

TURVEPELTOJEN MONINAISET MERKITYKSET

LUOKO ry



**TURVEPELTOJEN
MONINAISET
MERKITYKSET**

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

Raija Suomela

Taitto

Paula Heiäng

Paino

Grano Oy, Helsinki, 2024

ISBN: 978-952-5345-57-5

Sisällysluettelo

Toimituksen alkusanat	4
Termien määrittely*	5
1. Johdanto	7
2. Turvepellot ja niiden viljelyominaisuudet Suomessa	8
2.1 Turvemaiden ominaispiirteet	8
2.2 Eloperäisten maiden luokittelu	9
2.3 Sara-, ja rahkaturpeet	13
2.4 Soiden ja turvepeltojen maantieteellinen esiintyminen, sijainti ja pinta-alan kehitys	14
3. Ympäristö ja ilmastokysymykset	16
3.1 Vesiensuojelu	16
3.1.1 Valunta ja ravinnehuuhtouma	16
3.1.2 Fosfori	17
3.1.3 Typpi	17
3.2 Luonnon monimuotoisuus	18
3.3 Ilmastokysymykset	19
3.3.1 Kasvihuonekaasupäästöt	19
3.3.2 Kasvihuonekaasujen kemia	20
3.3.3 Kasvihuonekaasupäästölaskenta	21
4. Teknologia ja ratkaisut päästöjen minimoimiseksi	25
4.1 Maankuivatus	25
4.2 Kuivatuksesta pohjavedenpinnan säätelyyn	27
4.3 Säättösalaojitus ja altakastelu	28
4.4 Vettäminen – Kosteikkoviljely	31
4.5 Soistaminen – Ennallistaminen	31
4.6 Muut viljelytekniset ratkaisut	32
5. Yhteiskunta ja tulevaisuus	33
5.1 Turvepeltoviljelyn kestävyys	33
5.2 EU säädökset, Cap-kausi 2023–2027, ehdollisuuden opas	34
6. Loppusanat	35
Lähdeluettelo	37

Toimituksen alkusanat

Suomi on suomaa. Kolmasosa maamme maapinta-alasta on suota, ja sata vuotta sitten suon raivaus oli elinehto. 1900-luvun alkupuoliskon torppari- ja maanhankintalait mahdollistivat pienten itsenäisten maa- ja metsätaloustilojen synnyn, ja kivennäismaihin verrattuna helposti raivattavat suoalueet näiden tilojen elinkelpoisuuden.

Väestönkasvun myötä turvepeltojen rooli suomalaisen yhteiskunnan ruokaturvassa ja olenaisena osana huoltovarmuutta vain vahvistui, ja sotien jälkeen raivatut suot toivat elinkeinon maa- ja metsätalouden kautta kymmenille tuhansille uusille asunto- ja asuntoviljelystiloiille. 2000-luvulla turvemaat maatalouden tärkeänä osana on ympäristö- ja ilmastopolitiikan muutoksen myötä kyseenalaistettu, ensin vesistökuormitusriskin, ja sitten niiden hiilivaraston ja kasvihuonekaasupäästöjen takia.

Tämän selvityksen tarkoituksena on koota ajantasaista tutkimustietoa, ja turvepeltojen historiallista taustaa yhdeksi kokonaisuudeksi. Selvitys perustuu historiakatsauksiin, maaperätieteiden ja peltomaan vesitalouden perusteisiin sekä viimeaikaisiin tieteellisiin julkaisuihin.

Selvityksessä on käytetty lähteinä tieteellisiä julkaisuja, asiantuntijalausuntoja ja julkisesti saatavilla olevia tilastoja. Käytetyissä julkaisuissa on painotettu kotimaisia, viimevuosina julkaistuja tutkimuksia, ja tutkimushankkeiden tuloksia.

Toivomme, että julkaisulla on käyttöä muiden muassa EU:n ennallistamisasetuksen kansallisen toimeenpanon suunnittelussa.

Tämä julkaisu on tehty Luonnonhoidon koulutusyhdistys LUOKO ry:n, Salaojayhdistys ry:n ja Suoviljelysyhdistys ry:n yhteistyönä. Kiitämme selvitystä rahoittaneita Agronomiliittoa, Suoviljelysyhdistystä, Salaojayhdistystä, Salaojituksen Tukisäätiötä, ja Stiftelsen Finlandssvenska Jordfonden. Lisäksi kiitämme professori Laura Alakukkaa, FT Maarit Liimataista, MMM Timo Lötjöstä, professori Marja Maljasta ja MMT Sari Peltosta heidän palautteestaan ja asiantuntijalausunnoistaan, sekä MMT Sanna Kanervaa, MMM Merja Myllystä, professori Markku Yli-Hallaa, ja kaikkia muita selvitykseen asiantuntemustaan ja aineistojaan jakaneita heidän avustaan.

Julkaisun toimituskuntaan kuuluivat DI, toiminnanjohtaja Olle Häggblom (Salaojayhdistys ry, LUOKO ry), professori Tarmo Luoma (LUOKO ry), MMT, dosentti, vanhempi neuvonantaja Liisa Pietola (Sitra, LUOKO ry, Suoviljelysyhdistys ry), MMT, vanhempi yliopistonlehtori Asko Simojoki (Helsingin yliopisto, Suoviljelysyhdistys ry) ja MMT, DI, toiminnanjohtaja Seija Virtanen (Salaojituksen Tukisäätiö sr, Suoviljelysyhdistys ry).

Julkaisun on kirjoittanut
MMM Jaakko J. Mäkelä.

Termien määrittely*

Aapasuo – Suoyhdistelmä, joka saa vetensä suurreksi osaksi ympäröiviltä mineraalimailta, jonka keskiosa on tyypillisesti puutonta nevaa, ja jonka reunoilla on myös rämeitä ja korpia.

Altakastelu – Kastelumenetelmä, jossa salaojaston kautta johdetaan lisävettä maaperään. Käytetään myös nimiä salaojakastelu, pohjavesikastelu, padotuskastelu tai säätökastelu (Paasonen-Kivekäs ym. 2016).

Anaerobinen – Eliö, elinympäristö tai kemiallinen reaktio, josta vapaa happi puuttuu

Asuntotila – Suomen valtion asutustoiminnan yhteydessä perustettu alle 2 ha tila, jonka pääasiallinen tarkoitus oli toimia asutuksena, ei päätoimisen maatalouden harjoittamista varten (ks. asuntoviljelystila) (Avikainen 1991).

Asuntoviljelystila – Suomen valtion asutustoiminnan yhteydessä perustettu tila, jonka tarkoitus oli toimia sekä asumuksena, että mahdollistaa päätoiminen maanviljelys (ks. asuntotila) (Avikainen 1991).

CO₂-ekvivalentti (CO₂-ekv) – kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmaston voimistumiseen. Päästöt yhteismitallistetaan eli muunnetaan ekvivalentiksi hiilidioksidiksi lämmityspotentiaalikerroimen avulla, joka vaihtuu kasvihuonekaasuittain. Kerroin on 100 vuoden tarkastelujaksolle lasketuna hiilidioksidille 1, metaanille 28–34, ja dityppioksidille 265–298 (Myhre ym. 2013).

Denitrifikaatio – Nitraattityypen pelkistyminen typen oksideiksi ja typpikaasuksi

Eloperäinen – Eläneistä eliöistä syntynyt aines

Ennallistaminen – Palauttaminen mahdollisimman lähelle luonnontilaista ekosysteemiä

Fossiili / fossiilinen – Maa- tai kallioperässä säilynyt entisaikojen (vähintään 10 000 vuotta vanha) eliön jäännös tai jälki, joka voi olla eliö itse tai sen osa

Humus – Eloperäistä ainesta, joka on muodostunut pitkällisen hajoamisen, hajottamisen ja humifioitumisen seurauksena. Pitkälle maatunutta, fysikaalista, kemiallista ja mikrobiologista hajoamista kestävä, hienojakoista ja tummaa muodotonta massaa.

Hydrofobinen – vettä hylkivä

Kevytmuokkaus – Maan pintakerroksen kynnyttä matalampi, ei kääntävä, perusmuokkaus esimerkiksi äkeellä, jyrsimellä, kultivaattorilla tai ilmastimella

Kosteikkoviljely – Tuotantotapa, jossa tuotetaan hyvin märissä maaperäoloissa erikoisviljelykasveja

Maan vedenjohtavuus (K m s⁻¹) – Kyllästetyn maan vedenjohtavuus K_{sat} tai kyllästämättömän maan vedenjohtavuus K_{unsat}

Maatuminen – Eloperäisen aineksen hajoaminen maassa

Multamaa – 20–40 painoprosenttia kuiva-aineestaan eloperäistä ainesta sisältävä maalaji

Nitrifikaatio – Ammoniumtyypen hapettuminen nitriitiksi ja nitraatiksi.

Ohutturpeinen maa – Maa, jonka turvekerroksen paksuus on 30–60 cm (Lilja ym. 2017)

Ojitusyhteisö / yhteinen ojitus – Ojituskehäkeeseen osallistuvat, tai jo olemassa olevan ojitusyhteisön tekemän ojan hyödynsaajat. Kuitatushyötyä useamman kuin yhden maanomistajan maalle tuottava ojitus (Vesilaki 587/2011)

Paksutturpeinen maa – Maa, jonka turvekerroksen paksuus on enemmän kuin 60 cm (Lilja ym. 2017)

Padotus – Uomassa tai ojastossa olevan padon (säätökaivo, muu rakenne, jää, tms) aiheuttama vedennousu ylävirran puolella

Paikalliskuivatus – Paikalliskuivatuksella johdetaan liialliset vedet pois viljelylohkolta. Paikalliskuivatukseksi luetaan piiri-, sarka- ja salaojitus sekä pinnan muotoilu (RIL 2016).

Peruskuivatus – Maan kuivattamiseksi suoritettavaa valtaojien kaivamista ja perkaamista, purojen vedenjohtokyvyn parantamista sekä pienehköjen pengerrysten rakentamista. Peruskuivatuksella luodaan edellytykset paikalliskuivatukselle (Ril 2016).

Salaoja – Maassa oleva putkioja, joka päästää vettä sisäänä putken koko pituudelta. Salaojaa käytetään johtamaan vettä pois maaperästä (RIL 2016).

Soistaminen – Ennallistaminen suoksi

Soistuminen – Suon muodostuminen eli paludifikaatio

Säätöojitus – Kuivatusvesien padottaminen maaperään estämällä vapaa virtaus sala- tai avo-ojastosta purkuvesistöön (Paasonen-Kivekäs ym. 2016)

Säätösalaajitus – Keino säädellä salaojavaluntaa salaojakaivoihin asennettujen padotuslaitteiden avulla (Paasonen-Kivekäs ym. 2016).

Turve - Sammalten tai putkilokasvien jäänteistä kosteissa ja anaerobisissa oloissa syntynyt ja kerrostunut eloperäinen aines

WRB – World Reference Base, kansainvälinen maannosluokittelujärjestelmä (WRB, 2022)

Vettäminen – Turvealueen kuivatuksen purkaminen, muuntaminen kosteikkoviljelyalueeksi, vedenpinnan nosto

* Lähde Tieteen Termipankki (tieteentermipankki.fi) tai termin yhteydessä annettu.



1. Johdanto

Suo on märkä ekosysteemi, joka kerryttää turvekerrostumaa, turvemaata. Suon ja turvemaan rooli yhteiskunnassamme on vuosisatojen aikana muuttunut voimakkaasti. Turvemaata on ollut nälänestäjä ja elinehto, hedelmällinen viljelys- ja metsämaa, vesistökuormittaja, ekosysteemipalveluiden tuottaja, ja nyt vakiintunut osa maataloustuotantoa ja kasvihuonekaasujen päästölähde.

Turve on anaerobisissa oloissa suokasvien epätäydellisestä maatumisesta muodostuvaa eloperäistä ainesta. Erilaiset suokasvit tuottavat hajotessaan erilaista turvetta. Yhteisiä vaatimuksia turpeenmuodostukselle ovat märät olot, jotka hidastavat eloperäisen aineksen hajoamista. Turvealueiden runsaus Suomessa johtuukin pohjoisen ilmaston, veden runsauden, vettä hitaasti läpäisevien maakerrosten, haihdunnan vähäisyyden ja tasaisten maanmuotojen yhteisvaikutuksesta, jotka ovat mahdollistaneet aktiivisten suoekosysteemien kehittymisen. Suot muodostuvat tyyppillisesti luonnollisiin maan painaumiin, notkelmiin, hidasliikkeisten vesistöjen äärille tai tulva-alueiden syvennyksiin.

Soita on Suomessa hyödynnetty eri tavoin jo vuosisatoja. Ennen laajamittaista maa- ja metsätaloustalouteen siirtymistä suoalueilta kerättiin kasveja ravinnoksi ja raaka-aineeksi. Soilta metsästettiin riistaa ja nostettiin mutaa kivennäispeltojen maanparannukseen. Maataloustalouteen ojitus ja raivaus alkoivat yleistyä 1800-luvulla (Kunnas 2005). Laajemmassa mittakaavassa soiden kuivatus kuitenkin alkoi 1900-luvun alussa, kun karjanrehun kasvatusta maatalouden kehityksen ja laajentumisen myötä siirtyi peltotuotantoon (Pykälä 2001).

Valtion metsäojitus metsän kasvun lisäämiseksi alkoi vuonna 1908, ja vuonna 1928 alkoi yksityisomistuksessa olevien ojitamattomien suometsien valtion tukema ojitus. Erityisesti väestönkasvun nopeutumisen ja sotien jälkeisen ajan myötä suota raivattiin ja ojitettiin hyvin aktiivisesti pelto- ja metsätalouden käyttöön 1970-luvulle saakka.

Vilkkain soiden ojitus laantui 1990-luvulle tultaessa, kun valtion tukema ennen ojitamattomien alueiden ojitus lopetettiin. Siihen mennessä noin puolet (5 Mha) kaikista Suomen soista oli ojitettu, pääosin metsätalouden käyttöön. Ojituksen painopisteet olivat eteläisemmässä Suomessa ja Pohjanmaan maakunnissa. Ojitettujen soiden osuus laskee pohjoiseen mentäessä. Pohjanmaan maakunnissa ja sitä eteläisemmällä alueella pääosa soista on vähintään metsäojitettu (Kaakinen ym. 2018). Nykyään luonnontilaa muuttavaa käyttöä ei kohdisteta luonnontilaisille soille (MMM 2012).

