänä. Rengerin ym. (2002) mukaan metrin paksuisen saraturvekeroksen elinikä voidaan nostaa 130 vuodesta 500 vuoteen, kun pohjaveden pintaa nostetaan 70 cm:stä 30 cm:iin.

2.2.1 Esimerkkitapaus 1: Turvemaan säätösalojituskoje Jokioisilla

Minna Mäkelä (toim.) ja Merja Mylly

Jokioisten koekentän tuloksia on julkaistu alun perin *Vesitalous-lehdessä* vuonna 2025. Kentällä tutkitaan monipuolisesti säätösalojituksen vaikutuksia turvepellon vesistö- sekä ilmastopäästöihin sekä käytännön viljeltävyyteen. Tähänastiset tulokset ovat olleet lupaavia, ja tutkimuksia jatketaan edelleen.

Koekenttä

Jokioisten koekenttä sijaitsee yksityisomistuksessa olevalla saraturvepellolla, jota on viljelty 1950-luvulta ja salaojitettu vuonna 1967. Koe perustettiin vuonna 2020, kun pellon salaojitus oli uudestaan ajankohtaista. Alueelle rakennettiin 12 erillistä, noin 0,5 hehtaarin suuruista koeruutua. Alue jakautuu kahteen paksaturpeiseen (100–150 cm) ja yhteen ohutturpeiseen (40–60 cm) osa-alueeseen. Kaikilla ruuduilla on oma salaojitus, ja puolet ruuduista on varustettu säätösala-

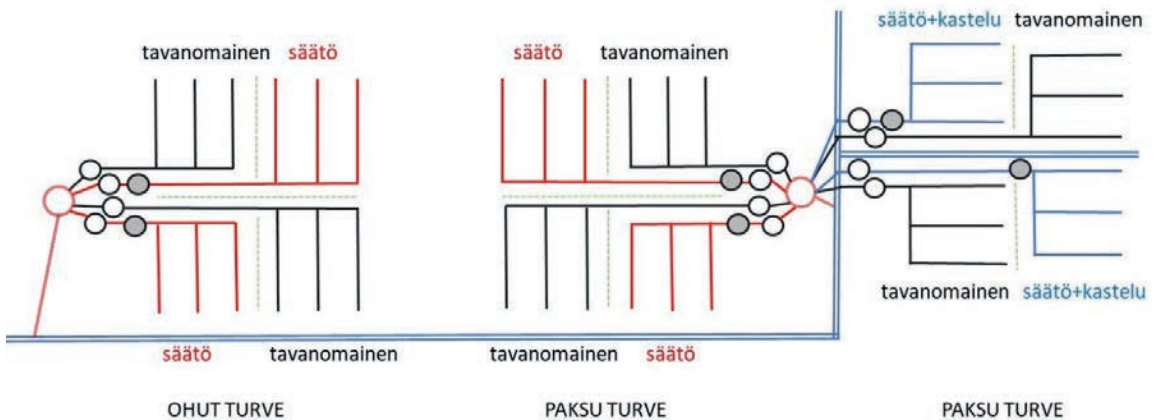
ojituksella. Toisella paksaturpeisella alueella oli lisäksi mahdollisuus salaojakasteluun.

Koeruudut erotettiin toisistaan pohjamaahan ulottuvalla eristemuovilla veden kulkeutumisen estämiseksi ruudulta toiselle. Turve on keskinertaisesti maatonutua, salaojasyvyydellä maatonempaa, ja sen alla on aitosavea. Salaojien kuivatussyvyys on 110–130 cm, ja padotuskorkeus säätöruuduilla 30 cm maanpinnan alapuolella.

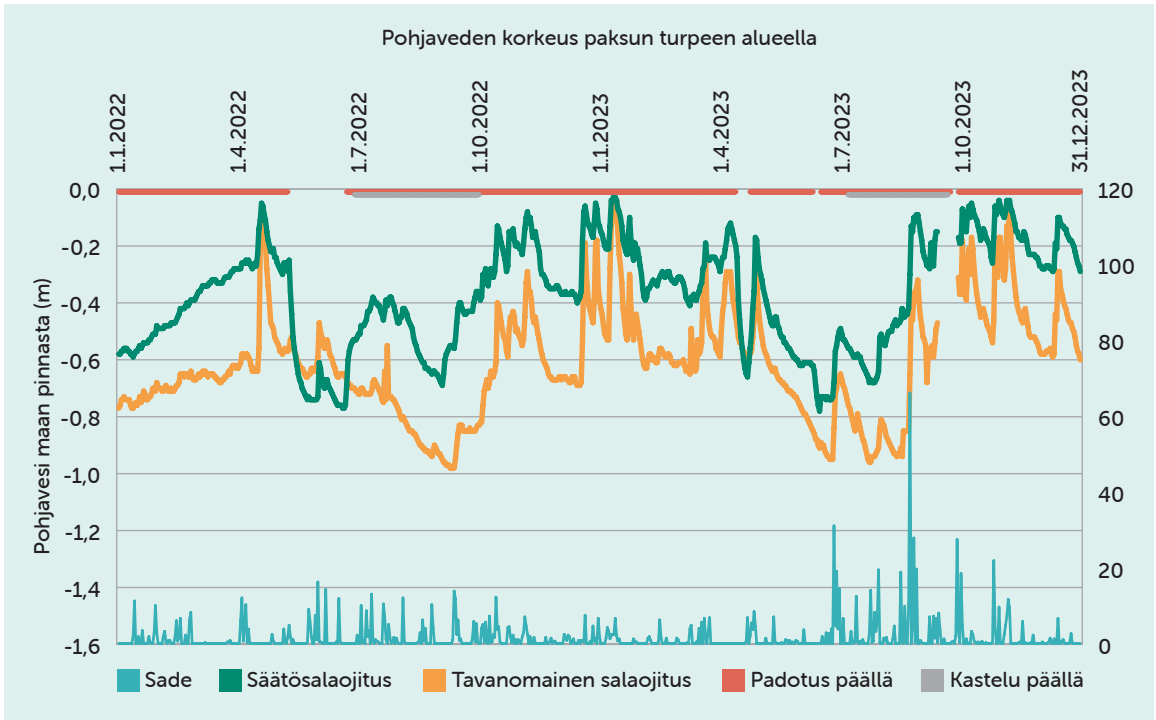
Kentällä viljeltiin monivuotista nurmea, ja mittauksia tehtiin ympärivuotisesti. Seurattavia asioita olivat muun muassa salaojavalunnan määrä ja ravinnepitoisuudet, kasvihuonekaasupäästöt, pohjaveden korkeus, maan kosteus ja lämpötila sekä sadot.

Padotuksen toimivuus ja vaikutukset hydrologiaan

Säätökaivojen sulut avattiin ennen viljelytoimia pellon kantavuuden varmistamiseksi. Padotus vähensi salaojavaluntaa noin kolmasosaan verrattuna tavanomaiseen salaojitukseen. Pohjavedenpinta seurasi voimakkaasti sääoloja eikä pysynyt padotuskorkeudessa, mutta padotus piti pohjavettä keskimäärin 1–30 cm korkeammalla



Kuva 26. Tutkimushankkeen koekentän periaatekuva. Kentällä on 12 noin 0,5 hehtaarin suuruista koeruutua, joissa jokaisessa on kahdeksan salaojaa. Harmaat ympyrät ovat säätökaivoja, valkoiset mittakaivoja ja punaiset pumppaamoja, joiden avulla varmistettiin virtaamamittauksen onnistuminen. Ruutujen välissä oli pohjamaahan ulottuva eristemuovi estämässä veden virtausta ruudulta toiselle.



Kuva 27. Pohjaveden syvyyden vaihtelu ja sademäärät syvän turpeen alueella kahden tutkimusvuoden aikana tavanomaisesti ojitetuilla ja säätosalaajitetuilla koeruuduilla. Tällä alueella padotuksen vaikutus oli selvin. Alueella oli mahdollisuus myös salaajakasteluun, mutta sitä käytettiin kuitenkin vain lyhyinä ajanjaksoina.

kuin tavanomaisessa salaajituksessa. Ohutturpeisella alueella ero jäi pienemmäksi kuin paksurpeisella. Märkinä jaksoina pohjavesi nousi lähelle maan pintaa, mutta kuivina aikoina se laskee lähelle salaajasyyvyyttä.

Kentän hydrologia osoittautui olevan vahvasti yhteydessä ympäristöön, mikä vaikuttaa padotuksen onnistumiseen ja pohjavedenpinnan käyttäytymiseen. Erityisesti ohutturpeiselle alueelle virtasi paljon vettä ympäristöstä.

Säätökaivojen sulkujen avaaminen johti pohjaveden nopeaan laskuun tavanomaisen salaajituksen tasolle. Tämä kertoo, että hyvin vettä läpäisevässä turpeessa sulkua ei tarvitse avata kuin muutama päivä ennen viljelytoimia. Pohjavedenpinnan nostaminen sulkujen sulkemisen jälkeen oli haastavampaa ja riippui sadannasta, haihdunnasta ja pellolle ympäristöstä valuvan veden määrästä.

Salaajakastelu auttoi pitämään pohjavettä hiekan korkeammalla, mutta pumppuongelmat rajoittivat sen käyttöä. Kokonaisuutena padotuksen onnistuminen riippui selvästi pellon ja sen ympäristön hydrologiasta.

Vaikutukset ravinnehuhtoumiin

Valumaveden ravinnepitoisuudet eivät eronneet merkittävästi säätosalaajitettujen ja tavanomaisesti ojitettujen ruutujen välillä. Sen sijaan turpeen paksuus oli ratkaisevaa; paksurpeisen alueen valumavedet olivat selvästi ravinteikkaampia erityisesti typen osalta.

Koska padotus vähensi valuntaa noin kolmannekseen, vähenivät myös ravinnekuormitukset likimain saman verran. Typen kohdalla tämä riippuvuus oli selvin, mutta fosforissa vaihtelu oli suurempaa.

Tulokset osoittavat, että paksaturpeiset pellot ovat kriittisiä ravinnehuuhtoumien vähentämisen kannalta, ja niiden valunnan vähentäminen tuottaa selkeimmät ympäristöhödyt.

Kasvihuonekaasupäästöt

Tähän mennessä kentältä on julkaistu automaattikammioilla paksaturpeiselta alueelta sulan maan aikaan tehtyjen kasvihuonekaasumittausten tulokset. Suurin osa hiilidioksidipäästöistä syntyi keskikesällä, kun pohjavesi oli alhaalla ja maa lämpimimmillään. Maaperästä vapautui hiiltä keskimäärin 5890 kg/ha kasvukauden aikana.

Mallilaskelmien mukaan pohjavedenpinnan nostaminen 80 cm:stä 30 cm:iin voisi vähentää vuosittaisia hiilipäästöjä jopa 40 prosenttia. Käytännössä päästövähennelmä jäi kuitenkin 23 prosenttiin, koska padotus nosti pohjavettä mitausalueella vain noin 10 cm.

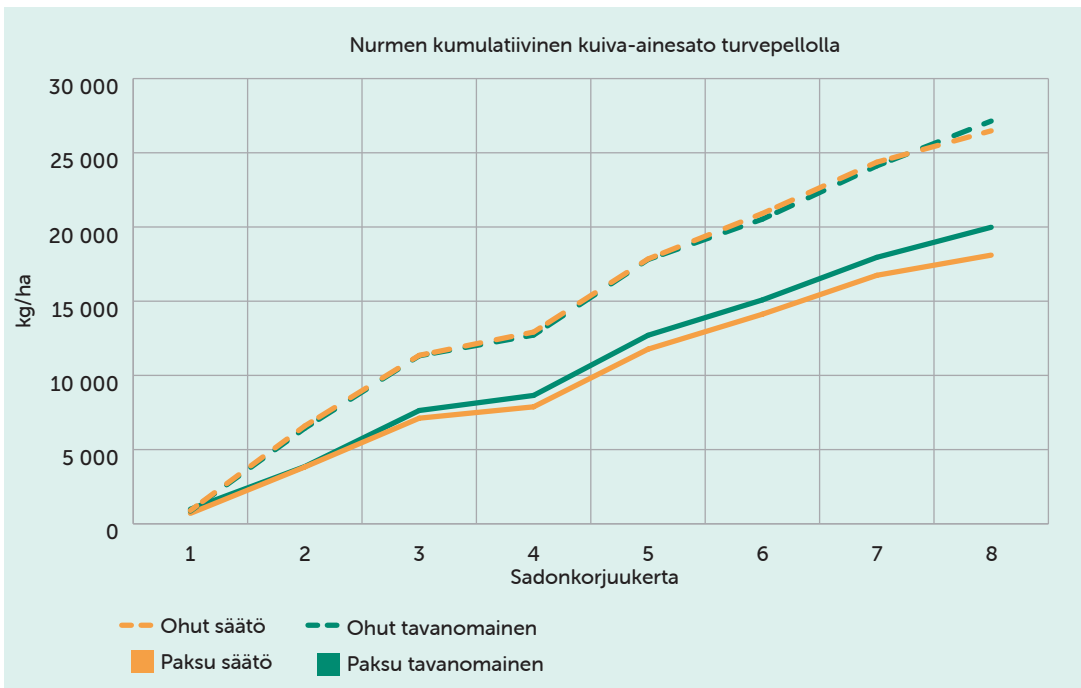
Metaania syntyi vain hetkellisesti, kun maa oli hyvin märkä ja pohjavesi lähellä pintaa. Muuten maaperä toimi metaanin nieluna. Kokonais-

ilmastovaikutuksissa hiilidioksidi oli selvästi hallitseva kaasu.

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen haasteena on se, että päästöjä tulisi hillitä juuri keskikesällä, jolloin haihdunta on suurinta ja pohjaveden taso luonnollisesti alhainen. Tämä tekee padotuksen tehokkaasta ajoittamisesta erityisen tärkeää.

Vaikutukset viljelyyn ja satoihin

Padotuksen vaikutus maan pinnan kosteuteen ja kantavuuteen oli pieni. Maanpinnan kosteus riippui enemmän säätilasta kuin pohjaveden korkeudesta. Märkinä aikoina kantavuus oli luonnollisesti huonompi kuin kuivempina aikoina, mutta kantavuus oli kaikilla koeruu- duilla riittävä normaalien viljelytoimien suorittamiseen muulloin paitsi märimpinä aikoina. Tutkimuksen aikana havaittiinkin, ettei sääto- kaivojen sulkua tarvinnut avata rutiininomaisesti ennen viljelytoimia, vaan ainoastaan märissä oloissa.



Kuva 28. Kumulatiiviset kuiva-ainesadot ohuen ja paksun turpeen alueella padotetuilla ja tavanomaisesti salaojitetuilla ruuduilla kahdeksalla sadonkorjuukerralla.

Satoihin padotus ei vaikuttanut merkittävästi. Tavanomaisesti ojitetut ja säätösalojitetut ruudut tuottivat yleensä yhtä suuret kuiva-ainesadot, mutta tavallista märempinä kasvukausina padotus pienensi satoja hieman. Maaperän paksuudella oli suurempi vaikutus; ohutturpeinen alue tuotti parempia satoja, mikä voi johtua esimerkiksi kivennäismaasta saatavista ravinteista.

2.2.2 Esimerkkitapaus 2: Säätösalojitus aurinkopuistoissa

Teksti: Markus Sikkilä

Aurinkopuiston vesienhallinnassa tarvitaan usein hyvää kuivatusta sekä vesistö- ja ympäristöhaittojen ehkäisyä. Salaojituksen tarkka suunnittelu aurinkopuistohankkeissa on erityisen

tärkeää, jotta puiston kuivatuksesta tulee riittävä ja rakentamisen seuraavat vaiheet onnistuvat kustannustehokkaasti. Aurinkopuiston kuivatuksen tarve on hyvin riippuvaista kohteesta ja sen ominaisuuksista. Näitä ominaisuuksia ovat mm. maalaji, maan kaltevuus, alueen vanhat kuivatusjärjestelyt sekä puistossa käytettävät rakenteet.

Useita aurinkopuistoja on viime vuosina luvitettu ja rakennettu turvetuotantoalueille. Vanhoilla turvetuotantoalueilla on usein monia ongelmia kuivatuksen järjestämisessä. Maanpinnat ovat laskeneet turpeen noston yhteydessä ja sarkaojat sekä laskuojat ovat riittämättömän syviä riittävän kuivatuksen aikaansaamiseksi. Turvetuotantoalueen vanhat ojitusjärjestelyt, kuten ojasuunnat, ovat paneelirivien suuntaukseen nähden yleensä väärään suuntaisia ja kuivatus on järjestettävä uudelleen.

Entisillä turvetuotantoalueilla turpeen nosto on ollut ympäristöluvan mukaista toimintaa,



Kuva 29. Lapualla sijaitseva Heininnevan aurinkopuisto on rakennettu entiselle turvetuotantoalueelle. Säätösalojitus on välttämätöntä alueen sulfaattipitoisen pohjamaan vuoksi. Se mahdollistaa lisäksi alueen pitämisen märkänä, vaikka tilapäinen kuivatus esimerkiksi huoltotöitä varten on mahdollista. Kuva: EPV Aurinkovoima Oy.

jossa vesiensuojelurakenteita ja toimenpiteitä on tehty, jotta tuotannon aikaiset vesistövaikutukset on saatu hallintaan. Säätosalaojituksella on mahdollista järjestää rakentamisen sekä huoltotöiden aikainen riittävän tehokas kuivatus ja toisaalta hoitaa myös ympäristöhaittojen ehkäisy, kun veden pinta pysyy suurimman osan ajasta korkealla. Padotuksella voidaan pienentää happamien valumien määrää ja lisäksi korkea pohjavedenpinta hidastaa turpeen hajoamista sekä näin ollen kasvihuonekaasujen vapautumista ja maan painumista.

Säätosalaojituksen mitoituksessa aurinkopuistoihin käytetään suurempaa mitoitusvalumaa. Tavallisen peltokohteen 1 l/s/ha arvosta käytetään liki kaksinkertaista mitoitusta 1,3–2,0 l/s/ha riip-

puen maaperän ominaisuuksista, kuten ruosteisuus, turvepaksuus ja pohjamaan vetisyys, sekä aurinkopuiston että putkiston tuleva toimintaikä. Ojastoihin otetaan yleensä pinta- ja hulevesiä sisään myös pintavesi- ja niskakaivoilla, sillä tasaiset isot alueet voivat tulvia herkästi ilman suoria veden poistumisreittejä.

Salaojituksen rakenteeseen, ojasuuntiin ja paikkoihin vaikuttaa tulevien aurinkopaneelitelineiden perustamistapa. Perustukset tehdään yleensä ruuvi- tai lyöntipaaluilla, jolloin salaojat pitää suunnitella pois paneelitelineiden kohdasta paneelirivien väleihin. Toinen käytetty perustamistapa on maaperustus, käytännössä betonipilari, jolloin salaojat voidaan sijoittaa vapaasti ilman ojituksen jälkeistä rikkoutumisvaaraa.

2.3 Happamat sulfaattimaat

Happamat sulfaattimaat ovat useimmiten entisen Litorinameren alueen sulfidipitoisiin maihin syntyneitä maannostumia, joissa sulfidikerros on päässyt kosketuksiin hapen kanssa. Rautasulfidien hapettuessa ne muuntuvat rautaoksidiksi (ruosteeksi) sekä rikkihapoksi. Litorinameri ulottui 20 metristä yli sadan metrin korkeudelle nykyisestä merenpinnasta, ollen matalimmillaan Kaakkois-Suomessa ja korkeimmillaan Peräpohjolassa (Åberg 2013). Tämän vuoksi happamia sulfaattimaita esiintyy lähinnä Suomen rannikkoalueilla (<https://gtkdata.gtk.fi/hasu/>). Sisämaassa happamat sulfaattimaat ovat harvinaisia, mutta niitä voi esiintyä esimerkiksi mustaliuskealueilla.

Happamat sulfaattimaat tuottavat happamuutta ja metallipäästöjä ojituksen yhteydessä, kun pohjaveden laskun seurauksena maaperässä olevat sulfidit pääsevät kosketuksiin ilman hapen kanssa ja tuottavat rikkihappoa, joka liuottaa maasta rautaa ja muita metalleja. Liuennut rauta muodostaa hapettuessaan puolestaan rautaoksideja, jotka näkyvät punaruskeana värinä maassa. Happamien sulfaattimaiden hapettuneissa kerroksissa pH voi alimmillaan olla jopa 2–3.

Luokituskriteerinä on, että pH on pienempi kuin 4 mineraalimaissa ja pienempi kuin 3 turvemaisissa (Boman ym. 2023).

Happamien sulfaattimaiden kuivatusvesien mukana vesistöön pääsee runsaasti happamia valumia sekä myrkyllisiä metalleja, koska erittäin happamissa olosuhteissa metallien liukoisuus veteen lisääntyy (Sundström ym. 2002, Virtanen 2015). Erityisen kuivien jaksojen jälkeiset runsaat sateet ovat aiheuttaneet hapanta ja metallipitoista valuntaa ja jopa kalakuolemia. Kalakuolemia on raportoitu jo 1800-luvulla, mutta ne yleistyivät 1960-luvulla (Sutela ym. 2012). Lisäksi happamat sulfaattimaat ovat isoja kasvihuonekaasupäästöjen lähteitä (Yli-Halla ym. 2020).

Vaikka happamien sulfaattimaiden ojitus lisää sulfidien hapettumista ja hapon muodostusta, pitkään ojitettuna olleiden viljelymaiden kivennäismaalaji määrää maan hapettumista enemmän kuin avo- ja salaojituksen (ojitustavan) erot: hieta- ja hiesumaat hapettuvat nopeammin kuin savimaat, mutta sulfidin pelkistymistä vastaavan hapettumistilan (hapetus-pelkistyspotentiaali) syvyys oli avo- ja salaojitetuissa hiesumaissa samankaltainen, vaikka keskimäärin avo-aji-



Kuva 30. Happamilla sulfaattimailla muodostuva ruoste saostuu salaojaputkiin, ja ajan myötä saattaa tukkia ne kokonaan. Tämä on merkittävin salaojituksen toimintaan liittyvä ongelma ns. ruoste-alueilla. Säättösalaajituksen avulla ruosteen saostumista voi hidastaa, joten ympäristöhyötyjen lisäksi säättösalaajitus parantaa ojaston toimintavarmuutta ja pidentää käyttöikää.

tettujen maiden ojasyyvyys (0,6 m) oli selvästi salaojitusyyvyttä (1,0 m) pienempi (Virtanen ym. 2017).

Säättösalaajituksella ja/tai säättökastelulla happamien sulfaattimaiden pohjaveden pintaa voidaan pitää korkeammalla ja siten hidastaa sulfidien ja raudan hapettumista ja tästä johtuvaa hapontuottoa (Österholm ym. 2015, Virtanen ym. 2015). Tämä voi vähentää merkittävästi happamien sulfaattimaiden happo- ja metallipäästöjä vesistöihin sekä ruosteen saostumista salaojaputkiin. Pohjaveden pinnan nosto säättöojituksella edellyttää kuitenkin sitä, että veden horisontaalinen virtaus pellolta valtaojaan on estetty ja että sadanta tai sadetus on riittävän suurta mahdollistamaan pohjaveden pinnan asettumisen padotuskorkeuteen. Pelkkä säättöojitus ei tähän yleensä riitä, vaan pohjaveden pinta laskee

kuivina aikoina padotuskorkeuden alapuolelle.

Jos kasteluvettä on tarjolla riittävästi, vettä voidaan pumpata ojaston säättökaivoon ja nostaa pohjaveden pintaa ja ylläpitää sitä salaojakastelulla. Pohjaveden pinnan nostolla voidaan tehokkaasti estää pohjaveden pinnan alapuolella olevien maakerrosten sisältämien sulfidien hapettuminen, mutta tämä ei yksistään riitä aiheuttamaan maassa olevien sulfaattien pelkistymistä takaisin sulfideiksi (Virtanen 2015). Pohjaveden pinnan nosto lisää kuitenkin todennäköisesti kapillaarisen veden nousun mukana pintamaahan kulkeutuvaa happamuutta ja kasvattaa näin kalkitustarvetta (Österholm ym. 2015). Toisaalta pohjaveden pinnan nosto ei välttämättä vähennä tehokkaasti kasvihuonekaasu N_2O :n päästöjä eikä typen huuhtoutumista happamilta sulfaattimailta (Yli-Halla ym. 2020).

3 Säätosalaoituksen käyttö

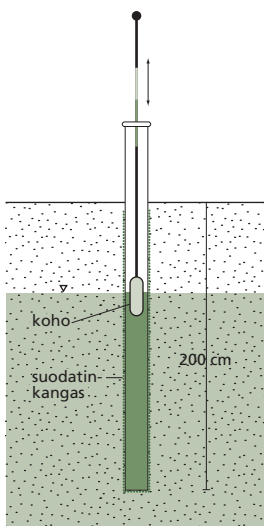
Säätosalaoituksen peruslähtökohtana on välttää kuivattamasta maata enempää kuin on tarpeellista. Jokainen pelto ja viljelytapa on erilainen, joten kaikkiin tilanteisiin soveltuvaa ohjetta ei ole mahdollista antaa. Sopivaan käyttötapaan vai-

uttaa pellon maalaji, kasvukunto, peltoliikenteen aiheuttama tiivistymisstressi, viljelykierto sekä useat muut tekijät. Tässä luvussa pyritään lyhyesti avaamaan säätosalaoituksen käyttöön vaikuttavia tekijöitä.

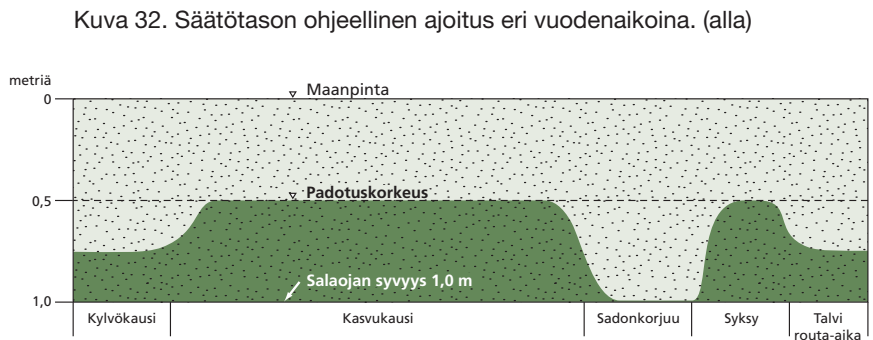
3.1 Yleisperiaatteet

Säätosalaoituksen yleisperiaatteena on, että padotus pyritään pitämään suuren osan vuodesta päällä, ja sulut avataan vain tarvittaessa pelto-öitä tai erityisen suuria sateita varten. Keväällä, jos kaivon säätoluukku on avattuna pitkiä aikoja, pääsee pelto kuivamaan aina salaojasyvyyttä myöten vapaasti. Kun säätoluukku tämän jälkeen suljetaan, ei ojaan kukaan ilmesty vettä tyhjästä, vaan se edellyttää sadetta tai sitä, että pellolle suotautuu vettä pohjavesivaluntana ympäristöstä. Kun alkukesä on usein vuoden kuivin aika ja silloin esiintyy sadannan vajeusta, saattaa pellon suuriin huokosiin varastoitunut vesi jäädä kasveille käyttämättä, kun vesi onkin valunut jo pellolta ulos.

Viljelijähaastatteluissa ja kenttäkokeissa on käynyt ilmi, että padotuksen voi pitää päällä ympäri vuoden, myös peltotöiden aikana. Kanta- vuus on ollut riittävä nurmen kevätlannoitukselle myös turvepelloilla. Säätoluukkujen ympärivuotisen kiinni pitämisen voi mahdollistaa esimerkiksi syyskylvöisten viljakasvien viljely. Tämä säästää vettä ja ympäristöä sekä pienentää säätoluukkujen avaamiseen ja sulkemiseen liittyvää työmäärää. Kun säätoluukku on kiinni, säätosalaoitus toimii likimäärin samalla tavalla kuin matalampaan tehty tavanomainen salaoitus. Jos padotuskorkeus on esimerkiksi 50 cm maan pinnasta, kuivuu pelto tähän 50 cm tasoon normaalisti, ja juuristo saa kasvulleen tarvitsemaansa happea.



Kuva 31. Pohjaveden pintaa voi tarkkailla esimerkiksi kuvan mukaisella pohjavesiputkella. (vas.)



Kuva 32. Säätotason ohjeellinen ajoitus eri vuodenaikoina. (alla)

3.2 Säädön etäohjaus

Säätömekanismeja on teknisesti mahdollista käyttää myös etäohjatuksi, mikä mahdollistaa säätötoimenpiteiden tekemisen keskitetysti yhdestä paikasta. Koska kaivon sulkumekanismia voi olla hyvä säätää useita kertoja vuodessa ja kaivot ovat hajallaan jopa kymmenien kilometrien säteellä, voi työssä säästetty aika olla merkittävä. Lisäarvoa ajansäästölle tuo se, että säätötoimenpiteet tulee tehdä muutoinkin kiireisinä ajanjaksoina, kuten kevätkylvöjen yhteydessä.

Etäohjausteknologia on periaatteeltaan yksinkertaista ja kestävä. Käyttöenergian laitteet saavat aurinkopaneeleista, joten yhteyttä sähköverkkoon ei tarvita. Etäyhteys laitteeseen saadaan esimerkiksi puhelinverkon datayhteyttä hyödyntämällä. Yhden etäohjattavan säätökaivon kustannukset ovat tällä hetkellä noin 2000–2500 euroa, kun tavanomaisen säätökaivon hinta ilman etäohjattavuutta on n. 800–1000 €. Hinnan oletetaan laskevan, jos tuotantomäärät suurenevät.

Etäohjauksen käyttö ei kuitenkaan ole yleistynyt laajasti säätökaivojen päivitystarpeen ja lisäkustannusten vuoksi.