Suota on aikojen saatossa Suomessa ojitettu yhteensä 5,5–5,7 Mha (Päivänen 2007, Hotanen 2022). Tästä pinta-alasta pääosa, 4,7 Mha on metsäojitettua suota, ja peltoviljelyssä on noin 0,3 Mha (Myllys ym. 2012, Kekkonen ym. 2019). Metsäojitettua turvemaata on siirtynyt muuhun kuin metsätalouden käyttöön 1,3 Mha (VMI12 2021). Vaikka tarkkaa tietoa kaiken kaikkiaan turvepellosi raivatusta pinta-alasta ei olekaan, sen on arvioitu olevan 0,7–1,0 Mha (Myllys & Sinkkonen 2004).

2 Turvepellot ja niiden viljelyominaisuudet Suomessa

2.1 Turvemaiden ominaispiirteet

Turvemaat ovat maita, jotka kivennäismaihin verrattuna sisältävät hyvin runsaasti eloperäistä ainesta ja ovat peräisin suoekosysteemistä. Turpeen maatumisaste vaikuttaa turvemaan fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Turvemaat ovat pääasiassa hitaasti vettä läpäiseviä, mutta hyvin vettä pidättäviä ja siten märkänä paljon vettä sisältäviä maita.

Turvepellolla luontaisesti käytössä olevien ravinteiden määrä ja fysikaaliset ominaisuudet vaihtelevat voimakkaasti alueellisesti. Vaihteluun vaikuttavat turpeen lähtömateriaalin ja maatumisasteen lisäksi myös alla olevan kivennäisaineksen ominaisuudet ja pohjamaan pinnan tasaisuus. Turvemaat ovat tyypeä ja hiiltä lukuun ottamatta tyyppillisesti ravinneköyhiä ja happamia. Niiden ravinteidenpidätyskyky on kivennäismaihin verrattuna rajallinen.

Turvemaat ovat keväisin hitaasti lämpeneviä, sillä paljon vettä sisältävä maa vaatii paljon energiaa lämmitäkseen ja eloperäinen aines eristää lämpötilanvaihteluita tehokkaasti. Lisäksi kantavuus märkänä on heikko, mikä estää tai vaikeuttaa aikaisia viljelytoimia ja vähentää kasvukauden hyödyntämistä. Heikko kantavuus erityisesti vedellä kyllästettynä tai hyvin märkänä altistaa turvepellon tiivistymiselle ja painumiselle.

Turvemaan vedenjohtavuuteen vaikuttaa eniten jatkuvien suurten huokosten määrä. Veden liikkeitä määrää maan huokosjakauma sekä kokonaisuokostilavuus. Suurista, yli 0,03 mm huokosista vesi valuu tavanomaisilla kuivatussyvyyksillä pois painovoimaisesti, joten ne ovat kuivatuksen kannalta merkittävimpiä. Turveissa huokostilaa voi olla jopa 90 % tilavuudesta, joten viljelyyn otettaessa turvemaata sisältää suuria jatkuvia huokosia runsaasti.

Turvemaan maatuessa ja tiivistyessä sen suurten huokosten osuus ja niiden jatkuvuus vähene-

vät. Vedenjohtavuus ja kuivatuksen teho laskevat vettä tehokkaasti pidättävien pienten huokosten määrän kasvaessa, ja turpeesta poistuu vähemmän vettä painovoiman vaikutuksesta. Kuivatettu turvemaata alkaa painua ja tiivistyä ja sen kuivairtoteiheys kasvaa. Turvekerroksen paksuuden muutos ei suoraan indikoi eloperäisen aineksen vähenemisestä, sillä painuminen ja tilavuuden muutos ei johdu yksinomaan eloperäisen aineksen vähenemisestä. Kyseessä on myös aineksen pakkautuminen veden poistuessa ja turpeen hajotessa pienempiin osiin, jotka vaativat vähemmän tilaa kuin karkeampi hajoamaton aines.

Heikosti maatuneen pintaturpeen vedenjohtavuus on verrattavissa karkeaan hietaan, ja heikosti maatuneen pohjaturpeen samaa suuruusluokkaa hiesun kanssa (Taulukko 1.1). Viljelyn onnistumiseksi luonnolliseen haihduntaan perustuvaa kuivatusta ei voi jäädä odottamaan, kun pellolta on tavoitteena korjata laadukas ja hyvä sato. Poutajaksoina kasteluun tulisi tarttua nopeasti, sillä kuivan pintakerroksen uudelleenkastelu on hidasta kuivan turpeen luonnollisen hydrofobisuuden takia.

Taulukko 1.1. Maalajien vedenjohtavuuksia (Vakkilainen 2009. Yksikkö muunnettu $m s^{-1} \rightarrow cm vrk^{-1}$).

Maalaji	K (cm vrk ⁻¹)	
Sora	864000	8640
Karkea Hiekka	86400	864
Hiekka	8640	86,4
Karkea Hieta *	864	8,64
Hieno hieta	86,4	0,864
Hiesu **	8,64	0,0864

* Heikosti maatunut turve, pinta

** Heikosti maatunut turve, pohja

Perinteisesti turvepelloilla on kyntöä pidetty hyvänä perusmuokkaustapana sen rikkakasveja torjuvan sekä pintamaan kuivumista ja lämpenemistä edistävien vaikutusten takia. Samalla pintamaa on saatu tasattua, jotta maa kuivuu tasaisesti ja kylvöä vaikeuttavilta painaumilta on vältytty, ja kylvöä haittaavat kasvintähteet on saatu mullattua. Kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta turvepelloille voi suositella kevytmuokkausta tai suorakylvöä, mikäli menetelmät sopivat pelton olosuhteisiin. Kyntäminen nopeuttaa turpeen hajoamista, joka lisää kasvihuonekaasupäästöjä. On kuitenkin otettava huomioon, että kynnön merkitys kasvihuonekaasupäästöjen lähteenä vä-

henee, kun onnistuneeseen kynnökseen tarvitsee tehdä vähemmän kylvömuokkausta (Luke 2024a). Ympäristö- ja ilmastonäkökulmasta paras ratkaisu on monivuotisen nurmen sisällyttäminen turvepellon viljelykiertoon. Silloin maata ei tarvitse muokata joka vuosi ja pelto on kasvukauden ulkopuolellakin kasvipeitteinen.

Oikein kuivatettu, lannoitettu ja kalkittu turvemaata on hyvää viljelysmaata, jonka sadontuottokyky ei tavanomaisena viljelyvuonna eroa kivennäismaista tai on jopa parempi. Ilmastonmuutoksen edetessä poutajaksot ovat lisääntyneet ja samalla kokemukset turvepeltojen paremmasta poudankestävyydestä.

2.2. Eloperäisten maiden luokittelu

Kansallisesti viljelysmaamme on jaoteltu **turvemaihin** (>40 painoprosenttia eloperäistä ainesta), runsaasti eloperäistä ainesta sisältäviin maihin eli **multamaihin** (20 % – 40 % eloperäistä ainesta) ja **kivennäismaihin** (0–20 % eloperäistä ainesta) (Heinonen 1978, Eurofins 2023). Lopuosa eloperäisestä maasta on kivennäismaan eri lajitteita. Ruokavirasto määrittelee lohkon turvepelloksi, kun eloperäisen aineksen määrä on >40 % 0–20 cm kerroksessa.

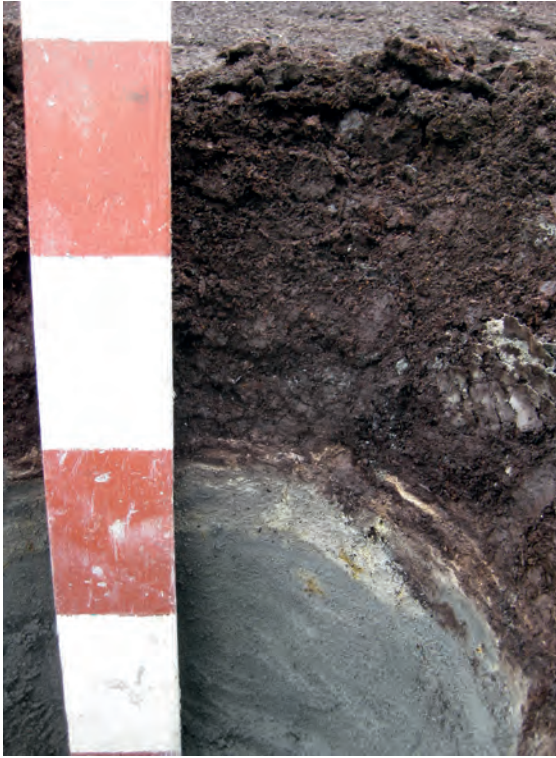
Turve- ja multamailla neuvonnallinen jaottelu perustuu eloperäisen aineksen määrään ja kivennäismailla maalajitejakaumaan. Turve- ja multamaiden laajennettu luokitus perustuu sen kerroksen paksuuteen, maatumisasteeseen sekä turpeen muodostaneen kasvuston tyyppiin.

Turvemaat jaotellaan edelleen ohut-(kuva 2.1) ja paksuturpeisiin (kuva 2.2) maihin. (Lilja ym. 2017). Hyvin syväturpeisten, jopa useiden metrien turvekerroksen, alueiden ominaisuudet eroavat edelleen paksuturpeisista maista, mutta niille ei ole vielä omaa vakiintunutta määritelmää turvekerroksen paksuuden tai muun ominaisuuden perusteella. Geologisissa maaperäkartoissa pohjamaaltaan turvetta olevat maat edustavat näitä syväturpeisiä maita, koska geo-

logisissa maaperäkartoissa pohjamaaksi merkitään 100 cm syvyydessä oleva maalaji (GTK 2018, Kuva 2.2).

Turvekerroksen paksuus ja maatumisaste vaihtelevat alueellisesti. Samalla pellolla voi olla sekä ohut- että paksuturpeisia lohkoja. Turpeen maatumisastetta voidaan arvioida von Postin menetelmällä (1922), ja eloperäisen aineksen määrä mitata laboratorioissa esimerkiksi viljavuusanalyysin yhteydessä. Yleisesti käytössä oleva von Postin (1922) menetelmä on aistinvarainen tapa luokitella turpeen maatumisastetta. Menetelmä ei ota kantaa turvemaahan kokonaisuutena, vaan ainoastaan turveaineuksen maatumisasteeseen, eli siihen miten pitkälle turveaines on hajonnut alkuperäisestä kasvimateriaalista (Taulukko 2.3).

Multamaat ovat maita, joissa on kivennäismaata ja sekoittuneena merkittävä määrä eloperäistä ainesta, viljavuusanalyysin mukaan 20–40 painoprosenttia. Multamaat ovat useimmiten syntyneet, kun turvemaata on tarkoituksellisesti syvämuokattu alla olevan kivennäismaan sekaan tai turvepellon turvekerros on maaton ja hajonnut niin pitkälle, että pintamuokkaus pääsee sekoittamaan maalajeja.



Kuva 2.1. Ohutturpeinen maa, jossa 20 cm paksu turvekerros. Kuva: Jaakko J Mäkelä

Kuten turvemailla, pintamaan alla olevan kerroksen ominaisuudet vaikuttavat multamaan viljavuuteen. Multamaat ovat sitä viljavampia eli hedelmällisempiä, mitä hienojakoisempaa niiden pohjamaan kivennäisaines on. Heikoin viljavuus on niillä mailla, joiden pohjamaa koostuu turpeesta. Pääosin multamaat ovat viljavimpia viljelysmaitamme (Yli-Halla & Simojoki 2017). Tämä tarkoittaa, että maa on ilmavaa ja ravinteiden saatavuus on hyvä suotuisan kosteuden takia.

Neuvonnallisessa viljavuusanalyysissä saatava maalajitieto perustuu muokkauskerroksen ominaisuuksiin (Aaltonen & Vuorinen 1949, Vuorinen & Mäkitie 1955, Juusela & Wäre 1956). Siten viljavuusanalyysin maalajitieto ei kerro välttämättä mitään sen alla olevien maakerrosten ominaisuuksista. Pintakerroksen alla oleva maa-aines saattaa kuitenkin poiketa merkittävästi alueellisesti. Saman maalajin muokkauskerroksen alla voi olla useita metrejä turvetta, tai kivennäismaa voi alkaa välittömästi eloperäisen kerroksen alla

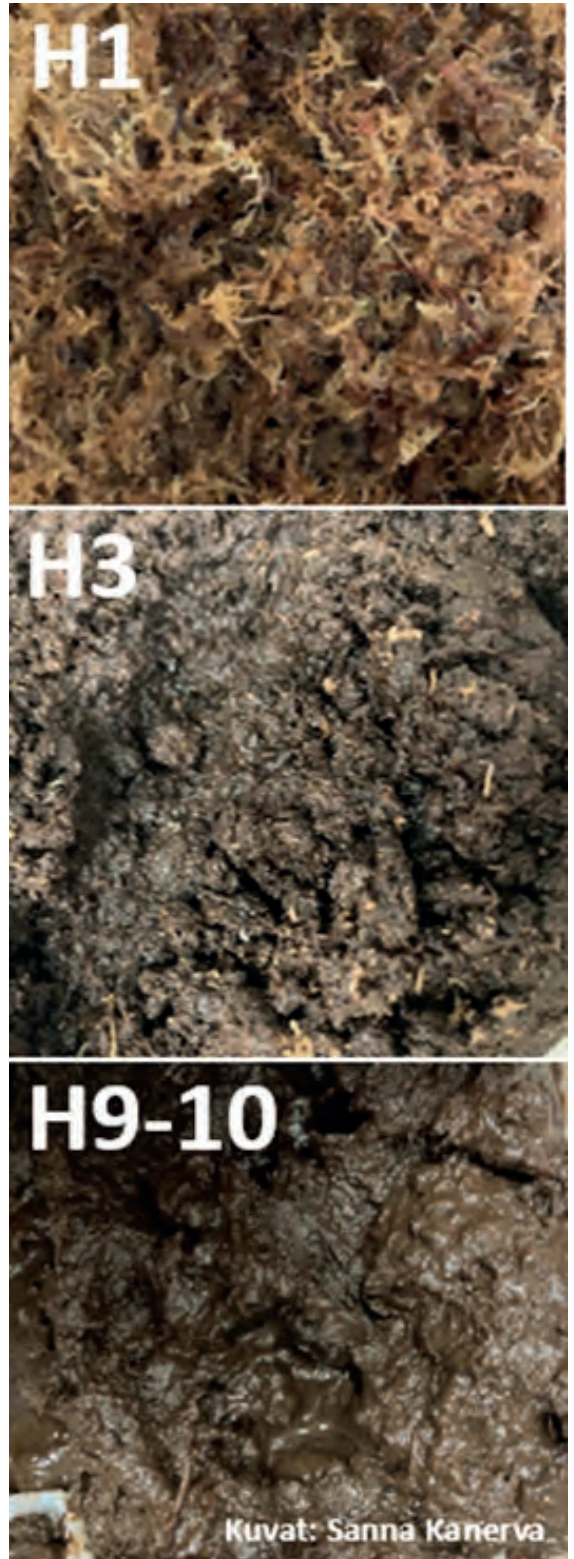


Kuva 2.2. Paksuturpeinen turvemaa, jossa 120 cm paksu turvekerros. Kuva: Merja Mylly

(Yli-Halla ym. 2022a). Tällä on merkitystä kuivatusta suunniteltaessa, ja se saattaa vaikuttaa ravinnevaluntoihin (Mylly ym. 2022, Yli-Halla ym. 2022b). Erityisesti pohjamaan tuntemus on olennaista ns. sulfaattimailla, niiden luontaisen happamuuden takia (Yli-Halla 2010, Autiola ym. 2022, Maaneuvo 2022).

Salaojasuunnittelussa perinteisesti käytetty kuivatustekninen luokitus sisältää maalajitiedon lisäksi maan kaivuuvastuksen tarkastelun (Saavalainen 1981). Viljavuustutkimuksesta poi-

H1	Täysin maatumaton	Turvetta kädessä puristettaessa lähtee sormien välistä väritöntä, kirkasta vettä. Kasvinosat täysin tunnettavissa, sitkeitä ja kimmoisia.
H2	Melkein maatumaton	Puristettaessa lähtee melkein kirkasta, kellanruskeata vettä. Kasvinosat miltei muuttumattomia.
H3	Hyvin heikosti maatonut	Puristettaessa lähtee selvästi sameaa vettä, muttei turveainetta. Puristeneste ei ole puuromaista. Jäännökset osittain tummuneita, mutta edelleen tunnettavissa.
H4	Heikosti maatonut	Puristettaessa lähtee hyvin sameaa vettä. Osa jäännöksistä hajaantuu amorfiseksi massaksi, minkä vuoksi puriste on jo jonkin verran puuromaista. Käteen jäävän puristejäännöksen muoto palautuu hieman takaisin.
H5	Jonkin verran maatonut	Kasvirakenne on pääosiltaan tunnettavissa. Puristettaessa turve hajoaa osittain puuromaiseksi massaksi. Puristeneste on hyvin sameata, siinä on selvästi havaittavissa amorfista massaa. Puristejäte jää sormien avaamisen jälkeen entiselleen, muoto ei palaudu
H6	Kohtalaisesti maatonut	Kasvirakenne epäselvä. Puristettaessa menee noin 1/3 turveaineesta sormien välistä, jäännös vahvasti puuromaista. Jäännöksen kasvirakenne selvempi kuin puristamattoman turpeen.
H7	Vahvanlaisesti maatonut	Kasvirakennetta voi erottaa vielä jonkin verran. Puristettaessa menee n. 1/2 turveaineesta sormien välistä. Jos vettä erottuu, se on vellimäistä ja hyvin tummaa.
H8	Vahvasti maatonut	Kasvirakenne hyvin epäselvästi näkyvää. Pääosa on amorfista massaa. Puristettaessa noin 2/3 turveaineesta menee sormien välistä. Vellimäistä vettä voi erkaantua. Jäännöksen muodostavat juuret ja muut hyvin säilyvät kasvinosat.
H9	Melkein maatonut	Tuskin mitään kasvirakennetta voi erottaa. Puristettaessa melkein koko turvemäärä menee samankaltaisena puurona sormien välistä.
H10	Täysin maatonut	Mitään kasvirakennetta ei voi erottaa. Puristettaessa menee koko turvemäärä sormien välitse eikä vapaata vettä irtoa ollenkaan.



Kuva 2.3. Turpeen maatumisaste. Täysin maatumaton (H1), hyvin heikosti maatonut (H3), Melkein tai täysin maatonut (H9–H10) turve. (von Post 1922)

keten salaojasuunnittelussa maaprofiili tutkitaan syvemmälle, ainakin salaojitusvyöhyteen asti. Eri luokitusjärjestelmistä kansallinen viljavuusanalyysin mukainen luokittelujärjestelmä (Aaltonen & Vuorinen 1949), ja kansainvälinen WRB-järjestelmä erottavat multamaat turvemaista. IPCC ja Soil Taxonomy -järjestelmät jakavat maat vain kivennäismaihin ja eloperäisiin maihin (Taulukko 3). Yhteneväisyyksistään huolimatta erilaiset luokittelujärjestelmät eivät yleensä ole toistensa kanssa täysin yhteensopivia.

Koska siirtyminen eri luokittelujärjestelmästä toiseen ei aina ole ongelmattonta, johdonmukaista tai neuvonnan kannalta tarkoituksenmukaista on suositeltavaa pyrkiä käyttämään mahdollisimman laajalti käytössä olevaa ja kotimaan olosuhteissa testattua termistöä. Kansallisesti vakiintuneita ja oloihimme jalostuneita käytäntöjä kuten jakoa multa- ja turvemaihin ei ole syytä ohittaa, vaan niiden käyttö rinnakkain kansainvälisten järjestelmien kanssa on perusteltua.

Kansainväliset luokittelujärjestelmät

Erilaisia maaperän luokittelujärjestelmiä on kansainvälisesti useita, joista laajimmin tunnetut ovat hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin eli IPCC:n (2006) kasvihuonekaasuinventaarissa käyttämät määritelmät, sekä Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestö FAO:n World Reference Base (WRB) ja Yhdysvaltain maatalousministeriö USDA:n Soil Taxonomy maannosluokittelujärjestelmät (Keys to Soil Taxonomy 2022, WRB 2022).

IPCC:n määritelmän mukaan maa, jonka muokkauskerroksessa on eloperäistä ainesta enemmän kuin 35 %, lasketaan turvemaaksi (IPCC 2006), kun taas Suomen kansallisessa luokituksessa raja on 40 % (Aaltonen & Vuorinen 1949). Luokittelultaan monimutkaisemmissa kansainvälisissä maannosluokitusjärjestelmissä turvemaat jakautuvat hajoamisasteensa, märkyytensä sekä eloperäisen aineksen pitoisuuden ja kerrospaksuuden mukaan. Turvemaat ja erittäin runsasmultaiset multamaat luokitellaan tyypillisesti Histosoleiksi, jos vaatimukset eloperäisen aineksen määrästä täyttyvät, kun taas turpeensa jo menettäneet ja hyvin ohutturpeiset maat luokitellaan usein Gleysoleiksi tai Regosoleiksi (WRB 2022). Runsaasti eloperäistä ainesta (13,8 % – 34,5 %) sisältävät maat, jotka eivät kuitenkaan saa Histosol nimeä, voivat WRB:ssä (2022) saada kansallisen järjestelmän multaiseen maahan verrattavissa olevan ”Mulmic”-lisätermin (Taulukko 2.1).

IPCC:n määritelmän mukaan maa, jonka muokkauskerroksessa on eloperäistä ainesta enemmän kuin 35 %, lasketaan turvemaaksi (IPCC 2006), kun taas Suomen kansallisessa luokituksessa raja on 40 % (Aaltonen & Vuorinen 1949). Luokittelultaan monimutkaisemmissa kansainvälisissä maannosluokitusjärjestelmissä turvemaat jakautuvat hajoamisasteensa, märkyytensä sekä eloperäisen aineksen pitoisuuden ja kerrospaksuuden mukaan. Turvemaat ja erittäin runsasmultaiset multamaat luokitellaan tyypillisesti Histosoleiksi, jos vaatimukset eloperäisen aineksen määrästä täyttyvät, kun taas turpeensa jo menettäneet ja hyvin ohutturpeiset maat luokitellaan usein Gleysoleiksi tai Regosoleiksi (WRB 2022). Runsaasti eloperäistä ainesta (13,8 % – 34,5 %) sisältävät maat, jotka eivät kuitenkaan saa Histosol nimeä, voivat WRB:ssä (2022) saada kansallisen järjestelmän multaiseen maahan verrattavissa olevan ”Mulmic”-lisätermin (Taulukko 2.1).

Taulukko 2.1. Viljelysmaiden luokittelu eloperäisiin ja kivennäismaihin.

Järjestelmä	Eloperäistä ainesta (%)	Luokitus
Viljavuuspalvelu (Eurofins 2023)	0–20	Kivennäismaat
	20–40	Multamaat
	40–100	Turvemaat
WRB (2022)	0–34,5	Kivennäismaat
	13,8–34,5	”Mulmic”, suom. ”multava”
	34,5–100	Eloperäiset maat
IPCC (2006)	0–35	Kivennäismaat
	35–100	Eloperäiset maat
Soil Taxonomy (2002)	0–21 / 31*	Kivennäismaat
	21 / 31* – 100	Eloperäiset maat ”Histosols”
		*Riippuen maalajista

Maannosluokitusjärjestelmät sisältävät runsaasti luokittelevia tekijöitä. Yksinkertaistetusti WRB-luokittelun mukaan eloperäiseksi maaksi luokiteltavalla maalla (jonka tulee olla vedellä kyllästetty vähintään kerran vuodessa, ellei kuivatettu) tulee olla pintakerroksessa yli 30 % eloperäistä ainesta savimaalla ja yli 20 % eloperäistä ainesta hietamaalla, ja eloperäisen aineksen kerroksen tulee olla vähintään 20 cm paksu. Kuivilla mailla vaatimuksena on 35 % eloperäisen aineksen pitoisuus pintakerroksessa (WRB 2022). Soil Taxonomy:n vaatimukset muistuttavat WRB:tä, mutta vaatimus eloperäisen aineksen kerroksen paksuudesta on suuremmassa roolissa (Taulukko 2.1).

Tilastokeskuksen määritelmä Kasvihuonekaasuinventaario

Kasvihuonekaasujen päästöinventaario on kunkin valtion alueella syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien vuosittainen laskenta IPCC:n menetelmäohjeitten ja kansainvälisten ilmastositomusten vaatimusten mukaisesti ja jonka tulokset kootaan määrämuotoisiin raportointitaulukoihin ja kansalliseen inventaarioraporttiin. Inventaario toimitetaan vuosittain EU:n komissiolle ja YK:n ilmastositomukselle. Sen lisäksi se toimitetaan vuorovuosin joko itsenäisenä kokonaisuutena tai kahden vuoden välein laadittavan Pariisin sopimuksen kaksivuotisraportin yhteydessä YK:n ilmastositomuksen sihteeristölle.

Lähde: Kasvihuonekaasuinventaario | Käsitteet | Tilastokeskus (stat.fi)

2.3 Sara- ja rahkaturpeet

Erilaisia suotyyppisiä on lukuisia. Suomalaisen metsätyyppiluokituksen mukaan (Cajander 1949) suot luokitellaan maan rakenteen, ravinteiden määrän, kosteuden, lämpötilaolojen ja kasvuston perusteella (Taulukko 4). Samaa luokittelua käytetään myös turvepelloilla (Taulukko 2.2). Erityyppisillä soilla kasvaa erilaista kasvustoa, joka vaikuttaa myös muodostuvaan turvelajiin. Lähtöaineidensa perusteella turpeet jaetaan kansallisesti sara- (*Carex* turve, Ct) ja rahkaturpeisiin (*Sphagnum* turve, St), ja niiden seoksiin (Taulukko 4). Turpeet eroavat värinsä, rakenteensa ja kemiallisten ominaisuuksiensa perusteella toisistaan, mutta ne ovat oikeoppisesti lannoitettuina ja kalkittuina yhtä lailla viljelykelpoisia ja poudankestäviä. Suurin osa turvepelloista on saraturpeita (GTK 2024, Iivonen 2008).

Saraturpeet ovat sarakasvien, lehtisammalten, heinien ja ruohojen jäänteistä muodostuneita turpeita. Aistinvaraisesti saraturpeissa voidaan havaita puiden ja varpujen jäänteitä, kortteen varsia, pähkylöitä ja siemeniä. Saraturpeet ovat huopamaisia sarojen juuriston vaikutuksesta. Saraturpeissa on runsaasti typpeä, ja niiden pH on korkeampi kuin rahkaturpeiden (Urvas ym. 1979).

Rahkaturpeet ovat muodostuneet ravinneköyhästä rahkasammalista, tupasvillasta ja varvuisista. Maatumattomassa rahkaturpeessa sammalien lehdet, varret ja varvut ovat selvästi tunnistettavissa. Rahkaturpeet ovat vaaleampia, vähäravinteisempia ja happamampia kuin saraturpeet. Veden- ja ravinteidenpidätyskapasiteetti on rahkaturpeilla saraturpeita suurempi. (GTK 2024, Puustjärvi 1965)

Taulukko 2.2. Eloperäisten maalajien luokkia. (Vuorinen 1952)

Lyhenne	Eloperäinen aines
Lj	Lieju
Jm	Järvimuta
Mm	Multamaa
Mt	Muta
BCt	Ruskosammalsaraturve
Ct	Saraturve
LCt	Metsäsaraturve
SCt	Rahkasaraturve
CSt	Sarahkaturve
LSt	Metsärahkaturve
St	Rahkaturve

2.4 Soiden ja turvepeltojen maantieteellinen esiintyminen, sijainti ja pinta-alan kehitys

Suomen maa-alasta noin kolmannes, noin 9 Mha on turvemaita (VMI12 2021). Ojitettuja suoalueita löytyy ympäri maata, mutta Suomen suometsistä, metsäojitetuista soista ja turvepeltoista puolet sijaitsee Pohjanmaan maakunnissa (VMI12 2021). Ojittamattomista suoalueista merkittävin osa sijaitsee Lapissa (VMI12 2021).

Aktiivisin soiden ojitus alkoi noin sata vuotta sitten. Vuoden 1920 maataloustiedustelun mukaan (Lilja 1931) Suomen silloisesta noin 2 Mha

peltoalasta 0,5 Mha oli turvemaita. Vuoden 1941 maatalouslaskennassa (SVT 1945) turvemaita taas oli 752 000 ha, ja vuoden 1950 laskennassa (SVT 1954) 895 500 ha. Näiden arvioiden perusteella sotien jälkeisinä vuosina pelloiksi raivattu ala olisi kasvanut noin 140 000 ha. Arviot pinta-aloista ovat suuntaa antavia, sillä esimerkiksi jo Pessi (1966) esitti 1950-luvun turvepeltojen pinta-alaksi 720 000, mutta oletti suoviljelysten olevan aineistoissa aliedustettuja.