3.3 Automaattiohjaus

Säädön automaattiohjaus tarkoittaa etäohjattavan säätökaivon lisäominaisuutta, jossa kaivon säätömekanismeja käytetään automatisoidusti esimerkiksi pohjavedenpinnan korkeuden ja sade-ennusteen mukaan. Automaattiohjaus on teknisesti yksinkertainen toteuttaa. Suurin haaste teknologian käyttöönotossa on kuitenkin maatalousympäristön moninaiset piirteet. Tämä johtaa siihen, että on vaikea määrittää, miten säätömahdollisuutta tulee missäkin tilanteessa käyttää.



Kuva 33. Etäohjattava säätökaivo saa toimintaenergiansa aurinkopaneelista, joten se ei tarvitse yhteyttä sähköverkkoon. Tiedonsiirto tapahtuu mobiiliverkon kautta. Kuva: Jari Kolehmainen.

Jokainen ojasto on erilainen, ja erityisenä haasteena ovat paikalliset, voimakkaat kuurosateet, jotka saattavat aiheuttaa sademäärän merkittävää vaihtelua jopa lohkojen sisällä. Säätötoimien ennakointi ennen voimakkaita sateita on välttämätöntä. Paikallisten sadekuurojen ennustaminen on kuitenkin hyvin epävarmaa. Uusia ratkaisuja etsitään, mutta tällä hetkellä automaattisesti ohjattava etäsäätö on vielä kokeilu- ja tutkimusasteella.

4 Salaojakastelu

Pelkkä säätösalaojitus voi parantaa satoa etenkin vuosina, jolloin sadannan vajuus on pieni. Käytännössä tämä tarkoittaa etenkin sateisia vuosia, jolloin maan vesivarat uudistuvat luontaisesti, ja maassa varastoitu vesi riittää turvaamaan kasvien vedensaannin. Vähäsateisina vuosina kasvin kasvu on kuitenkin suurimmaksi osaksi vain kevätsulannan aikaan maahan varastoituneen sekä pohjamaasta kapillaarisesti nousevan veden varassa. Ilmaston lämmittyä kevätkuivuudet ovat lisääntyneet ja kasvukauden kuivuusriski on merkittävä eteläisessä Suomessa (VNK 2023).

Kuivina vuosina käytettävissä olevan veden määrän kasvattaminen vaatii käytännössä veden siirtämisen pellolle keinotekoisesti joko sadettamalla tai vaihtoehtoisesti altakasteluna joko tihkukastelu- tai salaojaputkiston kautta. LUOKO ry on julkaissut vuonna 2023 Kasteluoppaan (Bergholm ym. 2023), jossa kastelun perusteita on käyty verrattain syvällisesti läpi. Tässä oppaassa käsitellään salaojakastelua ja sen tekniikkaa.

Salaojakastelun muistilista:

Veden saatavuus

- Lähistöllä oleva vesistö
- Valtaoja
- Yläpuolinen valuma-alue, esim. metsä

Veden pumppaus

- Aurinkopaneelipumppu
- Oma sähköliittymä
- Vapaa virtaus

Veden syöttö ojastoon

- Erillisen jakoputkiston kautta imuojien latvoille
- Kokoojaojan yläpäähän
- Säätösalaojakaivon kautta

Veden määrä

- Viljoilla ja nurmilla 3 mm / vrk
- Erikoiskasveilla 4–5 mm / vrk
- 1 mm / ha / vrk = 10 m³ / vrk

Pumpun mitoitus suhteessa ojaston kokoon

4.1 Salaojien käyttö kasteluun

Salaojakastelu on altakastelumenetelmä, jossa vesi johdetaan pellolle kuivatukseen suunnitellun salaojaputkiverkoston kautta. Muita käytössä olleita termejä ovat mm. säätö-, pohjavesi- sekä padotuskastelu. Normaaliin vapaasti virtaavaan salaojitukseen verrattuna salaojakastelun minimivaatimus on säätökaivo sekä vesilähde. Useimmiten lisäksi tarvitaan pumppu, jolla vettä saadaan siirrettyä valtaojasta tai vesistöstä säätökaivoon. Tehokkaan salaojakastelujärjestelmän rakentaminen kuitenkin vaatii ojaston toteuttamisen siten, että sekä kuivatus että kastelu toimivat tehokkaasti.

Käytännön muutoksia tavanomaiseen salaojitukseen verrattuna ovat esimerkiksi imuojavälin tihentäminen jopa 50 %, putkikokojen kasvatta-

minen sekä kokoojaojien linjaaminen siten, että kastelueden syöttäminen ojastoon on mahdollista kokoojan latvalle asennetun kastelukaivon kautta. Tehokkainta veden syöttäminen ojastoon on, kun imuojien yläpäähän rakennetaan jakoputkisto, käytännössä toinen kokoojaoja, jonka yläpäähän rakennetaan jakokaivo veden syöttämistä varten. Tällöin vesi ei kastelun aikana joudu virtaamaan vasta/ylämäkeen, ja kastelu on näin tehokkaampaa.

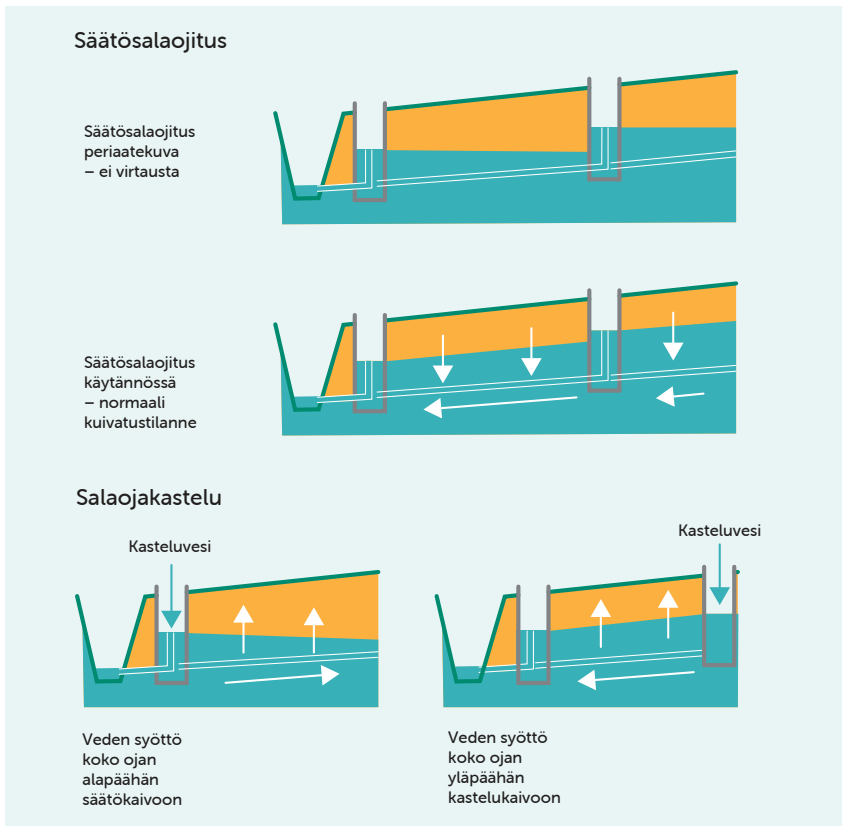
Salaojakastelu asettaa peltolohkon tasaisuudelle suuremman vaatimuksen kuin säätösalaojitus. Käytännössä pellon kaltevuus olisi hyvä olla alle 0,50 %. Kastelu soveltuu muilta osin hyvin samankaltaisille alueille kuin säätösalaojituskkin. Salaojakasteluun soveltuvista alueista valtaosa si-

jaitsee Pohjanlahden rannikkotasangoilla tasaisen maaston sekä maalajien ollessa kasteluun sopivia. Hitaasti vettä läpäisevä savi soveltuu salaojakasteluun heikosti (ks. luku Maan rakenne 1.3).

Salaojakastelulla on mahdollista saada merkittävä parannus sekä sadon määrässä että laadussa. Sievin koekentällä erittäin kuivana vuonna 2024 saatiin syysvehnäpellolla salaojakastellulla alueella jopa 100 % sadonlisä kastelemattomaan alueeseen verrattuna (sivu 43). Kun kastelumahdollisuuden toteuttaa salaojitusyön yhteydessä, lisäkustannukset ovat usein maltilliset, sillä suurin osa muutoksista liittyy lähinnä putkikokojen kasvattamiseen sekä imuojien tihentämiseen. Usein merkittävien kustannuserä on veden siirto- ja jakoputkisto sekä pumppu.



Kuva 34. Salaojakastelu toteutetaan käytännössä syöttämällä salaojaputkistoon vettä joko säätökäivon tai erillisen kastelua varten rakennetun jakokäivon kautta. Kuva: Antti Haho.



Kuva 35. Säätösalaajitus sekä salaojakastelu teoriassa ja käytännössä. Kuvassa havainnollistetaan veden liikkeen ilmiötä. Kuivatustilanteessa putkessa on virtausta, ja veden pinta on kokoojan latvalla ylempänä kuin salaojakaivossa. Kastelutilanteessa on päinvastoin: Veden pinta kasteluvien syöttökaivossa on aina ylempänä kuin ojastossa. Tästä syystä on hyödyllistä järjestää veden syöttö ojaan erillisen syöttökäivon kautta joko kokoojan latvalle tai imuojen latvoille erillisen jakoputken kautta.

4.2 Kasteluveden tarve ja saatavuus

Kastelu vaatii suuria määriä vettä. Peltolohkon soveltuvuuden lisäksi veden saatavuus määrittää lopullisen kasteluinvestoinnin toteuttamiskelpoisuuden sekä kannattavuuden. Esimerkiksi perunan kastelussa tavanomainen 150 mm sademäärää vastaava vesimäärä tarkoittaa 1500 kuutiota vettä per hehtaari. Rakennettaessa kastelujärjestelmä 20 ha pinta-alalle on veden kokonaistarve 30 000 kuutiometriä. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että tämä vastaisi 3 metriä vettä hehtaarin suuruisella alueella.

Jos otetaan peruslähtökohdaksi salaojakastelu, jossa vettä on mahdollista pumpata tauotta esimerkiksi kuukauden ajan, on tarvittava vesimäärä 41,6 m³ tunnissa. Näin suuren vesimäärän hankinta vaatii huomattavan tehokkaita pumppujärjestelmiä ja vedenlähteeksi suuren valtaojan

tai vesistön. Veden hankinnasta, vedenottoilmoituksista ja -luvista sekä pumppujen mitoituksesta on kerrottu laajemmin Kasteluoppaassa.

Perinteisesti kasteluveden pumppaamiseen on käytetty polttomoottoripumppuja. Käytettävä polttoaine on kuitenkin kallista ja pumput vaativat päivittäistä huoltoa, joten niitä käytetään nykyään lähinnä sadetuspumppuina, kun vaadittava vesimäärä ja paine ovat suuret. Salaojakastelussa on käytetty myös verkkovirtaa käyttäviä sähköpumppuja, joita varten on erikoisviljelyssä hankittu omia sähköliittymiä. Verkkovirtakäyttöinen pumppu on toimintavarma ja varsin edullinen ylläpitää, mutta vaatii mahdollisesti oman erillisen sähköliittymän avaamisen.

Nykyisin teknologian kehittyessä salaojakastelussa käytetään yhä useammin aurinkopanee-



Kuva 36. Vesistöön lautalle asennettu 7,5 kW uppopumppu. Pumppua varten on erillinen sähköliittymä, ja sillä kastellaan noin 20 ha peltoaluetta. Pumpulta lähtevä runkolinja on 110 mm vesijohtoputkea ja se haarautuu myöhemmin eri ojastoille. Kuva: Antti Haho.

lipumppuja. Kesällä pumpun toiminta-aika on usein yli 16 tuntia vuorokaudessa. Vaadittava pumppausteho (m³/h) on kuitenkin suurempi kuin ympäri vuorokauden toimivalla pumpulla. Pilvisellä säällä pumpun teho on pienempi, mutta toisaalta haihdunta ja kastelun tarvekin ovat mallillisempia. Markkinoilla olevien pumppujen teho vaihtelee 5–30 m³/h välillä.

4.2.1 Esimerkkitaipaus 3: Sievin salaojakastelukoje

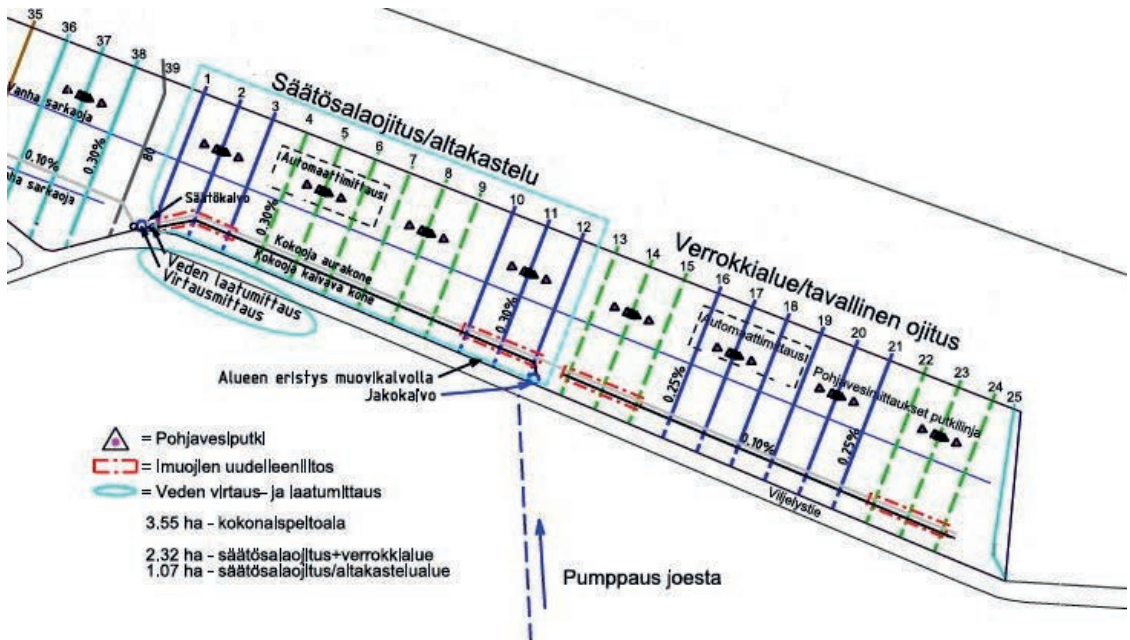
Tarkempaa tietoa kokeen perustamisesta löytyy VesiHave-hankkeen loppuraportista (Äijö ym. 2021), ja säädön ja kastelun vaikutuksesta saatoon ja ravinnekuormitukseen voi lukea Vesi-have2 ja VESIMA-hankkeiden loppuraportteista (Äijö ym. 2023 ja Häggblom ym. 2025). Raportit on julkaistu Salaojituksen tutkimusyhtymyksen julkaisuvuorossa, ja ne ovat saatavilla Salaojayhdistyksen kotisivuilla.

Sievin salaojakastelukojeen alue sijaitsee yksityisomistuksessa olevalla pellolla, ja sen

tutkimustoiminnasta vastaa Salaojituksen tutkimusyhtymä ry. Hieta- ja hieumaalla sijaitsevan koekentän kokonaispinta-ala on 3,55 ha ja se on jaettu kahteen alueeseen. Koealue on 1,07 ha salaojakasteltu alue, tavanomaisesti salaojitettun vertailualueen pinta-ala on 1,25 ha. Koekenttää ympäröivä maasto on tasaista, samantyyppistä viljelysmaata. Vääräjoki virtaa 300 metrin etäisyydellä pellosta ja imuojaväli on lohkokolla 15 metriä.

Salaojakastelualueen kokoojassa on yksi säätökaivo, ja kokoojajoen yläpäässä on jakokaivo veden johtamiseksi ojaan salaojakastelua varten läheisestä Vääräjoesta. Kastelu toteutetaan aurinkokennotoimisella pumpulla, ja aluksi vesi johdettiin jakokaivoon 50 mm halkaisijaltaan olevalla letkulla. Vuodesta 2023 alkaen käytössä on ollut ojan pohjaan asennettu putki, josta on mahdollista ohjata vettä myös muille lohkoille.

Koealueet on eristetty toisistaan muovikalvolla, jotta alueiden välillä tapahtuva veden liike saadaan estettyä. Muovikalvo hidastaa säätökentällä vedenpinnan laskua ja vähentää pumppatavan kasteluveden tarvetta, kun vesi ei pääse karkaamaan pellolta pois sivuttain. Muovin ylä-



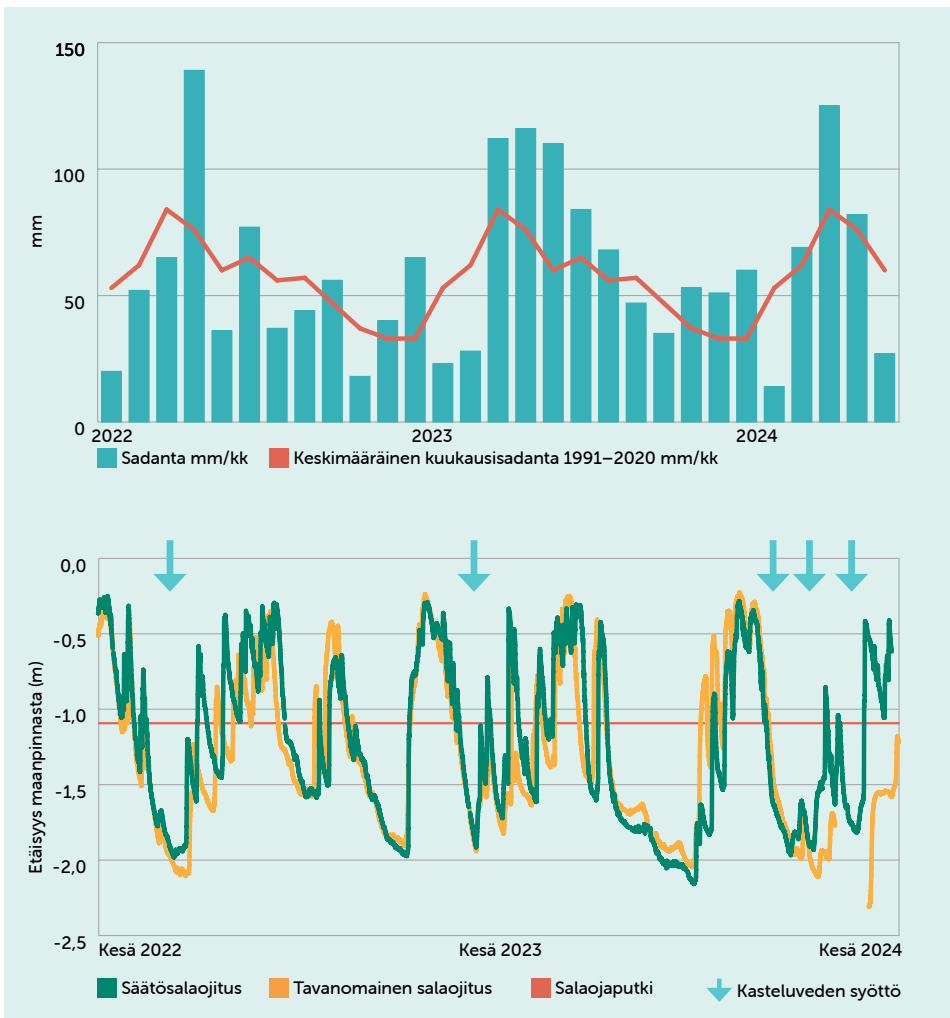
Kuva 37. Sievin koekenttä. Säätösalaajitettu alue (imuojat 1–12, 1,07 ha) ja tavallinen salaojitus (imuojat 13–24, 1,25 ha). Pohjavesiputkien sijainnit on merkitty kolmioilla.

reuna asennettiin muokkauskerroksen alapuolelle viljelytoimien mahdollistamiseksi. Sääto- ja tarkastuskaivojen jälkeen on asennettu kuiva mittauskaivo, jonka läpi kokoojaojat on ohjattu. Salaojavalunnan määrän lisäksi siitä otetaan näytteitä, joista mitataan vesien kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia. Valunnan lisäksi seurataan pohjaveden syvyyttä eri etäisyyksillä salaojasta. Kentällä on tutkittu säätosalojituksen ja salaojakastelun vaikutusta useissa hankkeissa vuodesta 2019 lähtien.

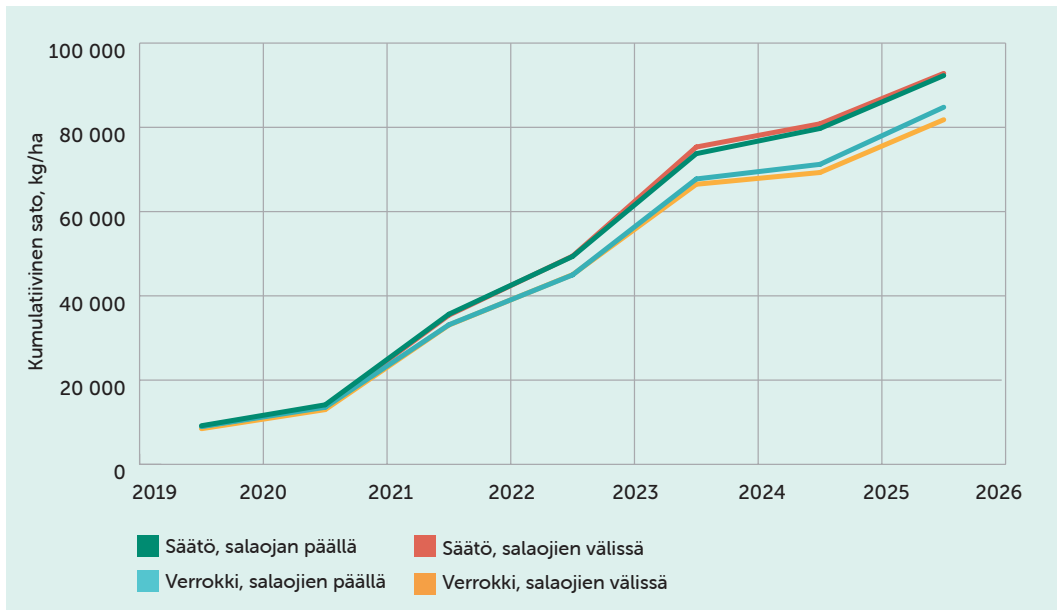
Padotuksen ja salaojakastelun vaikutus näkyy jopa 7,5 m päässä salaojasta, mutta selvin ero on lähellä salaojaa, jossa säätosalojitetun koe-

alan pohjaveden pinta on ollut kesällä kastelun aikana 28–103 cm verrokialaa korkeammalla ja pumpun ollessa käynnissä pohjaveden taso nousi padotuskorkeudelle. Muina aikoina säädöllä on vain vähän vaikutusta pohjaveden tasoon Sievissä. Pellon karkeahkosta maalajista ja syvistä, hyvin vettä läpäisevistä kerroksista johtuen pohjavedenpinta laskee nopeasti lumen sulamisen ja sateen jälkeen, eikä pelkkä padottaminen ole riittävä pitämään pohjaveden tasoa korkealla.

Typen pitoisuudet salaojavalunnassa ja kokonaistypen vuosittaiset kuormat olivat vuodesta 2021 alkaen suuremmat verrokki- kuin sääto-alueella kastelun aiheuttamasta ohivirtaukses-



Kuva 38. Sadanta ja pohjaveden korkeus Sievin koealueella kevään 2022 ja alkusyksyn 2024 välisenä aikana.



Kuva 39. Kumulatiivinen kuiva-ainesato Sievin koekentällä vuosina 2019–2024.

ta huolimatta. Kokonaisfosforin kuormitus on ollut likimain samansuuruista ja melko vähäistä vuodesta 2021 alkaen. Kasteluveden mukana maahan mennyt ravinne- ja kiintoainemäärä oli suurempi kuin samaan aikaan tullut ohivalunta. Kokonaisfosforista maahan jäi noin 36 %, kasveille ja leville välittömästi käytettävissä olevasta fosfaattifosforista 15 %, kokonaistypestä 39 % ja kiintoaineesta 53 %.

Kesällä 2019 Sievin koekentällä kasvoi ruista ja kesällä 2020 ohraa. Säättöalueen sadot olivat vertailualueetta suurempia, sadonlisä vaihteli välillä 2,5–7,9 %. Eri mittausten välinen hajonta oli säättösalaojitetulla alueella vertailualueetta pienempää. Vaatimaton tulos vuonna 2019 selittynee sillä, että säättö saatiin toimintaan vasta kesäkuussa, jolloin pohjaveden pinta oli ehtinyt laskea salaojasyvyyden alapuolelle, eikä padotuksesta tai kastelusta ollut enää apua. Lisäksi vuosi oli poikkeuksellisen kuiva, joten vettä oli saatavilla niukasti, ja pohjaveden pinta laski molemmilla koealueilla mittaussyvyyden alapuolelle koko kesäksi.

Kesinä 2021–2023 koekentällä kasvoi siemenviljelyssä oleva nurmi, jonka kasvua tarkas-

teltiin ottamalla näytteitä koko biomassasta, ei siemensadosta. Säättösalaojituksella ja salaojakastelulla saavutettiin 6–27 % sadonlisä tavanomaiseen salaojitukseen verrattuna. Sadonlisä oli suurempi silloin, kun sato verrokkialueella oli keskimääräistä pienempi, eli säättösalaojitus ja salaojakastelu tasoittivat sadon vaihtelua.

Säättösalaojituksen ja salaojakastelun positiivinen vaikutus nurmisatoon etenkin vuonna 2022, mutta myös 2021, voi selittyä säädön ja kastelun paremmalla onnistumisella. Padotus voitiin pitää päällä yhtäjaksoisesti, kun nurmi oli kylvetty yhtä aikaa ohran kanssa, ja kastelu onnistuttiin toteuttamaan aiempaa tasaisemmin. Nurmisadot on esitetty tarkemmin Salaojituksen tutkimusyhdistyksen hankeraporteissa (Äijö ym. 2023, Häggblom ym. 2025).

Vuonna 2024 koealueella viljeltiin syysvehnää, ja säättösalaojituksella saavutettiin tämän koekentän tutkimuksien toistaiseksi suurin sadonlisä: yli 70 % salaojien kohdalla havainnoituna, ja 97 % salaojien puolivälistä. Vuoden 2024 satotulokset tukevat myös tämän koekentän aiempia havaintoja, joissa sadonlisä oli sitä suurempi, mitä huonompi satotaso oli.

4.2.2 Esimerkkitapaus 4: Kasteluveden jakamisen huomioiminen ja metsä- valunnan hyödyntäminen salaojasuunnittelussa

Teksti: Olle Häggblom

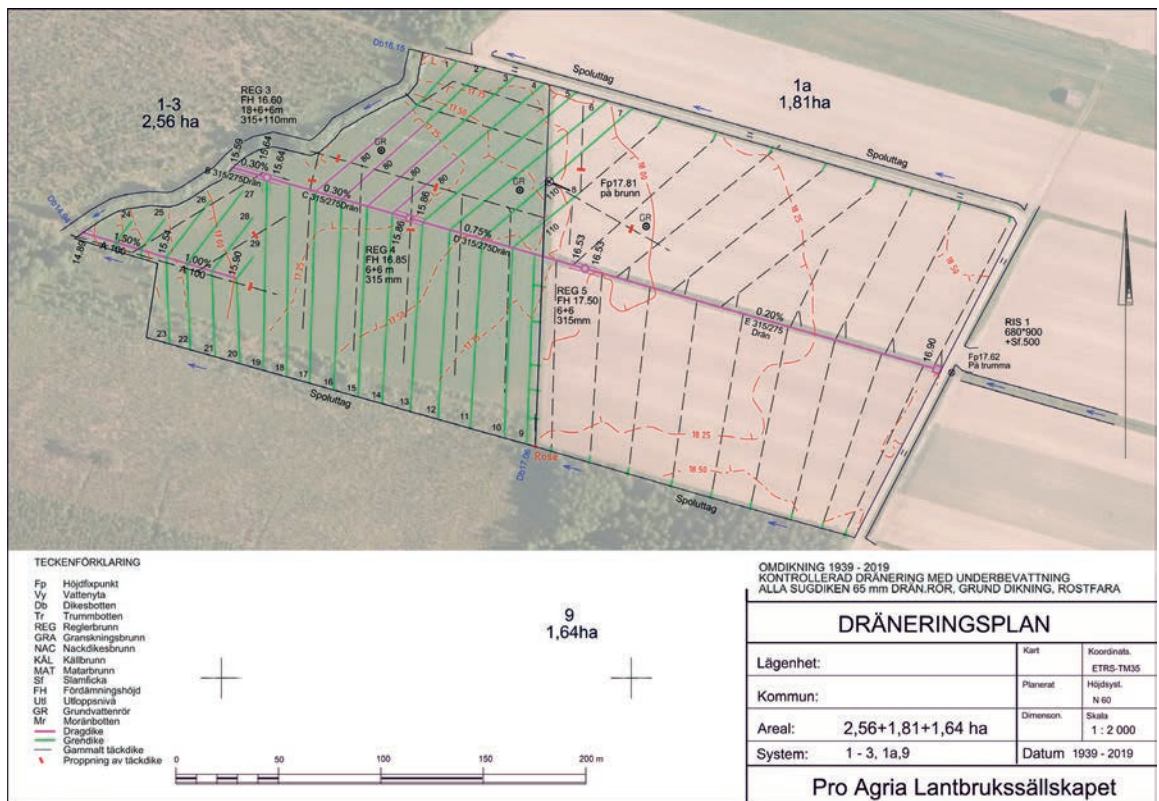
Tämän esimerkin tarkoitus on kuvata, miten ympäröivää maastoa ja erilaisia vedenojausjärjestelyjä voidaan hyödyntää salaojakasteluun tarvittavan kasteluveden jakamiseen ja ohjaukseen.