Taulukko 2.3. Maatalousmaiden turvetieto -hankkeen mukaisia turvepeltojen pinta-aloja. (Räsänen ym. 2023)

	Maakunta	Maatalousmaa-ala (ha)	Turvemaiden ala maatalousmailla (ha)	Turvemaiden osuus maatalousmaasta (%)	Turvekerroksen keskimääräinen paksuus peltolohkoilla (cm)	Peltolohkoa, joilla turvekerroksen paksuus mitattu (kpl)
1	Ahvenanmaan maakunta	22 105	204	0,9	117	9
2	Etelä-Karjala	62 667	7 268	11,6	163	255
3	Etelä-Pohjanmaa	267 245	44 834	16,8	124	2 361
4	Etelä-Savo	94 581	6 660	7,0	138	336
5	Kainuu	36 465	7 856	21,5	133	414
6	Kanta-Häme	111 716	6 546	5,9	151	223
7	Keski-Pohjanmaa	62 581	18 099	28,9	109	1 804
8	Keski-Suomi	115 429	9 386	8,1	135	431
9	Kymenlaakso	93 034	3 755	4,0	160	182
10	Lappi	63 655	18 761	29,5	132	1 507
11	Pirkanmaa	182 497	11 200	6,1	132	286
12	Pohjanmaa	148 650	10 679	7,2	106	748
13	Pohjois-Karjala	105 203	12 325	11,7	133	493
14	Pohjois-Pohjanmaa	269 287	71 533	26,6	110	4 551
15	Pohjois-Savo	172 703	17 320	10,0	122	1 110
16	Päijät-Häme	90 052	3 418	3,8	127	61
17	Satakunta	153 890	13 095	8,5	131	549
18	Uusimaa	196 187	3 987	2,0	96	171
19	Varsinais-Suomi	309 806	5 446	1,8	115	296
	KOKO MAA	2 557 751	272 372	10,6	120	15 708

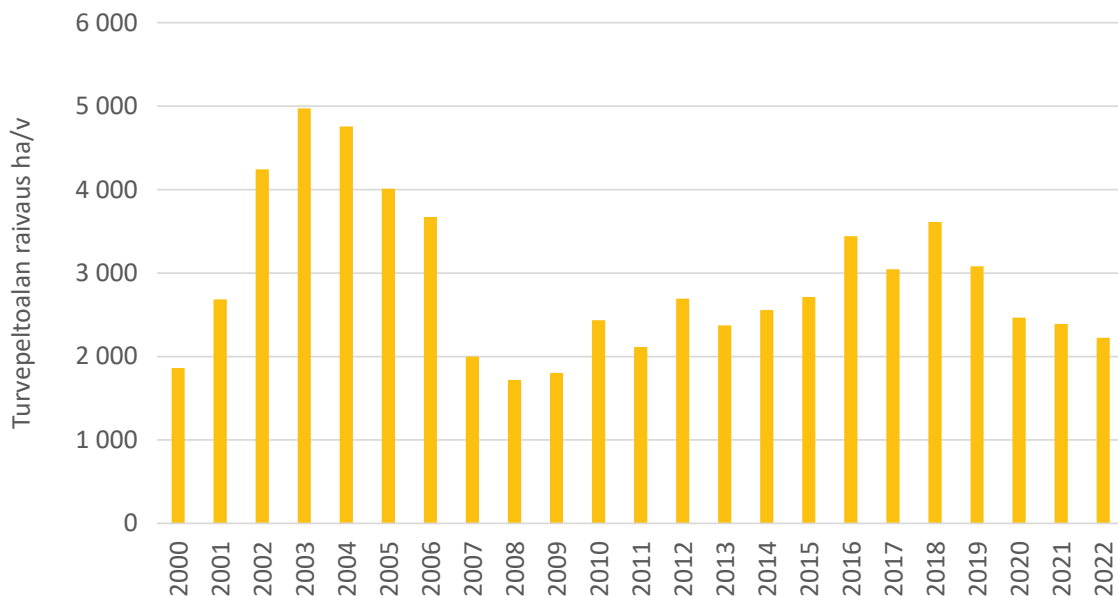
Vuoden 1945 Maanhankintalain käyttöönoton jälkeen maata jaettiin noin 3 miljoonaa hehtaaria, ja 1950-luvun lopulle mennessä uusia tiloja oli perustettu noin 100 000. Ei ole selvää mikä osuus maanhankintalain alaisista tiloista perustettiin turvemaille. Valtaosa uusista tiloista perustettiin Itä- ja Pohjois-Suomeen, joissa tarvittiin puunhankintatyövoimaa (Tuuri 1998), ja jossa sijaisi myös runsaasti käyttöön ottamattomia turvemaita.

Laskutavasta ja lähteestä riippuen, runsas puolet eli 4,65–4,8 Mha (Virtanen & Vakkilainen 2017, Sallinen ym. 2019) kaikista suoalueistamme on ojitettu. Ojitetuista turvemaistamme noin 3 prosenttia on maatalouskäytössä, mikä vastaa noin 10 prosenttia Suomen kokonaispeltoalasta (Taulukko 2.3). Turvetuotannossa turvemaista on 0,6 prosenttia prosenttia (VMI 11, VMI 12). VMI 11 (2013) mukaan metsäojitettuja soita oli vuonna 2013 4,6 Mha, ja vuonna 2018 4,7 Mha (VMI 12) ja kivennäismaita 1,3 Mha (VMI 11, VMI 12).

Turvelpeltojen raivaustahti on laskenut 2000-luvulla. Vuosina 2000–2017 peltoa raivat-

tiin keskimäärin 3600 ha/v, ja vuonna 2017 2900 ha (Kekkonen 2017). Tukikelpoisuuden rajoittamisen myötä raivaus on edelleen hidastunut, vuosina 2020–2022, jolloin Luke arvioi turvelpelto-pinta-alan kasvaneen keskimäärin noin 2300 ha/v (Luke 2023(a)). Vuonna 2020 Lehtonen ym. (2020) arvioivat, että turvelpeltojen alan kasvu joko hidastuisi merkittävästi 300 ha/v tasolle tai lakkaisi kokonaan vuoteen 2023 mennessä. Kokonaisuudessaan raivausalan trendi onkin ollut hitaasti laskeva vuodesta 2000 lähtien mutta ei niin nopeasti kuin 2020 arvioitiin (Kuva 2.4).

Nykyinen tukijärjestelmä ei kannusta lisäalan raivaamiseen, sillä vasta raivattujen peltojen saaminen pinta-aratukien piiriin on erittäin hankalaa ja epävarmaa. Lisäksi investointitukia (ml. tuki salaojituksiin) ei myönnetä uusille raivoille, *elleivät ne liity peruslohkon muotoa parantavaan muutokseen tavalla, joka todetaan hyväksyttäväksi peltolohkokesterin päivityksen yhteydessä, tai ne tule uutena maatalousmaana tilusjärjestelyn perusteella* (Valtioneuvosto 2023). Uusilla aloilla on voimassa ns. vaatimus pysyvistä nurmikasvustosta (Ruokavirasto 2023).



Kuva 2.4. Turvelpeltoalan raivaus 2000-luvulla. (Tilastokeskus 2024(a))

3. Ympäristö ja ilmastokysymykset

3.1 Vesiensuojelu

3.1.1 Valunta ja ravinnehuhtouma

Viljellystä turvemaasta huuhtoutuu ravinteita salaoja-, pohjavesi- ja pintavalunnan kautta. Ravinteiden huuhtoutumiseen vaikuttavat pääasiallisesti samat tekijät kuin kivennäismaillakin. Huuhtoutumista säätelevät pellon fysikaaliset, biologiset ja kemialliset ominaisuudet kuten kaltevuus ja vedenläpäisykyky, veden kokonaisvalunta, maan veden ja ravinteiden pidätyskapasiteetti sekä helposti huuhtoutuvien ravinteiden pitoisuus maassa. Turvemaiden on todettu pidättävän fosforia heikosti, ja typen pitoisuus valuntavedessä on suurempi kuin kivennäismailla (Sippola 1989, Pham ym. 2023).

Turvemaan painuessa ja pintamaan hajotessa mikrobitoiminnan tuloksena sen alla oleva pohjamaa tulee lähemmäs maan pintaa, ja sen sisältämät ravinteet tulevat helpommin kasveille käyttökelpoisiksi mutta samalla niiden huuhtoutumisriski kasvaa, ja painuneen maan tulvariski lisääntyy (Ikkala ym. 2021). Tulvariskiä voidaan hallita esimerkiksi tulvavesiä pidättävien kosteikkojen avulla (Parjanne & Marttunen 2021).

Ravinnekuormituksen ja kasvien kannalta merkityksellisimmät ravinteet ovat fosfori ja typpi, mutta jos turvekerroksen alla on hapan- ta sulfaattimaata, myös rikin ja raudan pitoisuudet voivat olla korkeita (Huhta 1989, Turtola 1989, Mäkelä & Yli-Halla 2013, Yli-Halla 2017). Kasveille tarpeellisen kaliumin pitoisuudet ovat taas tyypillisesti matalia (Virkajärvi ym. 2014, Suomela 2021). Metalleja paljon sisältävän kiintoaineksen kuten mustaliuskeen (tai musteliuskemuodostuman) päälle kasvaneen suon pohjamaahan rikastuvien metallien pitoisuudet voivat olla 50–100 kertaisia taustapitoisuuksiin verrattuna (Virtanen & Lerssi 2006, Mäkelä & Yli-Halla 2013, Yli-Halla ym. 2017).

Myllyksen ym. (2022) mukaan typen ja fos-

forin kuormitus Luonnonvarakeskuksen Tohmajärven turvepeltoalueelta riippui kokonaisvalunnan määrästä. Pelloilta tulevaa valuntaa voidaan vähentää esimerkiksi säätösalaajituksella, joka todennäköisesti vähentäisi ravinnevaluntoja samalla kun nostetun vedenpinnan hidastava vaikutus turpeen hajoamisnopeuteen toisi lisäetua. Myllyksen ja Tähtikarhun (2024) mukaan Vesihäisi hankkeen tuloksissa kokonaisvalunnan hallinta säätösalaajituksella (padottamalla vettä säätökaivoihin) laskee kokonaisvaluntaa. Koeruutujen ravinnekuormitus laskee 26–39 %:iin tavanomaisen salaajituksen kuormituksesta. Altakasteluruuduilla ravinnekuormitus laskee puoleen tavanomaisesta, kun vettä aktiivisesti pumpattiin koeruutujen salaajaverkostoon.

Ruukin ohutturpeisen koekentän tulosten perusteella (Yli-Halla ym. 2022b), turvekerroksen paksuus vaikutti merkittävästi ravinteiden huuhtoutumiseen. Typen huuhtoutuminen paksaturpeisilta ruuduilta oli suurempaa kuin ohutturpeisilta. Lisäksi paksaturpeisilla ruuduilla veteen liunneen ortofosfaattifosforin osuus oli suurempi kuin ohutturpeisimmilla ruuduilla. Kaiken kaikkiaan Ruukin kentältä tuleva fosforikuormitus on ollut pientä verrattaessa Suomessa pelloilta keskimäärin tulevaan fosforikuormitukseen. Tämä johtunee siitä, että kaikilla lohkoilla salaajaputket sijaitsevat happamassa kivennäismaassa (Yli-Halla et al. 2022, Pham et al. 2023).

Tohmajärven pitkäaikaiskokeiden tulosten perusteella nurmenviljely turvemailla on ravinnehuhtouman kannalta suositeltavaa. Tohmajärven kokeet tehtiin käytännössä yksinomaan aapasoista raivatuilla suoalueilla, ja niiden tulokset ovat melko laajasti yleistettävissä (Myllys ym. 2022). Tohmajärven pitkäaikaisten (metsäsaraturve)peltokokeiden aineistot, Ruukin (sara)turvepeltokokeet ja Jokioisten (sara)

turvealuntakentän (Vesihäisi-hanke) tulokset edustavat merkittävää osaa tällä hetkellä saatavilla olevasta ajantasaisesta turvepeltojen typpi- ja fosforivarantojen tarkastelusta. Vaikka näiden turvepeltokokeiden tulokset ovatkin yleistettävissä, on huomattavaa, että kemiallisfysikaaliselta luonteeltaan koekentät eroavat toisistaan kivennäismaalajinsa ja viljelyhistoriansa osalta.

3.1.2 Fosfori

Turvepeltojen fosforikuormitus vesistöihin vaihtelee turvekerroksen paksuuden, veden kokonaisvalunnan ja turvekerroksen alla olevan kivennäismaan ominaisuuksien mukaan. Huuhtoumat ovat kokonaisuudessaan keskimäärin samankaltaisia kuin kivennäismailta tuleva huuhtouma (Myllys ym. 2020), mutta toisin kuin kivennäismailla, fosforivalunnan pääasiallinen kulkeutumismekanismi ei ole eroosioaineksen mukana partikkelifosforina vaan liukaisen fosforin muodossa ortofosfaattina (Myllys ym. 2020). Turvemaidella pintamaan vähäinen tai kokonaan puuttuva mineraalikiintoaineksen määrä johtaa siihen, että eroosioaineksen mukana kulkeutuvan fosforin määrä pysyy luonnollisesti pienenä, mutta liukaisen fosforin pitoisuus on korkeampi, joten fosforikuormitus kokonaisuudessaan on verrattavissa kivennäismaiden fosforin kulkeutumiseen pois pellolta (Myllys ym. 2022). Turvemaidet ovat myös usein tasaisia, mikä vähentää eroosioriskiä. Vastaavasti lannoitusfosforin savimineraaleihin vähäisemmän pidättymisen vuoksi lannoitusfosforin käytön tehokkuus on turvemaidella kivennäismaita korkeampi (Eloinen 1988, Saarela 2010).

Kivennäismailla mukaan lukien ne entiset turvemaidet, joilta eloperäinen aines on huvennut, fosforin huuhtoutuminen partikkelifosforina perustuu merkittävästi osin sen pidättymiseen maan alumiini- ja rautaoksidiin, joiden kulkeutuminen eroosioaineksen mukana vesistöihin johtaa vesistökuormitukseen. Vesiliukoisessa muodossa olevan ortofosfaattifosforin osuus valunnasta kivennäismailla on tyypillisesti merkittävästi pienempi kuin eroosioaineksen mukana kulkeutuvan partikkelifosforin.