Esimerkkikohteen noin 5,6 hehtaarin kokoinen peltolohkon salaojitus uusittiin vuonna 2019 (kuva 40). Vanha, arviolta 1980-luvulla asennettu salaojitus pystytettiin lohkon itäpuoliskolla hyödyntämään peruskorjauksessa, kun vanhat imuojat (ojaväli 20 m) liitettiin uuteen kokoojaojaan. Läntisellä puoliskolla imuojatkin uusittiin (oja-

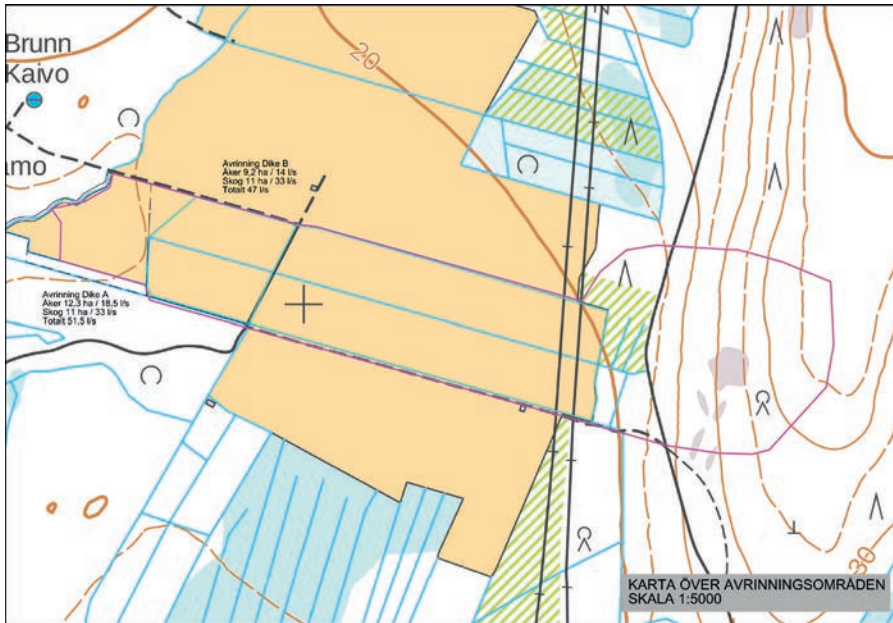
väli 11–14 m) ja vanhat salaojat tulpattiin. Uusien salaojien ympärysaineena käytettiin salaojasoraa. Kokoojaojan syvyys on n. 1,1 m. Lohkon läntisellä puoliskolla imuojien koko oli pääosin 65 mm, mutta paikotellen käytettiin myös 80 mm muovisalaojaputkia. Lohkon maalaji on karkea hietä ja lohko sijaitsee loivassa rinteessä metsä- ja peltoalueen alapuolella.

Uusintaojituksen yhteydessä salaojitusjärjestelmä päivitettiin säätösalojituksen, ja sen yhteydessä mahdollistettiin yläpuoliselta valuma-alueelta tulevan valunnan johtaminen salaojajärjestelmään, ja sen hyödyntäminen salaojakastelussa. Kokoojaojaa pitkin asennettiin kolme säätökaivoa, jolloin säädön vaikutus ulottuu koko lohkolle.

Salaojasto viettää länteen ja laskuaukko on lohkon länsireunalla. Kastelukaivona toimiva niskakaivo sijaitsee salaojaston yläpäässä lohkon itäisellä reunalla. Niskakaivon valuma-alue kattaa topografia-analyysin perusteella noin 20



Kuva 40. Esimerkkikohteen salaojakartta.



Kuva 41. Esimerkkikohteen läheisellä mäellä on lähteitä, joista virtaa vettä kesän kuivinakin kausina. Ojituskohde sekä valuma-alue merkitty violetilla viivalla.

hehtaaria (kuva 41), josta puolet on metsää ja puolet peltoa. Valumavesi ohjautuu painovoimaisesti metsäalueelta metsäpuuroa, piiriojia ja reunoja pitkin niskakaivoon. Valuma-alueen metsäalueella sijaitsee lähteitä, jotka tuovat sadannan lisäksi runsaasti vettä peltoalueelle. Viljelijällä on mahdollisuus myös säätää peltoalueelle tuleva vesimäärä metsässä sijaitsevalla patolaitteella. Jos niskakaivoon tulee enemmän vettä kuin maahan ehtii imeytyä, virtaa vesi ylivirtauksena salaojajärjestelmän läpi ja purkautuu laskuaukon kautta.

Suunnittelussa niskakaivolle tulevana mitoitusvirtaamana käytettiin metsän osalta 3 l/s/ha ja pellon osalta 1,5 l/s/ha, jolloin kokonaisvirtaamaksi saatiin 47 l/s, joka vastaa suunnilleen kerran viidessäkymmenessä vuodessa tapahtuvaa virtaamaa (HQ1/50), vaikka salaojitukset mitoitetaan usein kerran kahdessakymmenessä vuodessa tapahtuvan virtaamahuipun mukaan. Mitoitukseen vaikutti metsäalueen lähteiden lisäksi myös suunnittelijan kokemus vastaavista tilanteista. Mitoitus on varmuuden vuoksi tehty yläkanttiin, jotta pohjaveden pinta voidaan tarvittaessa laskea runsaan sateen aikana, ja että

riittävä virtaama voidaan taata myös silloin, kun salaojasto on täynnä vettä. Pohjavesipinta pyritään kasvukauden aikana pitämään n. 50 cm syvyydessä maanpintaan nähden, ja rankkasateen sattuessa pohjavedenpinta pitää pystyä laskemaan nopeasti märkyyshaitan välttämiseksi, sillä pelivaraa on vain vähän.

Tämä järjestely mahdollistaa sen, että valuma-alueelta tuleva vesi voidaan hyödyntää lohkon salaojakastelussa ja siten vahvistaa säätösalaojituksen vaikutuksia. Järjestelmä on maanomistajan ja viljelijän kertoman mukaan toiminut hyvin, ja tuonut tarvittavaa kasteluvettä lohkolle myös kesäaikaan. Lohkolla on ensisijaisesti viljelty perunaa ja nurmea, jotka molemmat hyötyvät kastelusta kasvukauden aikana. Lohkon maalajin, karkean hiedan, on todettu soveltuvan säätösalaojitukseen ja salaojakasteluun hyvin – kasteluvesi imeytyy tasaisesti ja pohjavesipinta reagoi nopeasti muutoksiin säädössä, jolloin myös peltoyöt onnistuvat sujuvasti. Järjestelmä on parantanut kasvien vedensaintia erityisesti kuivina jaksoina ja mahdollistanut paikallisen valumaveden tehokkaan hyödyntämisen kasteluun ilman ulkopuolista vesilähdettä tai pumppausta.

4.2.3 Esimerkkitapaus 5: Salaojakastelu perunan- tuotannossa Tyrnävällä

Teksti: Antti Haho

Salaojakastelun käyttö perunantuotannossa on suosittua. Sadetusta hitaampi kastelutapa estää nopeita kosteudenvaihteluita, ja sillä on myönteisiä vaikutuksia perunan laatuun esimerkiksi perunaruven torjunnassa. Kuivuuden ehkäisy on tärkeintä mukulanmuodostuksen aikaan sekä 4–5 viikkoa sen jälkeen. Sadonlisä 2000-luvun alussa suoritetussa tutkimuksessa oli samankaltainen sadetuskastelun kanssa, mutta kaupunkipaisen sadon osuus sadosta oli suurempi (Mylly ym. 2009).

Tyrnäväläisellä ruokaperunatilalla peruskunnostettiin noin 20 ha peltoalue vuonna 2020. Pelloille rakennettiin säätösaloitus- ja salaojakastelujärjestelmä. Erittäin hyvin vettä läpäisevällä karkealla hietamaalla sijaitseva alue muodostuu neljästä peltolohkosta. Kasteluvesi pumpataan läheisestä joesta, ja 7,5 kW pumpulle on hankittu oma erillinen sähköliittymä. Kasteluveden runkolinja on 110 mm vesijohtoputkea, jota pitkin vesi johdetaan keskeisellä sijainnilla olevaan jakokaivoon. Jakokaivosta on mahdollista hallita eri lohkojen kastelua. Salaojien imuputkenä käytetään muovikuidulla esipäällystettyä 65 mm salaojaputkea 10 metrin välein.

Kahdessa lohossa veden syöttö ojaan on toteutettu imuojien latvoille asennetun jakoputken kautta. Erillisen jakoputkiston avulla veden pääsy imuojien latvoille on mahdollisimman ta-



Kuva 42. Salaojakasteltua perunamaata Tyrnävällä kuivuusjakson aikana heinäkuussa 2025. Maan pinta pysyy vaon pohjalla kosteana, joten kastelu toimii erittäin tehokkaasti. Kastelua käytetään usein perunantuotannossa, jossa kuiva maa sadonmuodostuksen aikana voi aiheuttaa laatu-ongelmia ja satotappioita.

saista, jolloin kastelun vaikutus ei jää pelkästään kokoojan ympäristöön. Kahdessa ojastossa vesi syötetään kokoojan latvalle. Tavanomaisina vuosina ojastoihin pumpataan vettä kesäisin 4–8 viikon ajan. Veden virtausta ojastoihin ei juuri rajoiteta ja ylimääräinen vesi poistuu säätösalaokaivon kautta ohivirtauksena.

Suurten äkillisten sateiden tapauksessa pump-

paus lopetetaan ja säätökaivojen patoluukut avataan. Näin vältetään mahdolliset satotappiot, ja kun sateen jälkeen pumppaamista voi jatkaa, ei sateen aikana menetetty vesi aiheuta merkittävää ongelmaa. Koska järjestelmä on tehokas, on pohjaveden pinnan nostaminen takaisin säätötasolle mahdollista, vaikka pelto pääsee sateen jälkeen kuivumaan ennen pumppauksen aloittamista.

4.3 Turvepellon salaojakastelu

Turvepellon säätösalaajituksella on mahdollista ylläpitää tavanomaista korkeampaa pohjaveden pintaa, mutta vaikka turve sitoo paljon vettä, laskee pohjaveden pinta kesän kuivien jaksojen aikana kuitenkin säätösyvyyden alapuolelle. Päästövähennyksiä tavoitellessa vedenpinnan tulisi pysyä koko ajan – erityisesti kesällä, kun turpeen hajoaminen on nopeinta – mahdollisimman korkealla, käytännön viljelyssä noin 30–40 cm syvyydellä. Tämä on useimmiten mahdollista ainoastaan, jos aluetta kastellaan esimerkiksi salaojakasteluna.

Luonnonvarakeskuksen koealueella Ruukissa kuivina vuosina 2023–2024 on kasteltu salaojien kautta turvealuetta 150 mm sadetta vastaavalla vesimäärällä. Tämä vesimäärä ei ole kuitenkaan riittänyt pitämään pohjaveden pintaa tavoitekorkeudessa (30–40 cm), vaan veden pinta on painunut alemmas. Kastelussa tarvittava vesimäärä on siis kuivina vuosina turvemaidellakin todella suuri. Koska kastelu aiheuttaa työtä ja muita kustannuksia, tulee päästövähennystoimiin liittyvästä kastelusta saada riittävä korvaus, jotta se on viljelijälle kannattavaa.

4.3.1 Esimerkkitapaus: Veden varastointi ja salaojakastelu NorPeat-koekentällä

Teksti: Miika Läpikivi

Hallitsematon vesi ei edistä maanviljelijän tavoitteita, mutta oikein annosteltuna lisävesi tuo uuden ulottuvuuden pellon vesitalouden optimointiin. Kastelun lisäämisen mielekkyyttä olemassa olevan säätösalaajituksen kanssa testataan Luonnonvarakeskuksen Ruukin koeseman NorPeat-kentällä. Tässä tapauksessa pellon yläpuolinen valuma-alue on valjastettu kasteluveden lähteeksi ja tavoitteena on pitää pohjaveden pinta mahdollisimman korkealla tehokkaassa maatalouskäytössä olevalla turvepintaishella pellolla. Turvemaat kärsivät harvoin kuivuudesta, joten tässä kastelun tärkeimmät tavoitteet ovat turvekerroksen hajoamisen hi-

dastaminen ja sulfaattimaasta johtuvien päästöjen vähentäminen.

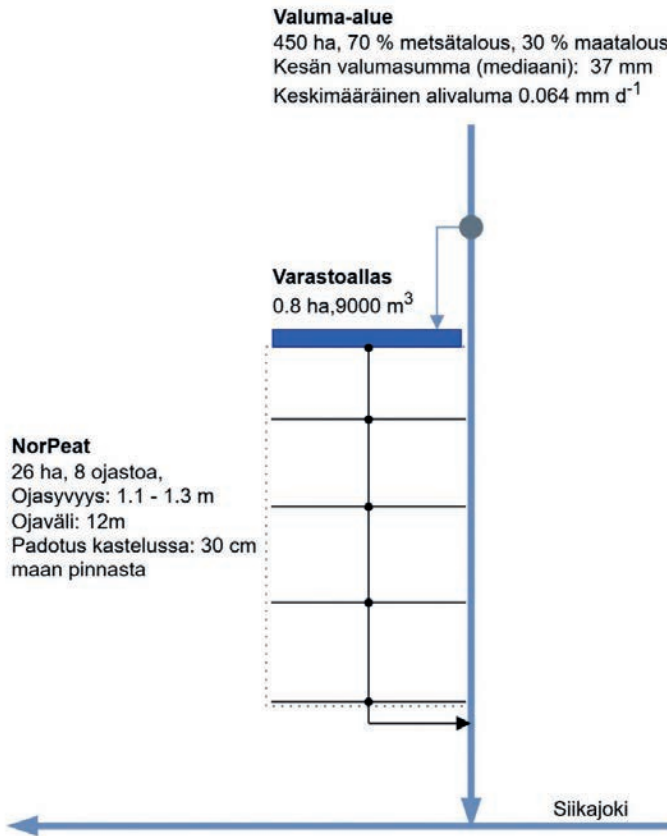
NorPeat-kenttä on tasainen (kaltevuus alle 0,5 %) pelto, jonka eloperäisen kerroksen paksuus vaihtelee 20–80 cm:n välillä. Eloperäisen kerroksen alla on karkeaa hietaa, hietaa ja hiesuista hienoa hietaa. Salaojaputket sijaitsevat tässä kivennäismaakerroksessa 1,1–1,3 m:n syvyydellä. Salaajituksen imuojien väli on kaikilla lohkoilla 12 m, ja ne on varustettu huuhtelumahdollisuudella. Pelto on jaettu kahdeksaan noin 3,5 ha kokoiseen säätösalaajitettuun ojaan. Salaajakaivoissa on padotusputket, jotka mahdollistavat padotuksen 30 cm:n syvyydelle pellon keskimää-

räisestä pinnan korkeudesta. Vuosien 2016–2022 aikana padotukset pidettiin auki syksyn ja talven ajan ja suljettiin kesäksi. Vuosina 2023–2025 padotuksia on avattu tarvittaessa vain hyvin lyhyiksi ajoiksi kerrallaan.

Olemassa olevien salaojien muutostöihin ryhdyttiin syksyllä 2021, jolloin peltojen ojastot yhdistettiin toisiinsa runkolinjalla. Runkolinja mahdollistaa koko pellon salaojakastelun yhdestä pisteestä. Talven aikana kaivettiin pellon viereen varastoallas, josta vesi johdetaan pellon salaojiin. Altaan täyttämiseksi tehtiin valtaojasta täyttöuoma altaalle ja säädettävä settipato, joka ohjaa veden altaalle. Olemassa olevan salaojitusjärjestelmän muuttaminen salaojakasteluun sopivaksi on tässä tapauksessa maksanut 2800 e/ha, joka vastaa uuden salaojituksen kustannuksia.

Muutostöiden jälkeen pelto, varastoallas, settipato ja pellon yläpuolinen valuma-alue muodostavat yhden vesienhallinnan kokonaisuuden, jonka tehokas hallinta on vaatinut oman opettelunsa.

Kasteluun liittyviä haasteita ovat olleet esimerkiksi olemassa olevien säätökaivojen liian alhainen padotuskorkeus ja kasteluveden vuodot salaojien huuhtelujatkeista. Altaan veden pinnan taso määrää myös kasteltavaa aluetta, joten kastelua pitää säätää kesän edetessä. Tämän lisäksi on pitänyt myös mukautua kastelun vaikutuksiin pellolla. Nopeat muutokset pohjaveden syvyydessä tai maan kosteudessa eivät ole mahdollisia. Parhaimmaksi toimintatavaksi on todettu kastelun aloittaminen mahdollisimman aikaisin, mikä ennemmin hidastaa pellon liiallista kuivumista, kuin konkreettisesti nostaa pohjavesitasoa.



Kuva 43. Havainnekuva NorPeat-kentän vesienhallinnan järjestelystä.

4.4 Salaojakastelun käytön haasteita ja käytännön näkökohtia

Salaojakastelun käyttö riippuu suurelta osin järjestelmän tehokkuudesta sekä maalajista: savi- mailla tai maatuneilla turvepelloilla vesi liikkuu liian hitaasti. Pienitehoisella pumpulla säätökai- voon pumpatessa, varsinkin jos imuojat ovat har- vassa, järjestelmällä on vaikea nostaa pohjaveden pintaa ja käytännön kokemusten mukaan pump- paaminen on syytä aloittaa heti kevätkylvöjen jälkeen.

Kun järjestelmä on tehokas sekä veden syötön että salaojaputkien tiheyden suhteen, voi kaste- lua ajoittaa myöhäisempään ajankohtaan tarpeen mukaan. Säätökastelua käyttäessä on tarkkailtava säätä, ja pumppaaminen on syytä lopettaa ennen suuria sadekuuroja. Joskus myös säätökaivojen avaaminen on tarpeellista.

5 Säätosalaojituksen toteuttaminen

Säätosalaojituksen toteuttaminen vastaa suurelta osin tavanomaisen salaojituksen toteuttamisprosessia. Ojittamaton tai avo-ojitettu pelto voidaan kunnostaa kerralla käyttäen joko tavanomaisen salaojituksen, säätosalaojituksen tai

salaojakastelun menetelmiä. Salaojasuunnittelun yhteydessä arvioidaan eri menetelmien toimivuutta ja valitaan kohteeseen parhaiten soveltuva menetelmä.

5.1 Ojitustarpeen arviointi

Säätosalaojituksen toteuttaminen alkaa peltoalueen nykyisen kuntotilanteen arvioinnista. Pellon kasvukuntoon vaikuttavat mm. pellon vesitalous, ravinnetasapaino, pH sekä maan rakenne. Käytännön viljeltävyyteen vaikuttavat lisäksi pellon ojanvarsien ja mahdollisten avo-ojien pusikoituminen, mahdolliset avo-ojat ja salaojitetuilla pelloilla myös painanteet, joihin muodostuu helposti lätäköitä. Lyhyt katsaus salaojien toimintaongelmiin on luvussa 6, laajemmin aihetta käsitellään Salaojayhdistys ry:n julkaisussa ”Salaojien kunnossapito” (2022).

Peruskunnostustoimenpiteitä arvioitaessa peltolohkon kasvukunto ja viljeltävyys selvitetään, ja eri toimenpiteet asetetaan tärkeysjärjestykseen. Peltolohkon kuivatus on usein kärkipäässä peltolohkon viljeltävyyttä arvioitaessa. Jos peltolohkon vesitaloudessa havaitaan puutteita, on ojitus pitkäikäinen kertainvestointi, joka alkaa maksaa itseään takaisin välittömästi. Vesitaloudeltaan heikkokuntoinen pelto voidaan kerralla kunnostaa säätosalaojitetuksi tai salaojakasteluksi pelloksi, kun lasku- ja piiriojien kunto tarkastetaan samalla.



Kuva 44. Siikajoen Revonlahdella kesällä 2024 säätosalaojitettu peltolohko kuvattuna heinäkuussa 2025. Lohko oli aiemmin avo-ojitettu ja sen kuivatustila oli heikko. Peltoalue kunnostettiin yhtenäiseksi noin 30 ha peltolohkoksi. Kuva: Antti Haho.

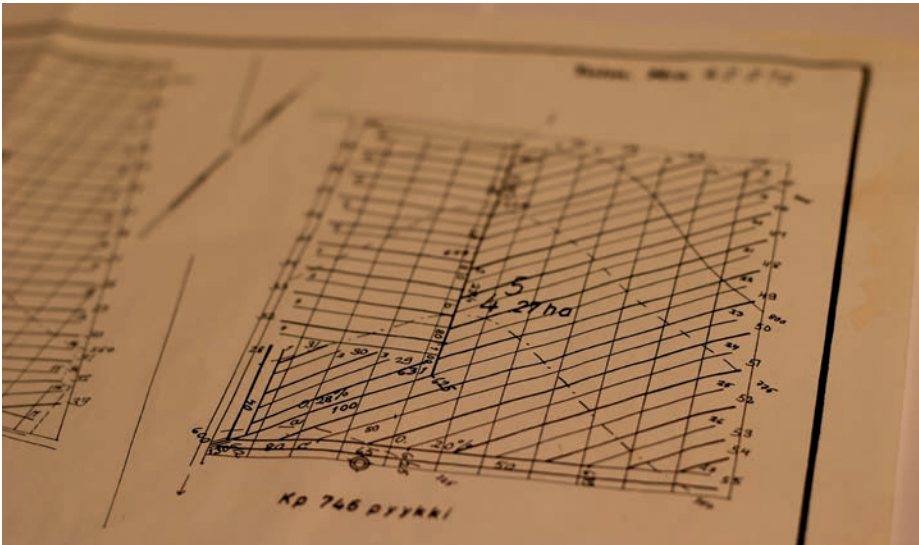
5.2 Suunnittelu

Jos pellon vesitaloudessa arvelee olevan kunnostustarvetta, kannattaa ottaa yhteyttä salaojasuunnittelijaan. Suunnittelijan kanssa tutustutaan yhdessä peltolohkon senhetkiseen tilaan. Jos mahdollista, pellolle kannattaa viedä kaivinkone. Vanhojen kokoojien sijainti, syvyys sekä käytetyn putken koko kannattaa selvittää maastomittausten yhteydessä. Samalla saadaan selville pellon maalaji.

Tässä vaiheessa suunnittelija voi vielä arvioida erilaisten vaihtoehtojen, kuten täydennys- ja uusintaojituksen kustannuksia asiakkaan päätöksenteon tueksi. Mikäli ojitus tehdään täydennysojituksenä, vanhojen imuojien sijainti tulee selvittää tarkasti, jotta uudet imuojat saadaan sijoitettua täsmälleen vanhojen ojien puoliväliin. Peruskuivatuksen toiminta sekä riittävä kuivavara tarkastetaan jo suunnitteluvaiheessa, jotta laskuojat voidaan tarvittaessa kunnostaa jo ennen salaojitusta. Suunnittelija osaa myös ohjeistaa, miten toimia erilaisten erikoistilanteiden, kuten pohjavesialueiden ja happamien sulfaattimaiden tapauksessa.

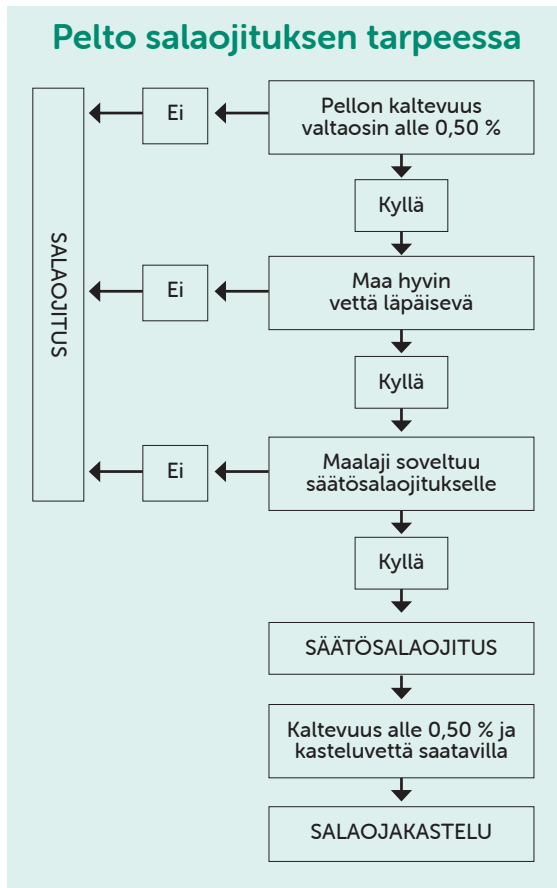
Jos pellolla oleva salaojitus todetaan periaatteessa toimivaksi, mutta ojaväliltään liian harvaksi, olemassa olevan ojaston voi täydentämisen yhteydessä usein muuttaa säätösalojituksiksi. Useimmiten tämä toteutetaan kaivamalla vanhojen imuojien väliin uudet ojat. Esimerkiksi 16 metrin ojavälillä oleva ojasto saadaan näin muutettua 8 metrin ojatiheydellä olevaksi salaojituksiksi. Kun tämän lisäksi laskuaukon läheltä muuttaa kokoojaputkea noin 10 metrin matkalta reiättömäksi umpiputkeksi ja rakentaa säätökäivon, voidaan saavuttaa jonkin verran kustannussäästöjä uudisojitukseen verrattuna.

Täydennysojituksen kustannuksia lisää usein vanhojen ojastojen hajanaisuus, jos vanhat salaojitukset on toteutettu pienillä ojastoilla ja lyhyillä imuojilla. Tämä lisää täydennysojituksen hintaa joskus niin paljon, että on kustannustehokkaampaa salaojittaa alue kokonaan uudelleen. Uudelleenojitus tulee kyseeseen myös, jos vanha salaojitus todetaan syystä tai toisesta toimimattomaksi.



Kuva 45. Toimivan ja selkeästi suunnitellun vanhan salaojituksen tehostaminen täydennysojittamalla voi olla kustannustehokas vaihtoehto uudisojitukselle. Kuvassa salaojakartta, jossa vanhojen imuojien väliin on asennettu lisäojat. Ojatiheys on täydennyksen jälkeen 8 m. Kuva: Antti Haho.

Salaojakastelumahdollisuus, veden saatavuus ja taloudellinen kannattavuus on arvioitava suunnittelun yhteydessä. Esimerkiksi kasteluveden syöttö kokoojaojan latvan kautta saattaa vaikuttaa putken mitoitukseen varsinkin suurilla virtaamilla, kun tavoitellaan tehokasta kastelua ja suurta kasteluveden määrää. Mikäli veden syöttö tehdään imuojien latvoilta, jakoputki asennetaan salaojituksen yhteydessä.



Kuva 46. Ajatuskartta säätösalojituksen sopivuudesta peltolohkolle.

Osana suunnittelua selvitetään myös pohjavesialueiden sijainti sekä rannikkoalueiden läheisyydessä, onko pelto happamien sulfaattimaiden alueella. Sulfaattimaista saa tietoa GTK:n kartoista, joissa on tiedot olemassa olevista kairauksista. Tarvittaessa sulfaattipitoisuus selvitetään maanäytteellä. Lisäksi, mikäli vain osa lohkon alueesta on säätösalojakaivojen vaikutuspiirissä, suunnitelmaan tulee erikseen merkitä kaivojen vaikutusalueen pinta-ala lohkoittain.

Mikäli työmaa-alue sijaitsee pohjavesialueella tai happamalla sulfaattimaalla, tulee ojituksesta tehdä ojitusermittelu Lupa- ja valvontavirastolle viimeistään 60 vuorokautta ennen työn aloittamista. Ojitusermittelussa arvioidaan, voidaan-ko hanke toteuttaa ilman vesilain mukaista lupaa tai ojitusermittelua. Asia kannattaa hoitaa ajoissa, esiselvityksen osalta jo suunnitteluvaiheessa, jotta mahdolliset rajoitteet voidaan ottaa huomioon.

Tilaaajan velvollisuus on lisäksi kertoa suunnittelijalle sekä salaojaurakoitsijalle mahdollisista sähkö- ja vesijohdoista, tietoliikennekaapeleista sekä muista vastaavista rajoitteista, joita pellolla on. Kun maan alla kulkevista linjoista on selkeät tiedot jo suunnitteluvaiheessa, ne voi ottaa paremmin huomioon ja ojitustyöstä tulee selkeämpää. Suunnittelijalle kannattaa kertoa myös maan alla olevista kallioalueista, lähteiköistä sekä muista vastaavista peltoviljelyyn sekä salaojasuunnitteluun mahdollisesti vaikuttavista tekijöistä.