Alueelliset vaihtelut fosforin huuhtoutumisesta turvemaidella ovat merkittäviä. Ruukin koekentän salaojavesien kokonaisfosforipitoisuudet ovat selvästi matalammat (keskimääräinen fosforin kokonaisvuosikuormitus 0,28 kg ha) (Yli-Halla ym. 2022a) kuin pitkäaikaisen Tohmajärven salaojavaluntakokeen (kuormitus 0,9 kg ha^{v⁻¹}) (Myllys ym. 2020). Molemmat olivat pienempiä kuin keskimäärin viljelysmaiden 1981–2010 vesistökuormitus (1,1 kg ha^{v⁻¹}) pienten valuma-alueiden tutkimuksessa, jossa maatalousmaat olivat pääosin kivennäismaita (Tattari ym. 2017).

Tohmajärven turvepeltoalueen pitkäaikaisaineistossa kokonaisfosforikuormitus oli ratkaisevasti riippuvaista valunnan määrästä ja viljelykasvista (Myllys ym. 2022). Nurmilta fosforia huuhtoutui enemmän kuin ohralta, mutta bioenergian raaka-aineeksi kasvatetun nurmen valunnat olivat rehunurmea pienempiä.

Ruukin koekentällä liukaisen fosforin matala pitoisuus voi selittyä valuntaveden salaojaputkiin kivennäisaineksen ja sen sisältämien metallioksidien läpi suotautumisella, koska fosfaattifosforilla on voimakas taipumus pidettyä oksidipinnoille erityisesti matalassa pH:ssa (Hartikainen 2016). Yli-Hallan ym. (2022a) mukaan salaojituksen asennussyvyys voikin olla merkityksellinen fosforinvalunnan hillinnässä turvepelloilta.

3.1.3 Typpi

Turpeen eloperäiseen ainekseen sitoutunut typpi vapautuu turpeen maatuessa ammoniumina (NH₄⁺), joka hapellisissa oloissa hapetetaan nopeasti nitraatiksi (NO₃⁻) nitrifikaatioissa. Anionisen nitraatti-ionin pidättäminen suomalaisilla mailla on hyvin vähäistä, joten se on pääasiasa vesiliukoisessa ja pidättymättömässä muodossaan altis huuhtoutumiselle. Hapettomissa ja happamissa oloissa vapautunut typpi on pääosin ammoniumtyyppiä (NH₄⁺), joka toisin kuin nitraatti, pystyy kationisena (eli positiivisena) ionina pidättymään sekä maan kationinvaihtopinnoille että savimineraalien kerrosväleihin, joissa se syrjäyttää luonnollisen kaliumin lisäten kaliumin huuhtoutumista (Kaila 1967). Ammoniumtyypin pitoisuudet voivat olla turvemaiden

pohjaturpeessa hyvin suuria, kun redox- eli hapetus-pelkistyspotentiaali ja pH ovat riittävän matalia (Yli-Halla ym. 2022a).

Tohmajärven 1983–2000 pitkäaikaisaineiston mukaan typen huuhtoutuminen riippuu kokonaisvalunnan määrästä. Merkittävin osa typpikuormituksesta tulee salaojavesistä, kun salaojaveden typpipitoisuus on suurempi kuin pintavalunnan ja pintavalunnan vesimäärä oli vähäinen (Myllys ym. 2022). Kokonaisuudessaan typen kuormitus turvemaalta oli kuitenkin yli kaksinkertainen kivennäismaihin verrattuna.

Valuntaveden mukana kulkeutuvan typen muoto ja siten typen välitön vaikutus vesistöissä riippuu valunnan lähteestä. Turvepelloilta huuhtoutuvan typen pääasiallinen muoto (58 %, 10,4 kg ha v) oli Tohmajärven pitkäaikaiskokeissa liukoista orgaanista tyyppiä (DON-typpi), ammoniumtypen ollessa noin 11 % (1,9 kg ha v), ja nitraattitypen noin 32 % (5,7 kg ha v) kokonaisytyypestä (18 kg ha v) (Myllys ym. 2022).

Jokioisten turvevaluntakentällä määritettyjen alustavien mittausten perusteella noin puolet tur-

vepellon valuntaveden liukoisesta tyypestä on mineraalityyppiä ja puolet eloperäiseen ainekseen sitoutunutta (Myllys 2024). Samansuuntaisiin tuloksiin päätyivät myös Yli-Halla ym. (2022a) ja Pham ym. (2023), joiden mukaan Ruukin koekentän syväturpeisen osan vuosittainen kokonaisytyppikuormitus oli 15,4 kg/ha ja ohutturpeisen osan 9,2 kg/ha. Tattari ym. (2017) mukaan pitkäaikainen typen huuhtouma suomalaisilla peltomailla on keskimäärin 15,5 kg/ha/v pienten valuma-alueiden tutkimuksessa, jossa maatalousmaat olivat pääosin kivennäismaita.

Kokonaisvalunnan hillintä on todennäköisesti paras keino vähentää typen huuhtoutumista turvepelloilta (Myllys & Tähtikarhu 2024, Myllys ym. 2024). Erityisesti paksuturpeisten turvepeltojen (Yli-Halla ym. 2022b) eloperäisen aineksen hajoamisen estäminen ja typen mobilisoinnin rajoittaminen kokonaisvaluntaa heikentämällä/vähentämällä pohjaveden pintaa säättämällä, esimerkiksi padottamalla, on todennäköisesti kustannus- ja resurssitehokkain hallintakeino.

3.2 Luonnon monimuotoisuus

Turvepellot lisäävät peltoekosysteemien monimuotoisuutta elinympäristöinä. Uusimpien tutkimusten mukaan (MURU 2024) suurin uhka peltoluonnon köyhtymiseen on yleisesti kaikilla maalajeilla avointen alueiden umpeenkasvu ja laidunnuksen puute.

Suomessa turvepeltojen viljely kytkeytyy usein karjatalouteen. Koska laidunnuksen puutteen on todettu (Heliölä 2024) olevan merkittävä syy maatalousluonnon heikentymiselle peltojen umpeenkasvun lisäksi, karjan laiduntamista voi tulevaisuudessa helposti hyödyntää turvepeltojen luonnon monimuotoisuuden rikastuttamiseksi.

Turvepeltojen metsittämisen ja ennallistamisen vaikutuksia tulisi siten tarkastella myös maatalousluonnon monimuotoisuuden ja rakennepiirteiden moninaisuuden näkökulmasta. Monimuotoisuuden kannalta pelkässä kasvin-tuotannossa olevan turvepellon muuttaminen esimerkiksi laidunnusta vaativaksi suo- tai tulvaniityksi, olisi positiivinen muutos (Syke 2022, MURU 2024). Jotta tällaisten toimenpiteiden vaikutukset peltoluontoon ja sen ympäristöön olisivat kokonaisuudessaan myönteisiä, ylilaidunnusta on vältettävä ja maan kantavuudesta tulee huolehtia. Kierto- eli rotaatiolaidunnus ja vesitalouden optimointi ovat tässä keskeisiä käytäntöjä myös turvepelloilla.

Turvepeltojen merkitystä maankäytön rakennepiirteisiin, avoimeen maisemaan ja luonnon monimuotoisuuteen voidaan optimoida yhdessä ilmastovaikutusten kanssa eri lailla eri puolilla Suomea. Lehtonen ym. 2024 ehdottaa, että turvepeltojen merkittävimmät ilmastotoimet tehtäisiin alueilla, joilla niiden vaikutus maa-seutuelinkeinoon, tai niiden osuus kokonaispeltomäärästä on vähäisempi. Yksivuotisten

kasvien tuotannon siirto turvemailta kivennäismaille maan eteläosissa tarjoaa mahdollisuuden suhteessa suurempiin päästövähennyksiin kuin Pohjois- ja Itä-Suomen alueilla, joilla valtaosa turvepelloista on jo ennestään nurmentuotannossa (Lehtonen ym. 2024). Tällöin myöskään ruuantuotannon toimintaedellytykset eivät heikenny.

3.3 Ilmastokysymykset

3.3.1 Kasvihuonekaasupäästöt

Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu, jonka avulla arvioidaan myös muiden kasvihuonekaasujen päästöjä. Eri kasvihuonekaasujen yhteisvaikutuksen arvioimiseksi niiden päästöt muunnetaan vastaamaan hiilidioksidin aiheuttamaa ilmakehän lämmityspotentiaalia. Päästöjen lämmitysvaikutus lasketaan yhteen, ja ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂-ekv).

Maatalouskäytössä olevat turvemaa- muodostavat Luonnonvarakeskuksen arvioiden mukaan noin 10-11 % Suomen kokonaispeltopinta-alasta (Luke 2017, 2022a). Eloperäisiä eli turve- ja multamaita on yhteensä noin 15 % peltopinta-alasta, josta noin 39 % multamaata ja 61 % turvemaita (Luke 2011). Turvemaiden osuus maatalousmaiden laskennallisista hiilidioksidipäästöistä on Suomen Tilastokeskuksen (2021) mukaan kuitenkin jopa 82 %, ja dityppioksidin päästöistäkin 43 %. Metaanipäästöt pelloista ovat vähäisiä (Gerin ym. 2023), vaihdellen laskutavasta, ajasta ja paikasta joko pienen nielun tai pienen päästön välillä (Yli-Halla ym. 2022a, Evans ym. 2021, Maljanen ym. 2010). Metaanipäästöt kasvavat, kun turvemaita vetetään mutta samanaikaisesti hiilidioksidi-(Escobar ym. 2022) ja dityppioksidipäästöt (Minkkinen ym. 2019) laskevat, joten ilmakehän lämmityspotentiaali kokonaisuudessaan laskee.

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöinä EU:n taakanjakosektorissa (Ympäristöministeriö 2024)

Suomen hiilineutraalisuustavoite

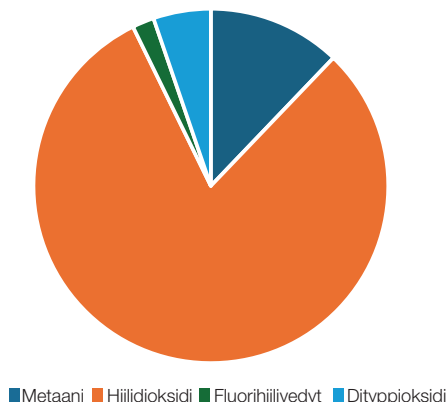
Suomen ilmastopolitiikka on vahvasti suuntautunut kohti hiilineutraalisuutta. Kansallisessa ilmasto- ja energiastategiassa linjataan toimia, joiden avulla Suomi täyttää EU:n vuoden 2030 ilmastovelvoitteet ja saavuttaa ilmastolain mukaiset tavoitteet. Nämä tavoitteet sisältävät kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen 60 prosentilla vuoteen 2030 mennessä ja hiilineutraalisuustavoitteen vuoteen 2035 mennessä. Lisäksi uusi ilmastolaki asettaa päästövähennystavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050, pyrkien jopa 95 prosentin vähennykseen vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon.

Lähde: Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastategia – Valto (valtioneuvosto.fi)

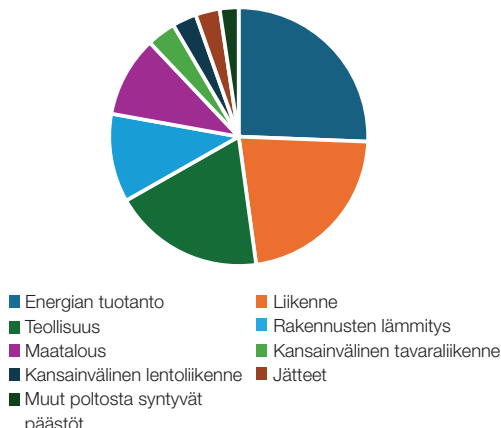
huomioidaan dityppioksidi ja metaani. Hiilidioksidi käsitellään maankäyttösektorin (LULUCF, eli Land Use Land Use Change and Forestry) päästönä, lukuun ottamatta kalkituksen tuottamaa hiilidioksidia. EU:ssa kasvihuonekaasupäästöistä suurin osuus oli vuonna 2019 hiilidioksidilla (80 %) ja metaanilla (11 %), kun taas dityppioksidin (6 %) ja fluorattujen hiilivetyjen (2 %) osuudet jäivät merkittävästi pienemmiksi CO₂-ekvivalentteina mitattuna (Kuva 3.1). Vuonna 2021 EU:n kokonaispäästö oli noin 3,2 Gt CO₂-ekv.

Vuonna 2023 Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olivat ennakkotietojen mu-

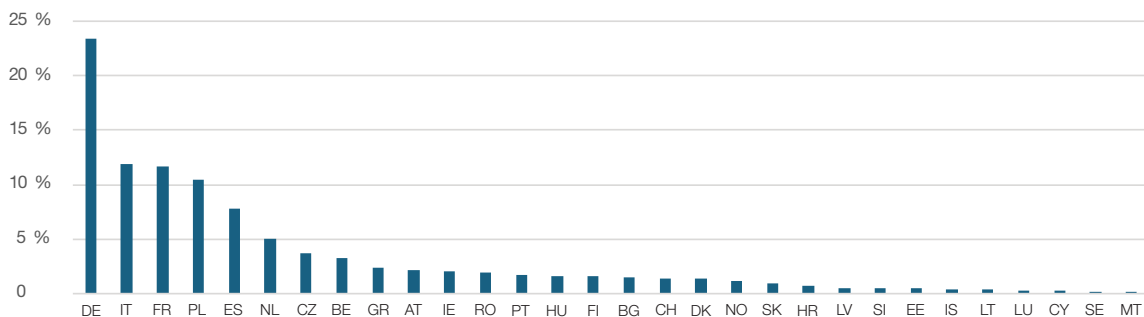
EU:n kasvihuonepäästöt jaoteltuna EU-27, 2022



Kasvihuonepäästöt jakautuminen sektoreittain EU-27, 2022



Kasvihuonekaasupäästöt EU 2022 maiden osuus CO₂-ekv päästöt



Kuva 3.1. EU:n kasvihuonekaasupäästöt ja niiden jakautuminen vuonna 2022 (Euroopan ympäristökeskus 2024)

kaan noin 41 Mt CO₂-ekv, josta taakanjakosektorin osuus oli 25,1 Mt CO₂-ekv (Tilastokeskus 2024(b)).