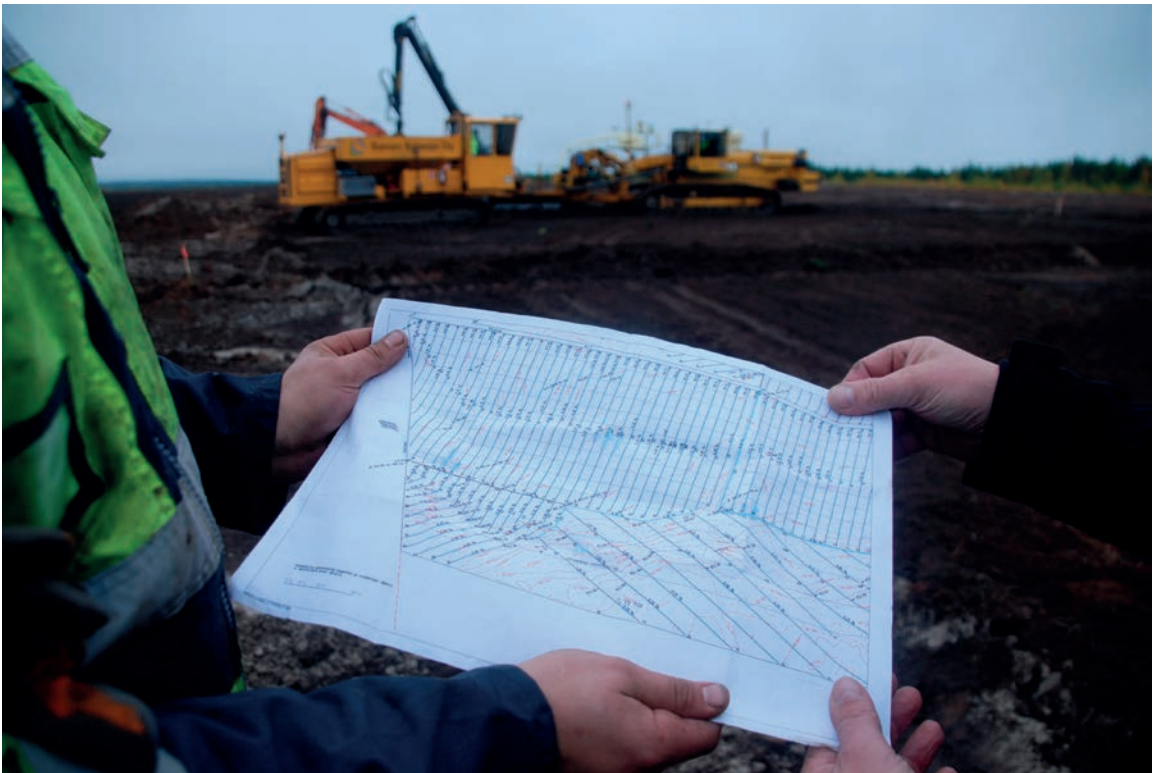
5.3 Työmaapaalutus

Salaojasuunnittelu viimeistellään työmaan paaluttamisella, jossa suunnitelma siirretään maastoon. Paalutuksen suorittaa useimmiten alueen suunnitellut salaojasuunnittelija. Paalutusvaiheessa suunnitelma myös tarkastetaan, ja sitä tarvittaessa muutetaan esimerkiksi työn sujuvoittamiseksi. Urakoitsija toteuttaa työn paalutukseen pohjautuen, jolloin työn eteneminen on sujuvaa.

Paaluttaja sopii urakoitsijan kanssa, minkälainen paalutus työmaata varten tehdään. Perinteisesti, kun salaojakoneen korkeusohjaus tapahtui käsin sihtilappuihin perustuen, merkittiin paaluttaessa myös ojien korkeudet. Nykyään käytettäessä laser- tai GPS-pohjaista koneohjausta saatetaan korkeusmerkit tai jopa paalutus jättää

kokonaan tekemättä. Tämänkaltaisessa tilanteessa urakoitsija määrittää ojien korkeudet sekä kaltevuudet itse salaojakarttaan perustuen.

Mikäli salaojitustyömaan paaluttaja on eri kuin suunnittelija, tilaajan tulee huolehtia siitä, että myös paaluttaja on tietoinen pellolla mahdollisesti kulkevista kaapeleista tai vesijohdoista. Useimmiten tämä tapahtuu suunnittelijan ja paaluttajan yhteistyönä. Paalutuksen yhteydessä tulee huolehtia, että pellolla olevien vanhojen salaojien rikkoutuminen on hallittua, jotta ne eivät muodosta märkiä paikkoja. Tämä tehdään joko jättämällä ojat ehjiksi tai rikkomalla ne riittävän järjestelmällisesti, jotta lähteitä ei synny. Täydennysojia paaluttaessa varmistetaan, että uudet salaojat tulevat vanhojen imuojien väliin.



Kuva 47. Salaojituksen toteutus on sujuvaa, kun suunnittelu ja työmaapaalutus on tehty huolellisesti. Kuva: Seppo P.

5.4 Toteutus

Salaojatyön toteutuksessa vaaditaan riittävää ammattitaitoa ja työvälineitä, jotta ojitustyö saadaan toteutettua laadukkaasti. Salaojitukseen rakennetuilla koneilla asennustyö on nopeaa ja kustannustehokasta. Suomessa on vakiintunut salaojaurakoitsijoiden verkosto, joiden käyttö on suositeltavaa. Urakoitsijoiden yhteystietoja löydät esimerkiksi Salaojayhdistyksen kotisivuilta (<https://www.salaojayhdistys.fi/>).

Ojituksessa tarvittavien putkien, salaojasoran, kaivojen ja muiden tarvikkeiden tilaaminen tapahtuu sopimuksen mukaan. Perinteisesti asiakas on tilannut tarvikkeet salaojasuunnittelijan antaman luettelon mukaan itse, nykyään tarvikkeet tulevat yhä useammin urakoitsijan toi-

mittamana. Useat urakoitsijat tarjoavat myös suunnittelupalvelua, jolloin salaojitus voidaan toimittaa kokonaispalveluna, sisältäen kaiken suunnittelusta jälkitöihin.

Varsinkin pienempien täydennysojitusten tekeminen myös itse on mahdollista, mutta siihen vaaditaan riittävät kaivuu- ja mittalaitteet asennustyön ja riittävän tarkkuuden mahdollistamiseksi. Neuvoa työhön on saatavissa esimerkiksi paalutuksen tekevältä salaojasuunnittelijalta.

Sateet vaikeuttavat sorastuskaluston liikuttamista pellolla, joten ojitustyö on tehtävä työhön soveltuissa olosuhteissa. Sarkaojitettujen peltojen ojat tulee täyttää vasta juuri ennen salaojitusta, jotta mahdollisten sateiden yhteydessä pelto



Kuva 48. Peltosalaojitukseen erikoistuneiden urakoitsijoiden käyttö salaojituksessa on suositeltavaa, sillä heillä on työhön tarvittava osaaminen ja laitteet. Salaojaurakoitsijoiden yhteystietoja löytyy maakunnittain esimerkiksi Salaojayhdistyksen sivuilta. Kuva: Seppo P.

ei jää lammikoille. Piiri- ja purkuojien kaivuu on hyvä tehdä ennen ojitusta, jotta laskuaukkojen ja laskuaukko- sekä säätökaivojen asennus on helppoa eikä liitoksia tarvitse tehdä vedenalaisena.

Suomessa käytettävät aurakonetyypit toimivat kuin suuri jankkuri. Maa kohoaa auran edellä ja halkeilee laajalta alueelta. Nämä halkeamat toimivat auki pysyessään hyvinä virtausreitteinä vedelle (Ritzema ym. 2006). Näiden halkeamien vahvistamiseksi kaivanto on hyvä pitää koskemattomana seuraavan kuivan jakson yli. Syvällä pohjamaassa maa on kuitenkin helposti muovautuvaa, ja kaivannon pohjaosan vedenläpäisykyky saattaa heikentyä. Tätä kutsutaan kriittiseksi syvyydeksi ja se riippuu maalajista sekä sen het-

kisistä kosteusolosuhteista. Kuivissa olosuhteissa kriittinen syvyys on 150–200 cm, märässä maassa huomattavasti vähemmän. Tiivistymien on kuitenkin havaittu normalisoituvan muutaman vuoden kuluessa asennuksesta, pääasiassa normaalin halkeilun sekä putken ympärillä parantuneen kuivatuksen takia (Vlotman 2020).

Kaivavan koneen tapauksessa kaivanto jää salaojitus työn jälkeen avoimeksi. Jälkityöt koostuvat pääasiassa salaojakaivantojen täyttämisestä ja tasoittamisesta, jotka on mahdollista toteuttaa maatilan omilla koneilla. Kaivuun on rakenteeltaan rikkoutunutta, joten kaivuun on annettava kuivua rauhassa ja kaivannon täyttö tulee tehdä riittävän kuivissa olosuhteissa (Aura 1990).

5.5 Kustannukset, avustukset

Salaojituksen kustannukset muodostuvat suunnittelusta, työmaapaalutuksesta, tarvikkeista, urakoinnista sekä jälkitöistä. Kustannukset nousevat yleisen kustannustason mukana, ja uudisojituksen hinta on vuoden 2024 kustannustasolla ollut 4 000–6 000 €/ha. Käytettäessä erityisen tiheää ojaväliä esimerkiksi salaojakastelussa kustannukset voivat nousta suuremmiksi. Toisaalta tiheä ojitus on ojametriä kohden edullinen: Moni kustannuserä on likimäärin hehtaari-perusteinen, ja tihennetty imuojien väli ei lisää ojituksen hintaa samassa suhteessa.

Salaojitusta on Suomessa tuettu runsaasti 1950-luvulta asti. 2000-luvulla tuki on vaihdellut 30–40 prosentin välillä ja on nykyisellä CAP-kaudella 2023–2027 40 % investoinnin ko-

konaiskustannuksista sekä tavanomaisessa että säätösalojituksessa. Säätösalojakaivon tuki on kaivokohtainen. Turvepeltojen ja happamien sulfaattimaiden säätösalojitusta ja salaojakastelua tuetaan myös maatalouden ympäristökorvauksen puitteissa CAP-kaudella 2023–2027.

Oppaan kirjoitushetkellä investointitukia myöntävät Elinvoimakeskukset ja niitä haetaan sähköisesti Hyrrä-palvelun kautta. Säätösalojituksen ja -salaojakastelun ympäristökorvauksia myöntää Ruokavirasto, ja niitä haetaan Vipu-palvelun kautta. Tuen hakeminen kannattaa tehdä hyvissä ajoin ennen suunniteltua ojitustyötä, jotta työ ei viivästy tukihakemuksen päätöstä odotellessa.

6 Kunnossapito

Salaojayhdistys on tehnyt salaojien kunnossapidosta oppaan ”Salaojien kunnossapito” vuonna 2022. Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi sää-

tösalojien kunnossapitoon liittyviä seikkoja erityisesti säätösalojituksen sekä salaojakastelun näkökulmasta.

6.1 Toiminnan seuraaminen

Salaojien toimivuutta on helppoin seurata käytännön viljelytoimien ohessa. Hyvin toimiva salaojitus kuivattaa ylimääräisen veden nopeasti, eikä pellolle jää lammikoita runsaidenkaan sateiden jälkeen. Kuivuminen on myös tasaista, kun salaojat johtavat vettä pois pellon jokaisesta kohdasta

sen sijaan, että vesi valuisi alamäkeen muodostamaan märkiä paikkoja. Jos ongelmia ilmenee, kannattaa niiden syy selvittää mahdollisimman pian, jotta pellon kasvukunto ei heikkene. Säätösalojitetulla lohkolla on myös pidettävä huoli, että padotus avataan tarvittaessa.

6.2 Salaojien huuhtelu

Happamilla sulfaattimailla esiintyy ruostesaostumia salaojissa. Saostumisen voimakkuus riippuu sulfaatin määrästä sekä hapettumisnopeudesta. Jos säätösalojien sulkua pidetään kiinni, ovat salaojat veden alla, hapettuminen hitaampaa ja myös saostuminen sen vuoksi maltillisempaa.

Riippumatta ojaston käyttötavasta on säätökäivon sulkuluukku hyvä avata vuosittain runsaan virtauksen aikana parin päivän ajaksi. Tavoitteena on poistaa saostumia, ennen kuin ne ehtivät kiinnittyä putken pintaan. Ruostealueilla salaojia on kuitenkin huuhdeltava säännöllisesti, jollain alueilla ensiojituksen jälkeen jopa puolen vuoden välein. Ruosteettomilla mailla, etenkin savialueilla on taas salaojia, jotka ovat pysyneet puhtaina ja toimivina sata vuotta ilman minäänlaista huuhtelua tai muuta ylläpitoa.

Salaojien tukkeutumista ongelmallisempaa on salaojan ympärysaineen, salaojasoran tai esipäällysteen tukkeutuminen. Rautaoksidit saostuvat hiekanjyvien väliin ja pikkuhiljaa tukkivat veden virtausreitit kokonaan. Keski-Euroopassa suositellaan tästä syystä happamille sulfaattimaille orgaanista esipäällystettä, joka hajotessaan luo vedelle uusia virtausreittejä saostumien tukkiesä vanhoja.

Mikäli ympärysaine todetaan tukkeutuneeksi, käytännössä ainoa mahdollinen korjauskeino tilanteeseen on uudelleensalojitus. Joissain tilanteissa on kuitenkin mahdollista pienentää kustannuksia hyödyntämällä jo olemassa olevia kokoojia sekä säätökaivoja. Uudet imuojat voidaan tällöin asentaa vanhojen väliin, joten mikäli vanhat ojat vielä jonkin verran toimivat, ne tehostavat kuivatusta hieman.



Kuva 49. Ruostesaostumia säätösalaojakaivossa. Kuva: Antti Haho.

6.3 Säätösalaojakaivot sekä salaojakastelulaitteet

Säätösalaojakaivojen kunto on tarkastettava säännöllisesti, ja kaivon pohjalle kertyvä sakka on poistettava tarvittaessa. Säätösalaojitus toteutetaan usein happamille sulfaattimaille, joilla salaojien kunnossapito vaatii erityistä huomiota. Säätösalaojakaivojen routavauriot ovat yleisiä etenkin hiesuisilla mailla, ja tämä voi aiheuttaa ongelmia veden poistumisessa. Kaivon mahdollinen routiminen on helppo havaita viljelytoimien yhteydessä, ja jos ongelmia ilmenee, kaivo on korjattava. Routaeristystä kaivon ympärille ongelmamaalajeilla kannattaa harkita.

Salaojakastelulaitteiden kunnossapito riippuu käytössä olevasta tekniikasta. Vesipumput on siirrettävä lämpöiseen tai vähintään tyhjennettävä vedestä ennen pakkasia. Aurinkopaneeleihin kertyvä lika on poistettava ajoittain, jotta paneelien tuottama sähköteho ei heikkene. Kokonaisuutena salaojakasteluun käytettävä tekniikka on kuitenkin toimintavarmaa, ja vaadittava huolto on verrattain vähäistä.

Lopuksi

Säätösalaajitus on pellon vesitalouden hallintaa. Se soveltuu läpäiseville ja kapillaarisille maille, joissa maalaji mahdollistaa luontaisesti veden nopeat liikkeet. Tiivistymisalttiilla savimailla säätösalaajitusta ei suositella, sillä veden liike on hidasta, ja maan rakenteen kehittyminen vaatii maan säännöllistä kuivumista lähelle lakastumisrajaa. Säätösalaajitus on tehokas vesiensuojelukeino, koska se pienentää valuntaa ja vähentää sen mukana kulkeutuvien ravinteiden määrää. Turve- ja sulfaattimailla sen ympäristöhyödyt ovat vielä suuremmat: Vedenpinnan nosto ehkäisee turve- ja sulfaattimailla kasvihuonekaasupäästöjä (hiilidioksidi ja dityppioksidi) ja sulfaattimailla haitallisen happaman ja metallipitoisen (alumiini, rauta, kadmium, koboltti) valunnan muodostumista.

Säätösalaajitus mahdollistaa myös salaajien kautta tapahtuvan altakastelun maalajeilla, joilla veden liikkeet ovat riittävän nopeita sen onnistumiseksi. Kastelu on yhä tärkeämpi osa vesitalouden hallintaa ja ilmastonmuutokseen sopeutumista, sillä ilmastonmuutos on lisännyt

kasvukauden aikaisen kuivuuden todennäköisyyttä. Salaajakasteluun soveltuvan ojaston kuivatustehokkuus on myös tavanomaista suurempi, mikä on merkityksellistä ilmastonmuutoksen lisäessä rankkasateita. Siten syksyn mahdollisten rankkasateiden haitat sadonkorjuulle jäävät pienemmäksi.