Sadon kulutuksessa (ravinto, jatkojalostus, hävikki) päästetään ilmakehään hiilidioksidi, joka on pellolla sidottu osana yhteyttämistä ja maan kasvua. Laskennassa kulutuksen päästöt laskeaan maataloudelle, koska yhteyttämisen hiilidioksidia ei lasketa pellon hiilitaseeseen. Tämä johtaa siihen, että ruokaa tuottavilla kunnilla on vaikeampi päästä hiilineutraaleiksi toisin kuin kaupungit, joissa ruokaa syödään ja jotka pääosin tosiasiaassa aiheuttavat ruoan kulutuksen päästöt (Hiilineutraali Suomi 2024).

3.3.2 Kasvihuonekaasujen kemia

Kemiallisesti kasvihuonekaasupäästöt muodostuvat hapetusreaktioiden (hiilidioksidi), pelkistysreaktioiden (metaani), tai sekä hapetus- että pelkistysreaktioiden (typenoksidit ja dityppioksidi) tuloksena. Turvepellolla vedenpinnan korkeudella on suuri merkitys sille, onko maassa hapettavat vai pelkistävät olot. Kun vedenpinta on korkealla, vedenpinnan alapuolella oleva maa päätyy ennen pitkää hapettomaan tilaan, jossa vallitsevat pääosin pelkistyneet olot. Kun pohjavedenpinta on matalalla, suurempi osuus maaprofilista pysyy hapellisena, jolloin hapettavat reaktiot vallitsevat maassa.

Hiilidioksidi (CO₂)

Hiilidioksidia muodostuu eloperäisen aineksen aerobisessa biologisessa hajotuksessa elollisten olentojen aineenvaihdunnassa ja kemiallisessa palamisessa. Yksinkertaisimmillaan reaktio voidaan kirjoittaa muotoon: $x\text{C} + x\text{O}_2 = x\text{CO}_2$. Yksi yksikkö alkuainehiiltä ja yksi yksikkö happikaasua palaa yhdeksi yksiköksi hiilidioksidia. Käytännössä tämänkaltaista reaktiota ei kuitenkaan tapahdu luonnossa, vaan reaktio tapahtuu tyypillisesti orgaanisten molekyylien ja hapen välillä, kuten glukoosin hapettumisessa, jossa on sama C/O suhde $1: \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$.

Metaani (CH₄)

Metaania syntyy hapettomissa oloissa anaerobisissa reaktioissa mikrobitoiminnan tuloksena, jossa hiilidioksidi pelkistyy metaaniksi ja vedeksi: $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$. Metaani on kasvihuonekaasu, mutta tavanomaisesti sen päästöt turvepeltomaista ovat vähäisiä, tai turvepeltomaat jopa toimivat metaanin nieluina. Metaanin on arvioitu olevan kasvihuonekaasuvaikutukseltaan n. 28-kertainen hiilidioksidiin verrattuna (Myhre ym. 2013)

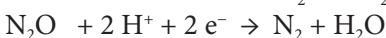
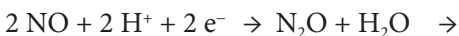
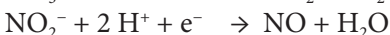
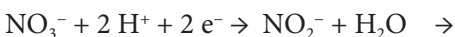
Typenoksidit (NO_x) ja dityppioksidi (N₂O)

Typenoksideja ja dityppioksidia muodostuu sekä typen hapetus- (nitrifikaatio) että pelkistysreaktioiden (denitrifikaatio) sivutuotteina.

Nitrifikaatio



Denitrifikaatio



Dityppioksidin (N₂O) lisäksi reaktioissa syntyy typpioksidia (NO) ja typpidioksidia (NO₂), mutta ne eivät ole kasvihuonekaasuja. Dityppioksidin kasvihuonekaasuvaikutus on sadan vuoden tarkastelujaksolla 265-kertainen verrattuna hiilidioksidiin (Myhre ym. 2013).

3.3.3 Kasvihuonekaasupäästö-laskenta

Peltojen kasvihuonekaasupäästöjen laskentaa määrittävät IPCC:n laskentasäännöt (IPCC 2006, IPCC 2013). Sadon mukana pelloilta poistuvan hiilen katsotaan olevan lyhytaikaisessa kierrossa, sillä se käytetään nopeasti ruokana ja rehuna, jolloin se päättyy takaisin ilmakehään hiilidioksidina. Koska käytännössä kaikki peltokasvituotanto on ruohovartisten kasvien tuotantoa, peltojen hiilipäästöjä maaperästä tai kasvijätteistä ei kompensoida sadon sisältämällä hiilellä. Samalla sadon sisältämä hiili jää laskematta inventaarioihin ja hehtaarisadon merkitys aliarvioidaan.

Ilmastopolitiikka ohjaa lineaarisia eli suoria, ihmisen toiminnasta aiheutuvia päästöjä (Ympäristöministeriö 2024). Pääosa kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävästä vaikutuksesta syntyy fossiilista, miljardeja vuosia vanhaa kivihieltä tai öljyä käytettäessä. Energiantuotannon osuus kaikista kasvihuonekaasupäästöistä EU:ssa onkin suurin (Kuva 3.1).

EU:n sektorijako

EU:ssa kasvihuonekaasupäästövähennystavoitteet on jaoteltu kolmeen eri luokkaan, joista kahdessa ensimmäisessä raportoidaan myös maataloudessa syntyviä päästöjä (Ympäristöministeriö 2024):

- **Taakanjakosektoriin**, johon kuuluvat rakentaminen, lämmitys, asuminen, maatalous, liikenne, jätehuolto ja teollisuudessa käytettävät fluoratut kaasut.
- **Maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden sektoriin (LULUCF)**, johon

kuuluvat metsämaat, viljelysmaat, ruohikko-
maat, kosteikot, rakennetut ympäristöt ja muu
maankäyttö sekä puutuotteet

- **Päästökauppasektori**, jossa suuret kasvihuonekaasupäästöjen tuottajat kuten teollisuus joutuvat maksamaan päästöjensä mukaisesti

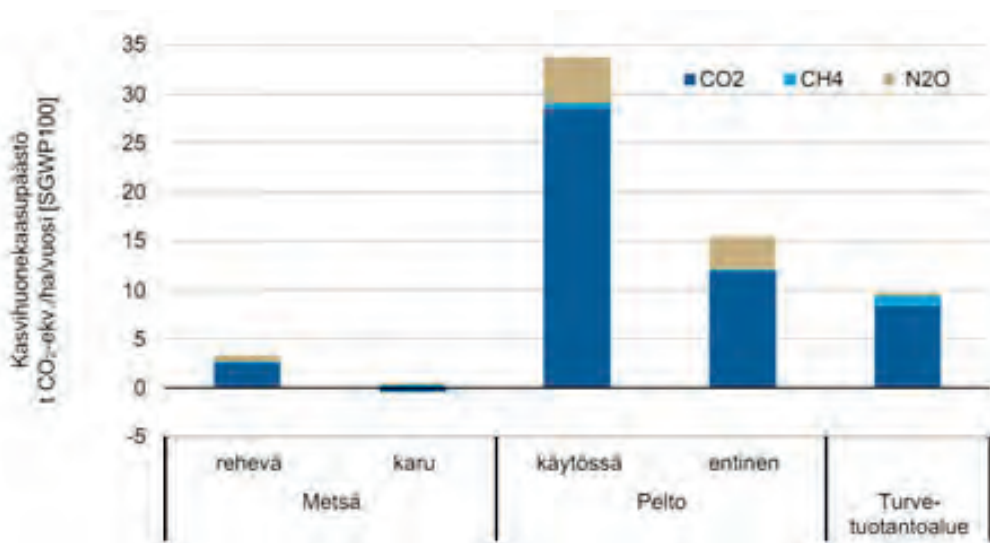
Maatalouden osalta varsinaiset kasvihuonekaasupäästöt (N₂O, CH₄) raportoidaan taakanjakosektorissa, kuten myös työkoneiden ja lämmityksen päästöt. Suomessa näiden maatalouden ei-CO₂ kasvihuonekaasujen osuus kokonaispäästöistä oli noin 14 % (6,1 Mt CO₂-ekv) vuonna 2022 (Tilastokeskus 2023).

EU:n sektorijako eri kasvihuonekaasuille (LULUCF:n CO₂, taakanjakosektorin CH₄ + N₂O) on haasteellinen maatalouden ja peltoviljelyn kannalta, koska tällöin maataloussektorin toimenpiteiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemiseksi näkyvät tilastoissa vain metaanin ja dityppioksidin osalta. Hiilidioksidia ei oteta huomioon maataloussektorille esimerkiksi maaperän eloperäistä ainesta lisäävien tai sen pysyvyyttä varmistavien toimien seurauksena, poikkeuksena kerääjäkasvit, joiden ala ja vaikutus on arvioitu muita toimia merkittävämmäksi. Raportoinnissa ei huomioida lyhytaikaisia

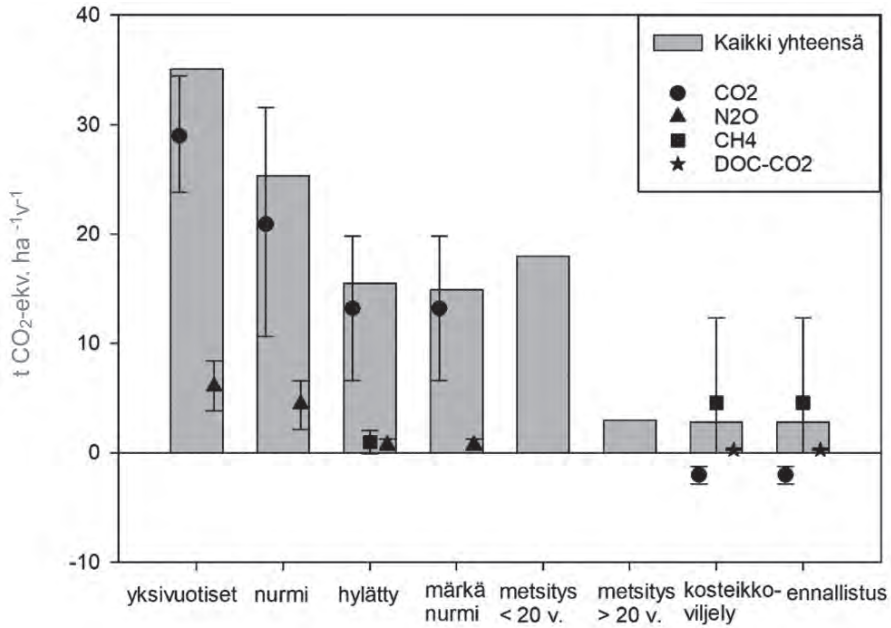
hiilenvarastoja osana biogeenistä hiilen kiertoa, joita ovat sadon ja kasvintähteiden tai juuriston sisältämä hiili. Kivennäismailla kasvintähteet voidaan huomioida laskentamallien (Yasso (Viskari ym. 2020)) perusteella. Turvemaidilla kasvintähteisiin ja eloperäiseen ainekseen sidotun hiilen lisän mallia ei vielä ole, joten ilmiötä ei kivennäismaista poiketen voida vielä systemaattisesti huomioida.

Turvemaiden päästöt ja biogeeninen hiilen sidonta

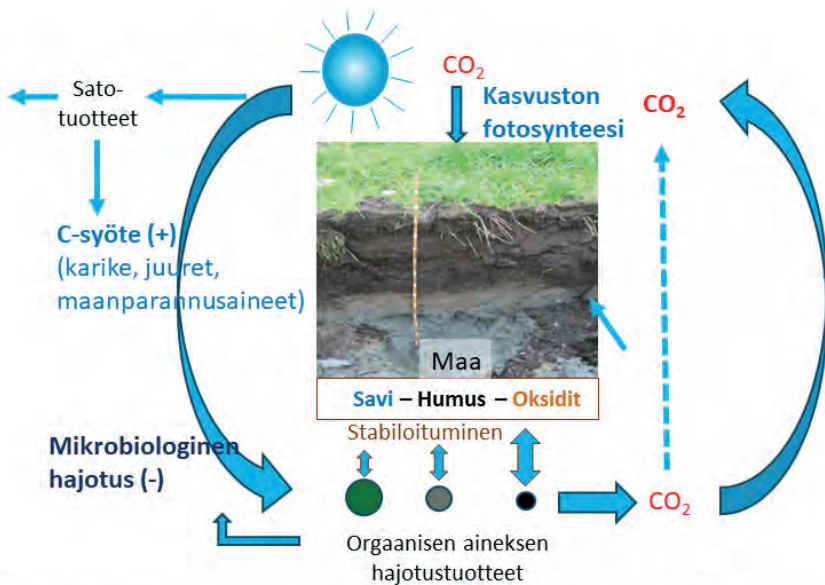
Turvemailta vapautuu mittava määrä kasvihuonekaasuja. Päästöt voivat olla yksivuotisilla kasveilla viljellyiltä turvemailta ilmakehään jopa 35 t CO₂-ekv hehtaaria kohti vuodessa (Lång ym. 2022) (Kuva 3.2). Päästöarvioissa on kuitenkin erittäin suuret hajonnat (Kuva 3.3) ja nurmipellon keskipäästön arvioidaan olevan 25 t CO₂-hehtaarilta suurella hajonnalla (Maljanen ym. 2010, IPCC 2013, Lehtonen ym. 2020). Samanlaisesti kasvien kasvu sitoo korjattavaan satoon ja kasvien juuriin merkittävän määrän hiiltä, josta pieni osuus jää peltomaahan stabiilina humuksena (Kuva 3.4).



Kuva 3.2. Ojitettujen soiden maaperän kasvihuonekaasupäästöjen nielujen ja lähteiden jakautuminen suomalaiseseen tutkimukseen perustuen (Lång ym. 2022).



Kuva 3.3. Turvemaiden kasvihuonekaasupäästöt eri käyttömuodoissa, CO₂-ekv yhteenlaskettuna, ja kaasuiittain (Lehtonen ym. 2021, koottu IPCC 2013 ja käytöstä pois jätettyjen peltojen osalta Maljanen ym. 2010).



- Kasvien kasvu sitoo ilmakehästä CO₂:a ja tuottaa maahan orgaanista ainesta
- Orgaanisen aineksen hajotus palauttaa CO₂:n ilmakehään
- Osa hajoavasta orgaanisesta aineksesta stabiloituu humukseksi

Kuva 3.4. Biogeeninen hiilenkierto, ja humuksen kertyminen maaperään (mukailtu Simojoki 2023).

Turvemaiden päästöt ja biogeeninen hiilen sidonta

Turvemailta vapautuu mittava määrä hiilidioksidia ilmakehään, jopa 25–35 t CO₂-ekv hehtaaria kohti vuodessa (Maljanen et al. 2010, IPCC 2013, Lehtonen et al. 2020, Lång et al. 2022). Siten eloperäisten maiden päästöt ovat yli puolet (noin 8 Mt CO₂-ekv.) maatalouden kokonaispäästöistä 15 Mt CO₂-ekv.

Kasvipeitteisyys ja erityisesti monivuotinen nurmi hillitsevät kasvihuonekaasujen maaperäpäästöjä, jotka voivat olla 25 t/ha CO₂-ekv vuodessa. Saman 25 t/ha CO₂-ekv vuodessa voi sitoa myös hyvä nurmisato, joka voi olla 15 t kuiva-ainetta hehtaarilta, kun lasketaan yhteen kaikki kesän niitot; koska kasvillisuuden kuiva-aineessa on 45 % hiiltä, joka lasketaan CO₂-ekv:ksi hiilidioksidin molekyyllipainon ja hiilen atomipainon suhteella eli 44/12: Nurmen kuiva-ainemäärä 15 tn * hiilen osuus 0,45 * CO₂-ekv muunnos (44/12) = 24,75 tn.



Turvepelto Muhoksella. Kuva: Raija Suomela

4. Teknologia ja ratkaisut päästöjen minimoimiseksi

4.1 Maankuivatus

Ilman riittävää vesienhallintaa, eli peltomaiden kosteusolojen optimointia viljelyn kannalta, merkittävä osa pelloistamme olisi joko liian märkiä tai liian kuivia maatalouden harjoittamiseen ja viljelyn onnistumiseksi. Peltosten liika märkyys on historiallisesti ollut ja on edelleen tärkein syy niiden vesienhallintaan, jonka takia n. 85 % peltopinta-alastamme on maankuivatusten piirissä (Häggblom ym. 2020). Viime vuosina myös kuivuus on rajoittanut sadon muodostumista ja kastelun tarpeellisuuteen on havahduttu (Kasteluopas). Turvepeltoilla liikaveden poistojohtaminen viljelyn mahdollistamiseksi vielä korostuu turpeen erityispiirteitten takia. Pohjavedenpinnan korkeus ja turpeen kosteus vaikuttavat turpeen ympäristövaikutuksiin. Näin ollen maankuivatus ja vesienhallinta ovat ratkaisevassa roolissa turvepeltojen ympäristövaikutusten minimoimisen ja tuotannon mahdollistamisen yhteensovittamisessa.

Peruskuivatus

Peruskuivatuksella tarkoitetaan maan kuivattamiseksi tehtävää suurien avo-ojien, eli valtaojien kaivua ja perkausta, pieneköjä pengerryksiä sekä purojen vedenjohtokyvyn parantamista. Peruskuivatukseen uomiin, eli valtaojiin laskevat paikalliskuivatukseen vedet mahdollistavat näin lohkokohtaisen, eli paikalliskuivatukseen toimivuuden. Peruskuivatus palvelee aina useata lohkoa, eli kyseessä on laajemman kuin yhden lohkon vesien hallinta. Peruskuivatus ja valtaojien ylläpito toteutetaan siis usein usean maanomistajan tai viljelijän yhteistyönä. Turvesuot ovat tyypillisesti muodostuneet maan painaumiin ja syvänteisiin. Tämä luonnollinen veden kertyminen on haaste peruskuivatukselle, mutta myös vaatimus pohjaveden pinnan nostolle ja ennallistamistoimille.

Peruskuivatus voidaan toteuttaa paikoin myös luonnonmukaisesti, eli kuivatuksen lisäksi pyritään huomioimaan luonnollinen uomien mutkaisuus ja monimuotoinen kasvillisuus uomien ympärillä (Jormola ym. 2003). Uomat voidaan kaivaa myös ns. kaksitasouomiksi, jolloin perusuoma on kaivannon pohjalla, ja sen toisella tai kummallakin puolella oleva tulvatasanne toimii lisäuomana tulvakaudella (Järvelä & Västilä 2016). Turvepeltoalueiden valumavedet sisältävät kivennäismaita vähemmän eroosioainesta, joten kaksitasouomien ja laskeutusaltaiden kaltaisia partikkelifosforin vesistöihin pääsyn vähentämiskeinoja tarvitaan niillä todennäköisesti vähemmän.

Useiden viljelijöiden yhteisille peruskuivatushankkeille on myönnetty vuodesta 2023 alkaen maatalouden investointitukea osana *Ympäristön tilaa ja kestäväää tuotantotapaa edistäviä investointeja maatiloilla* -tukitoimea. Tuen myöntämisen ehtona hankkeiden on edistettävä ympäristöystävällisempää tuotantotapaa ja teknologian käyttöönottoa, mm. luonnonmukaisen vesirakentamisen keinoin (Salminen 2024, Ruokavirasto 2023).

Paikalliskuivatus

Historiallisesti pellot kuivatettiin avo-/sarkaojilla, mutta teknologian kehittyessä parhaimmat pellot on salaojitettu jo vuosikymmeniä sitten varsinkin kivennäismailla. Turvepeltojen salaojittamiseen on aina liittynyt haasteita (Puustinen ja Pehkonen 1986, Puustinen ym. 1987, Peltomaa ja Saavalainen 1990,) ja osittain siksi niiden salaojitus on ollut vähäisempää kuin kivennäismaiden. Salaojituksen toimivuuden ja riittävän kuivavaran saavuttamisen edellytyksenä on valtaojien riittävä kuivavara eli toimiva peruskuivatus (kts edellinen kpl). Turvemaiden avo-ojitus ei ole in-

vestointitukien alaista enää vuodesta 2025 eteenpäin, eikä ehdollisuuden oppaan (Ruokavirasto 2023) mukaan se ole hyväksyttävää.

Suomalaisista pelloista noin 60 % on salaojitettu, 25 % on avo-ojitettu ja 15 % ei tarvitse erillistä kuivatusta ollenkaan (Häggblom ym. 2020). Ojituksen lisäksi muita mahdollisia vesienhallinnan menetelmiä ovat esimerkiksi maanpinnan muotoilu. Koska maataloustukipolitiikan ehdollisuusvaatimus ei salli turvepelloille uusia avo-ojia, jatkossa lohkoکوhtaisena turvepeltojen kuivatuskeinona on vain salaojitus.

Vaikka nykyisen käsityksen mukaan turvekerroksen paksuuden ja pohjaveden pinnankorkeuden yhteisvaikutus on ympäristöriskin kannalta olennainen (Myllys ym. 2024, Yli-Hallan ym. 2022b), ei ole yksiselitteistä mihin pohjaveden pinnankorkeuteen kuivatuksella tulisi pyrkiä. Usein lopulta päädytään kompromissiin pellon kantavuuden, kasvin kasvun ja ympäristövaikutuksen välillä, säätösalojituksen mahdollistaessa parhaimmillaan näiden kaikkien kolmen pää tavoitteen huomioon ottamisen.

Myös kaasumaisten päästöjen ja valunnan määrän on osoitettu olevan yhteydessä turvekerroksen paksuuteen (Yli-Halla ym. 2022b). Erityisesti paksuturpeisilla mailla kuivatuksen tehokkuus vaikuttaa merkittävästi turvepellon päästöpotentiaaliin, suuremman hiilivarannon takia. Koska pääosa turvemaihin sitoutuneesta hiilivarannoistamme, ja näin ollen suurin hiilenpäästön potentiaali, on sitoutunut juuri näihin paksuturpeisiin maihin, tulisi niiden kohdalla käyttää erityistä harkintaa ja tarkkuutta kuivatusta suunniteltaessa.

Märän turpeen kantavuus on heikko. Turpeen maatumisen myötä sen kantavuus märkänä edelleen heikkenee (Munro 2004), joten turvepellon ikääntyessä sen kuivatustehokkuuden vaatimukset kasvavat. Jotta pintamaan kantavuus pidetään riittävällä tasolla, tulee kuivatuksen ja kokonaisuutensa pystyä laskemaan pohjaveden pinta niin alas, ettei kapillaarinen veden nousu pääse heikentämään maatumien pinnan turpeiden kantavuutta pintamaassa. Tällöin maanpinnasta ja kasvien kautta pitää haihtua vettä niin paljon, että se riittää kuivatamaan muokkauskerrosta.

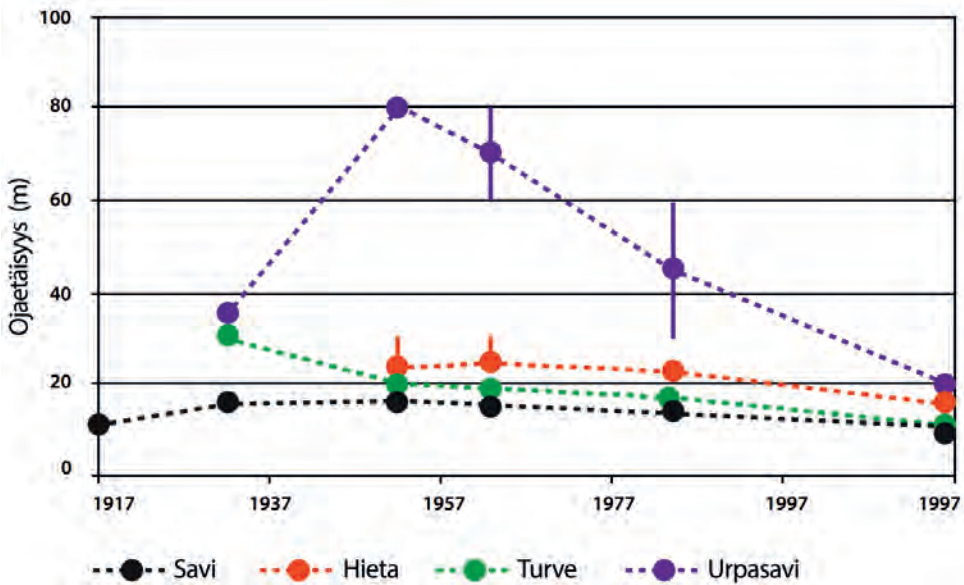
Keväällä lumien sulaessa ja kasvien kasvun ollessa vielä heikkoa, tämä on haasteellista, ellei ojitus ole riittävä.

Turvepellon toimivan kuivatuksen toteuttamiseen vaikuttavia tekijöitä on lukuisia. Erityisen olennaisia tietoja ovat turpeen tyyppi ja turvekerroksen paksuus, alla olevan kivennäismaan maalaji, ympäröivät maastonmuodot ja maan painuminen. Ojaväli, putkikoko, kaivojen määrä ym. pyritään suunnittelemaan siten, että ojitus on riittävä sekä tavanomaisena että tavanomaista märemmänä kasvukautena. Turvemailla salaojituksen mitoitusvaluma, on yleensä tavanomaista kivennäismaalla käytettävää mitoitusvalumaa (1 l/s/ha) suurempi eli 1,2–1,5 l/s/ha. Toimivan kuivatuksen ja maan painumisen vuoksi pidemmän käyttöiän kannalta perussääntönä voidaan pitää salaojien asentamista vähintään 1,2 m – 1,4 m syvyyteen maanpinnasta (Salaojayhdistys 2021). Ojaväliuusiutus on turvemailla vuosikymmenten aikana tihentynyt 1900-luvun alkuvuosikymmenten 30 metristä nykyiseen 8–14 metriin riittävän kantavuuden takaamiseksi yhä painavammille koneille (Virtanen & Vakkilainen 2017) (Kuva 4.1).

Jos turvepelto on raivauksen jälkeen ollut avo-ojissa useita vuosia, se on ehtinyt painua jo jonkin verran. Salaojituksenkin jälkeen painumista tapahtuu etenkin alussa 2–3 vuoden ajan, jonka jälkeen painuminen vähenee, ja on noin 0,5–1 cm vuodessa (Kaitera 1954).

Turvemaan vedenjohtavuutta voidaan arvioida turpeen laadun ja maatumisuuden perusteella. Turpeen painuminen ja maatuminen heikentää vedenjohtavuutta (Taulukko 1). Salaojien syvyyteen vaikuttavat myös turpeen alla olevat maakerrokset. Salaojaputket pyritään asentamaan kovaan kivennäismaahan, jos sellainen on kohtuullisen lähellä turvekerroksen alla, sillä kivennäismaa ei painu kuten turve. Jos turvekerroksen alla on liejumaista maata, sijoitetaan putket turvekerrokseen ja käytetään tiheämpää ojaväliä (Salaojayhdistys 2021).

Kuivatuksen kustannukset vaihtelevat merkittävästi eri menetelmien välillä. Turvepelloilla, joiden kuivatus on edelleen investointitukien piirissä (käytännössä ennen vuotta 2023 raiva-



Kuva 4.1. Ojäväljen muutos 1900-luvulla eri maalajeilla, vuosikohtaiset keskiarvot ja vaihteluvälit (Virtanen & Vakkilainen 2017)

tut pellot), salaojituksen kustannukset vaihtelevat arvioiden mukaan 2000 e/ha – 4500 e/ha välillä. Kustannukset kasvavat noin 1000 eurol-

la per hehtaari kuivatusmenetelmän teknisyyden monimutkaistuuessa, Salaojitus -> Säätosalaojitus -> Altakastelu (Wejberg 2024).

4.2 Kuivatuksesta pohjavedenpinnan säätelyyn

Turvepeltoviljelyn kulmakivenä on aikaisemmin pidetty tehokasta kuivatusta. Ajatusta tehokkaasta kuivatuksesta on viime vuosina jouduttu muokkaamaan. Kun viimeisen vuosisadan aikana suon käyttökelpoisuutta ja käyttöönottoa maataloustuotantoon on pääosin määrännyt kuivatustehon määrä, katsontakanta on nyt kehittynyt laajemmaksi. Optimoidussa tuotantoympäristössä ja ympäristöriskien minimoimiseksi pohjaveden pinnan taso pitää pystyä laskemaan alas pellon kantavuuden maksimoimiseksi ja nostamaan takaisin ylös, kun raskaita työkoneita ei tarvita.