Asiantuntijoiden vastuulla on kertoa puolueetonta tietoa siitä, minkälainen kuivatustapa soveltuu asiakkaan pellolle. Päätöksenteossa tulee ottaa huomioon sato- ja kantavuushaitat turvemaiden säätösalaajituksen yhteydessä, jossa pohjaveden pintaa pidetään korkealla ilmastonmuutoksen hillintätoimena. Päätös säätösalaajitusinvestoinnin toteuttamisesta on lopulta maanomistajan käsissä. Siihen vaikuttavat valmius investointiin, sen takaisinmaksuaika sekä myös maanomistajan investointihalukkuus suhteessa muihin investointitarpeisiin. Säätösalaajitusinvestoinnista saatava lisähyöty perustuu pääosin tuotantopanosten ja maaomaisuuden käytön tehostamiseen.



Kuva 50. Pellon hyvä vesitalous ja sen suoma kasvukunto mahdollistaa tehokkaan ja ympäristöystävällisen viljelyn. Kuva: Antti Haho.

Kirjallisuutta

Salaojayhdistyksen sekä Luonnonhoidon koulutusyhdistyksen oppaat:

Bergholm, J. (toim), Pietola, L., Luoma, T., Virtanen, S., Äijö, H., Häggblom, O., Alakukku, L., Kumpulainen, S. 2023. Kastelu peltoviljelyssä. Luonnonhoidon koulutusyhdistys LUOKO ry. 60 s.

Mäkelä, J., Häggblom, O., Luoma, T., Pietola, L., Simojoki, A., Virtanen, S. 2024. Turvepeltojen moninaiset merkitykset. Luonnonhoidon koulutusyhdistys LUOKO ry. 47 s.

Äijö, H. ym. 2015. Peltosalaojitus. Salaojayhdistys ry. 23 s.

Äijö, H. ym. 2022. Salaojien kunnossapito. Salaojayhdistys ry. 40 s.

Muuta kirjallisuutta:

Aarrevaara, H. 2014. Suomen salaojituksen historia. Salaojituksen tukisäätiö.

Belcher, H., D'Itri, F. 1994. Subirrigation and Controlled Drainage. CRC Press Inc.

Heinonen, R. E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö / Reijo Heinonen (toim.). WSOY.

Kentala, H., Bonde, A., Nuotio, E., Dalhem, K., Prinkkilä, A., Smart, H. 2025. Opas ojitusten suunnitteluun ja toteutukseen happamilla sulfaattimailla. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-336-6>

Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P., Äijö, H. (toim.) 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous. 2. täydennetty painos. Salaojayhdistys ry.

Ritzema, H. 2006. Drainage Principles and Applications. International Institute of Land Reclamation and Improvement. Wageningen, Alankomaat.

Valkama, P., Nuotio, E. 2024. Ympäristöarvojen huomioiminen ojitushankkeissa luonnonmukaisten menetelmien avulla. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-258-1>

Vlotman, W., Willardson, L., Dierickx, W. 2000. Envelope design for subsurface drains. ILRI publication, Wageningen.

Vlotman, W., Smedema, L., Rycroft, D. 2020. Modern Land Drainage, second edition. CRC Press/Balkema

Lähdeluettelo

- Aakkula, J., Leppänen, J. 2014. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS 3) -loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Aarrevaara, H. 2014. Suomen salaojituksen historia. Salaojituksen tukisäätiö.
- Ahonen, J. 1991. Pohjavesikastelun ja säätoojituksen käyttö ja soveltuvuus Suomessa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, maanmittaus- ja rakennustekniikan osasto, vesitalous. 63 s.
- Alakukku, L., Teräväinen, H. (toim.) 2002. Tieto tuottamaan 98. Maan rakenteen hoito. Keuruu. ProAgria Maaseutukeskusten Liitto
- Aura, E., 1983. Soil compaction by the tractor in spring and its effect on soil porosity. J. Sci. Agric. Soc. Finland, 55: 91–107.
- Aura, E. 1990. Salaojien toimivuus savimaassa. Maatalouden tutkimuskeskus. 108 s.
- Boman, A., Mattbäck, S., Becher, M., Yli-Halla, M., Sohlenius, G., Auri, J., Öhrling, C., Liwata-kenttälä, P., Edén, P., 2023. Classification of acid sulfate soils and soil materials in Finland and Sweden: Re-introduction of para-acid sulfate soils. Bull. Geol. Soc. Finl. 95, 161–186.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17741/bgsf/95.2.004>
- Belcher, H., D'Itri, F. 1994. Subirrigation and Controlled Drainage. CRC Press Inc.
- Berglund, K. 1995. Optimal drainage depth Swedish Journal of Agricultural Research 1995, volume: 25, number: 4, pages: 185-196 SCANDINAVIAN UNIVERSITY PRESS
- Erjala, M. 2002. Suurten akselipainojen vaikutus sokerijuurikaspellon tiivistymiseen. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 18.
- Evans, R. O., Wayne Skaggs, R., & Wendell Gilliam, J. 1995. Controlled versus Conventional Drainage Effects on Water Quality. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 121(4), 271–276.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1995\)121:4\(271\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1995)121:4(271))
- Evans, R.O., Skaggs, R.W., Sutter, L.A. 1995. Controlled Drainage Management Guidelines for Improving Drainage Water Quality. North Carolina Cooperative Extension Service, North Carolina State University AG-443-22
- Fausey, N.R., King, K.W., Baker, B.J., Christopher, S.A. 2004. Controlled Drainage Performance on Hoytville Soil in Ohio. Drainage VIII: Proceedings of the Eighth International Drainage Symposium, s. 21-24. American Society of Agricultural and Biological Engineers
- Heikkinen, J., Lång, K., Honkanen, H., Myllys, M. 2024. Mitigation of Greenhouse Gas Emissions by Optimizing Groundwater Level in Boreal Cultivated Peatland. Wetlands 44 6: 10 p.
<https://doi.org/10.1007/s13157-024-01833-4>
- Heinonen, R. E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö / Reijo Heinonen (toim.). WSOY.
- Kaitera, P. 1942. Miten voin torjua kuivuutta. WSOY. 63 s.
- Keller, T., Sandin, M., Colombi, T., Horn, R., & Or, D. 2019. Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning. Soil & Tillage Research, 194, Article 104293. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104293>
- Myllys, M. 2019. Säätosalaojituksesta hyötyä turvemailla. Salaojayhdistys ry:n jäsenjulkaisu 1/2019: 14–18.
- Myllys, M., Heikkinen, J., Regina, K. 2019. Turvepeltojen säätosalaojitus. Esitelmä Maaperätieteiden päivillä 2019.

- Myllys, M., Mäkelä, M., Häggblom, O., Tähtikarhu, M., Heikkinen, J., Wejberg, H., Lehtonen, H. 2024. Säättösalaojitus turvemaalla. Vesihäiriö-hankkeen tuloksia. Salaojajyhdistyksen jäsenjulkaisu 2024. Salaojajyhdistys. s. 5–12.
<https://www.salaojajyhdistys.fi/2024/12/salaojajyhdistyksen-jasenjulkaisu-2024/>
- Myllys, M., Heikkinen, J., Tähtikarhu, M., Wejberg, H., Lehtonen, H., Mäkelä, M., Häggblom, O. 2025. Turvemaiden viljelyn ympäristövaikutukset - mahdollisuudet päästöjen hillintään pellon vesienhallinnalla. *Vesitalous* 1/2025: 16–19.
- Myllys, M. ja Liimatainen, M. 2025. Turvepeltojen ympäristökuormitusta voidaan pienentää merkittävästi tavanomaisessakin viljelyssä. *Maaseudun Tulevaisuus*, Yliö 17.12.2025
- Myllys, M., Virtanen, E., Forsman, K., Jauhiainen, L. 2009. Perunan kastelumenetelmien vertailu. *Maa- ja elintarviketalous* 139. 58 s.
- Peltomaa, R., Saavalainen, J. (1990). Suursarkaojitus salaojituksen vaihtoehtona tai täydentäjänä Pohjois-Suomen olosuhteissa. Salaojituksen tutkimusyhdistyksen tiedote no. 11.
- Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P., Äijö, H. (toim.) 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous. 2. täydennetty painos. Salaojajyhdistys ry.
- Peltonen, S., Anttila, S. (toim.) 2017. Tieto tuottamaan 143: Peltojen kunnostus. *ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja* nro 1153
- Pietola, L., & Alakukku, L. (2005). Root growth dynamics and biomass input by Nordic annual field crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 108(2), 135–144.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.01.009>
- Pietola, L. M. (2005). Root growth dynamics of spring cereals with discontinuation of mouldboard ploughing. *Soil & Tillage Research*, 80(1), 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.03.001>
- Pietola, L., Horn, R., & Yli-Halla, M. (2005). Effects of trampling by cattle on the hydraulic and mechanical properties of soil. *Soil & Tillage Research*, 82(1), 99–108.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.004>
- Raisio, P. 2023. Ohjelmistokeskeinen automaatio peltojen vesitalouden hallinnassa. *Opinnäytetyö*, Seinäjoen Ammattikorkeakoulu.
- Renger, M., Wessolek, G., Schwärzel, K., Sauerbrey, R., Siewert, C. 2002. Aspects of peat conservation and water management. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165(4), 487–493.
DOI: 10.1002/1522-2624(200208)165:4<487::AID-JPLN487>3.0.CO;2-K
- Ritzema, H. 2006. *Drainage Principles and Applications*. International Institute of Land Reclamation and Improvement. Wageningen, Alankomaat.
- Saavalainen, J. 1981. Salaojittajan käsikirja 1A. Salaojakoulutuksen kannatusyhdistys. 116 s. Salaojajyhdistys ry:n Salaojakartta-arkisto. Viitattu 18.9.2025
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. (editors), 2002. Field book for describing and sampling soils, Version 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Sikkilä, M. 2014. *Esipäällysteen toimivuus salaojituksessa*. Pro gradu -tutkielma. Maataloustieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- Sundström, R., Åström, M., & Österholm, P. (2002). Comparison of the metal content in acid sulfate soil runoff and industrial effluents in Finland. *Environmental Science and Technology*, 36(20), 4269–4272. <https://doi.org/10.1021/es020022g>

- Sutela, Tapio; Vuori, Kari-Matti; Louhi, Pauliina; Hovila, Karoliina; ym. (2012). "Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa" (Suomen ympäristö 14/2012). Suomen ympäristökeskus.
- Tähtikarhu, Mika; Räsänen, Timo A; Hyväluoma, Jari; Piayda, Arndt; Mylly, Merja. 2025. Analysing hydrological impacts of controlled drainage, peat thickness and groundwater fluxes in cultivated peat soils. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, vol. 75, no. 1, 2454388. <https://doi.org/10.1080/09064710.2025.2454388>
- Vakkilainen, P. (toim.) 2000. Peltoviljelyn ravinnehuuhtoutumien vähentäminen pellon vesitaloutta säätämällä. Loppuraportti. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote n:o 25. Helsinki: Salaojituksen tukisäätiö.
- Valtioneuvoston kanslia 2023. Ilmasto- ja sosioekonomiset skenaariot ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnittelussa. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2023:4.
- Virtanen, S. 2015. Redox reactions and water quality in cultivated boreal acid sulphate soils in relation to water management. Diss. University of Helsinki. 80 s. <http://hdl.handle.net/10138/156508>
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-1519-5>
- Virtanen S., Puustinen M., Yli-Halla M. 2017. Oxidation of iron sulfides in subsoils of cultivated boreal acid sulfate soil fields – based on soil redox potential and pH measurements. *Geoderma* 308: 252-259. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.05.020>
- Vlotman, W., Willardson, L., Dierickx, W. 2000. Envelope design for subsurface drains. ILRI publication, Wageningen.
- Vlotman, W., Smedema, L., Rycroft, D. 2020. *Modern Land Drainage*, second edition. CRC Press/Balkema
- Wejberg, H., Miettinen, A., Lehtonen, H., Mäkelä, M., Häggblom, O. & Mylly, M. 2024. Vesienhallinnan taloudelliset edellytykset turvepelloilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 78/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 41 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-967-3>
- Wesstörn, I. & Messing, I. 2007. Effects of controlled drainage on N and P losses and N dynamics in a loamy sand with spring crops. *Agricultural Water Management*. Vol. 87:3. S. 229–240
- Wikman, U., Torttila, A., Virtanen, A. & Kuisma, P. 1996. Perunan vesitalous ja sadetus. Perunantutkimuslaitoksen julkaisuja 3/1996. Lammi: Perunantutkimuslaitos. 31 s.
- Yli-Halla, M., Mokma, D., Alakukku, L., Drees, R. & Wilding, L.P. 2009. Evidence for the formation of Luvisols/Alfisols as a response to coupled pedogenic and anthropogenic influences in a clay soil in Finland. *Agricultural and Food Science* 18, 3–4: 388–401.
- Yli-Halla, M., Virtanen, S., Regina, K. et al. Nitrogen stocks and flows in an acid sulfate soil. *Environ Monit Assess* 192, 751 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08697-1>
- Ympäristöministeriö 2023. Maa-ainesten ottaminen. Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:30. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Åberg, S. 2013. Litorinameren ylin ranta Suomessa. Helsingin yliopisto, Pro gradu -tutkielma.
- Österholm, P., Virtanen, S., Rosendahl, R., Uusi-Kämpä, J., Ylivainio, K., Yli-Halla, M., ... Turtola, E. (2015). Groundwater management of acid sulfate soils using controlled drainage, by-pass flow prevention, and subsurface irrigation on a boreal farmland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 65(sup1), 110–120. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.997787>

Luonnonhoidon koulutusyhdistys LUOKO ry perustettiin vuonna 1996 kehittämään maaseudun ympäristönhoitoa.

Yhdistys edistää pääasiassa vesiensuojeluun liittyvää koulutusta ja tuottaa siihen liittyvää opetusmateriaalia. Yhdistyksen hallinnossa on tutkimuksen, koulutuksen, neuvonnan ja tuottajien edustajia.

Tämän julkaisun tavoitteena on koota yksiin kansiin uusien tutkimustietojen säätösaloituksen käytöstä viljelytehokkuuden parantamiseen sekä vesiensuojeluun. Turvemaiden säätösaloitusta tutkitaan laajasti, ja oppaassa käsitellään myös säätösaloituksen käyttökelpoisuutta turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen pienentämisessä.

Toivomme, että julkaisusta on hyötyä erityisesti maanviljelijöille ja neuvojille, jotka tekevät ensiarvoisen tärkeää työtä maatalouden ympäristöasioiden parissa.

LUOKO ry

2026

Luonnonhoidon koulutusyhdistys LUOKO ry

Simonkatu 12 A 11, 00100 Helsinki

puh. 0400 882 136

www.salaojayhdistys.fi -> Julkaisut

ISBN 978-952-5345-63-6