Vähempipäästöiset nurmikierrot turvepelloilla (VÄPÄ) -hankkeessa (VÄPÄ 2021) todettiin, että hyväkuntoisella ja haihduttavalla nurmikasvustolla pärjätään korkeammalla pohjavedenpinnantasolla kuin heikon kasvuston pellolla,

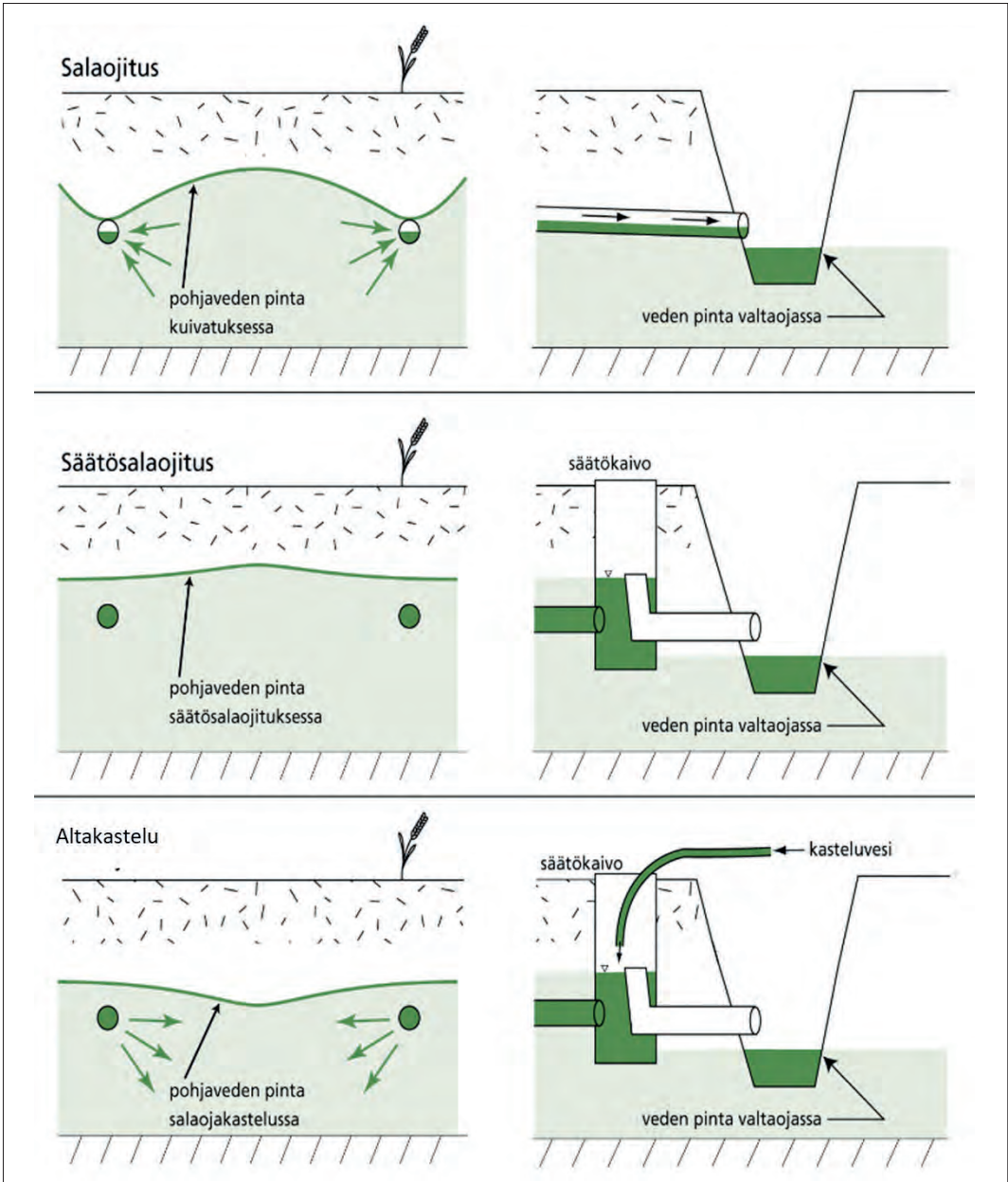
jossa kasvusto kärsii enemmän korkeasta pohjavedenpinnasta. Hyvät viljelykäytännöt ovat siis merkittävässä roolissa vedenpinnan tasoa suunniteltaessa. Hankkeen alussa vähäpäästöiselle nurmituotannolle arvioitiin optimaaliseksi pohjavedenpinnantasoksi 30 cm. Samalla todettiin, ettei tämä todennäköisesti ole realistinen tavoite, vaan nykyisillä ratkaisuilla sekä lohkon ominaisuuksista ja olosuhteista riippuen, vedenpinnan realistinen syvyys voisi olla esimerkiksi 50 cm (Luke 2023(b)).

Riippumatta siitä, onko turvealueella tarkoitus harjoittaa kasvintuotantoa perinteisen maatalouden keinoin, kosteikkoviljelyä (vettäminen) tai pyrkiä ennallistamaan alue luonnontilaisen kaltaiseksi, pohjavedenpinnan tehokas ja päämääräkeskeinen säätely on olennaista.

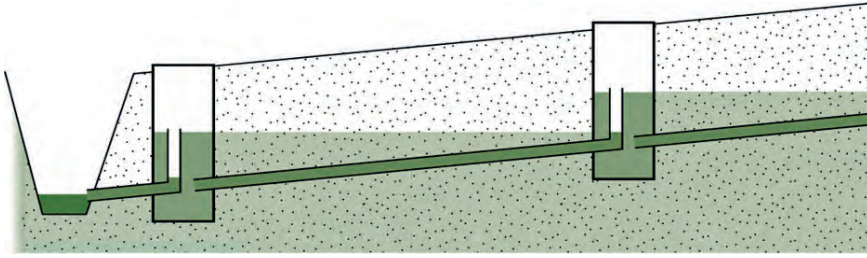
4.3 Säätsalaojitus ja altakastelu

Salaojituksen kuivatussyvyyyteen voidaan jonkin verran vaikuttaa säätsalaojituksella. Jos säätsalaojituksen padottava vaikutus on riittävä, voi-

daan salaojaverkostoa käyttää myös aktiiviseen kasteluun, johtamalla vettä salaojakaivoihin altakasteluna (Kuva 4.2).



Kuva 4.2. Salaojituksen, säätsalaojituksen ja altakastelun periaatteet (Paasonen-Kivekäs 2016).



Kuva 4.3. Periaatepiirros säätösalaajituksesta ja salaajakastelusta (Paasonen-Kivekäs 2016).

Vesihäisi (2024) hankkeessa tehdyn mallinuksen perusteella eniten pohjavedenpinnan korkeuteen ja maan kosteuteen vaikuttaa ojituksen lisäksi alueen topografia ja turpeen paksuus. Lisäksi lohkon sijainti valuma-alueella saattaa vaikuttaa veden määrään. Säätösalaajituksella voidaan vaikuttaa peltolohkon pohjavedenpintaan, varsinkin jos lohkolle sataa lisävettä tai lohkolle virtaa ulkopuolisia vesiä kasvukauden aikana. Kasvukauden suuren haihdunnan takia säätösalaajituksella ei useinkaan pystytä pitämään vedenpintaa tarpeeksi korkealla ilman lisäveden pumppausta (Sikkilä 2022, Kinnunen 2023).

Säätösalaajituksessa laskuaukkokaivoihin tai säätöä varten rakennettuihin säätökaivoihin on asennettu mahdollisuus padottaa veden virtausta. Salaajakaivoihin asennetaan patoluukut tai venttiilit, joiden avulla virtaus kaivosta voidaan estää haluttuun korkeuteen asti, jolloin vesi pääsee virtaamaan valtaojiin vasta kun padotustaso ylitetään (Liedes 2023). Kun pato suljetaan, alkaa sitä ylempänä oleva putkisto täyttyä, ja nostaa pohjaveden pintaa, kunnes veden pinta salaajakaivossa nousee padotustasoon (Kuva 4.3, 4.4, 4.5). Padotus toimii vain, kun vettä on tarjolla runsaasti, sillä tutkimuksissa (Äijö ym. 2023) on todettu, että säätötasoa ei yleensä voida ylläpitää ilman lisäveden pumppausta ojastoon.

Säätösalaajituksen ja altakastelun tehokkaan toiminnan edellytyksenä on säätökaivojen riittävä määrä, ja maan hyvä vedenläpäisykyky, > 50 cm/vrk (Evans & Skaggs 1989, Maaseutuverkosto 2009, Paasonen-Kivekäs 2016). Vesihäisi-

hankkeen (Myllys & Tähtikarhu 2024, Myllys ym. 2024) alustavien tulosten perusteella tämä oletus ei kuitenkaan välttämättä pidä täysin paikkaansa heikosti maatuneilla turvemailla, vaan pohjavedenpinnan säätely padottamalla on mahdollista myös turvemailla. Toimiessaan säätösalaajituksen padotus myös vähentää turvemaan kokonaisvaluntaa, ja siitä riippuvaista kuorimitusta merkittävästi (Myllys ym. 2024). Koska kuorimitus kasvaa valunnan ja turvekerroksen paksuuden kasvaessa on paksuturpeisten maiden valunnan hallinta erityisen tärkeää.

Pohjavedenpinnantasoa säädetään tyypillisesti säätötilan mukaan, tai ympäristö- tai viljelyteknisistä syistä. Kun pellolla on tarvetta liikkua tai käyttää työkaluja, voidaan säätöojituksen padot avata, ja kun vedenpintaa halutaan nostaa esimerkiksi kastelumielessä, voidaan padotus taas sulkea. Vedenpinnan nousu edellyttää, että vettä tulee ojastoon lisää, sateen tai lisäpumppauksen kautta (Maaseutuverkosto 2009)

Riittävän pieni ojaväli varmistaa sen, että kuivatussyvyyden säätö vaikuttaa mahdollisimman nopeasti pohjaveden syvyyteen. Huonosti vettä läpäisevillä mailla ojavälin pitäisi olla tiheä, jotta säätösalaajitus toimisi tehokkaasti. Olemassa olevat salaajastot ovat pääosin rakennettu kuivatus- ja ajatellen, ja niiden imuojat ja kaivot voivat olla liian harvassa vedenpinnan nostoa ajatellen (Jokela 2023). Viljelyn kannalta padotus olisi hyvä poistaa ennen kevät sulantaa, mikäli pohjavesi on korkealla. Säätötoimet ovat paikasta ja säätötilasta riippuvia (Maaseutuverkosto 2009).

Altakastelu

Altakastelu on kastelutapa, jossa toisin kuin esimerkiksi sadettamalla, vettä ei tuoda kasteltavalle alalle pintaan levittämällä, jolloin vesi perkoloi-tuu pintamaasta alaspäin, vaan pumpaamalla se salaojitusverkostoon, josta vesi nousee alhaalta ylöspäin (Bergholm ym. 2023). Altakastelu ei ole sama kuin salaojakaivojen padottaminen eli säätösalaajitus (Kuva 4.4), vaan se on aktiivinen kastelutoimenpide (Kuva 4.5). Vaatimuksena järjestelmälle on salaojaputkiston alla oleva vettä huonosti läpäisevä kerros, pellon vähäinen kal-

tevuus ($=<1\%$), maan hyvä vedenläpäisyvyys, ja tiheä ojaväli (Evans ym. 1991).

Vaikka salaojaverkoston kokonaistilavuus on merkittävä, tapahtuu altakastelussa merkittävästi vähemmän kasteluveden haihtumista kuin perinteisessä pintakastelussa, jolloin kasteluun käytettävän veden tilavuus pysyy kohtuullisena. Tarvittavan kasteluveden määrä kasvaa pinta-alan kasvaessa kuten pintakastelussakin. Vedenkäytön tehokkuus on altakastelussa kuitenkin pinta-alasta riippumatta todennäköisesti pinta-levitystä suurempi (Kuva 4.5).



Kuva 4.4. Padottava salaojakaivo, eli säätökaivo.
Kuva: Rainer Rosendahl



Kuva 4.5. Altakastelu käytännössä, vettä pumpataan ojaan.
Kuva: Rainer Rosendahl

4.4 Vettäminen – Kosteikkoviljely

Vettämisellä tarkoitetaan toimia, jolla pohjaveden pinta nostetaan turvealueella lähelle maan pintaa, tarkoituksena hillitä turpeen hajoamista. Käytännössä vettäminen tehdään purkamalla olemassa olevat kuivatusjärjestelmät joko pysyvästi tai avattavilla padoilla. Vedenpinnan nostolla tavoitellaan ennen kaikkea ympäristöhyötyjä, koska turpeen hajoamisen hidastuminen ja turvekerroksen hapettomuus vähentää sekä hiili-dioksidin että dityppioksidin päästöjä, vaikkakin samalla nostaen metaanin päästöjä.

Kosteikkoviljely

Kosteikkoviljelyllä (engl. paludiculture) tarkoitetaan vetettyjen alueiden aktiivista viljelemistä. Perinteisiä tuotantokasveja, kuten viljoja tai puu-

tarhatuotantokasveja, ei vetetyillä alueilla voida tuottaa. Korkealla pohjavedenpinnantasolla tuotettavia kasveja ovat esimerkiksi ruokohelpi, erilaiset sammaleet, järviruoko ja osmankäämit (Kekkonen 2019, Lång 2024).

Vaikka kasvintuotanto kosteikoilla ja korkealla pohjaveden tasolla on mahdollista, on kosteikkoalueiden suurin päätuote päästövähennys ja mahdollinen hiilen sidonta. Tämä johtuu siitä, että kosteikkoviljelykasveille ei välttämättä vielä ole toimivia jatkojalostusreittejä, ei niinkään viljelytavan toimimattomuudesta (Turinahanke 2024).

4.5 Soistaminen – Ennallistaminen

Turvepeltoalue voidaan pyrkiä palauttamaan luonnontilaista vastaavaan tilaan nostamalla veden pintaa ja ohjaamalla kasvustoa luonnontilaisen suon kaltaista ekosysteemiä kohti. Ympäristötoimena turvemaiden laajamittainen vettäminen ja soistaminen olisikin tehokas (Ojanen & Minkkinen 2020, Kareksela ym. 2021). Todennäköisesti jo pitkään voimakkaan kuivatuksen alaisena ollutta aluetta ei pystytä palauttamaan alkuperäisen suon kaltaiseksi (Joosten 2016). Pitkän aikavälin suunnitelmana ennallistaminen kuitenkin lienee ainoa keino pysyvästi vähentää kuivatettujen turvemaiden ympäristöriskiä, ja ennallistamisen aloittaminen paksurpeisista maista ja vähätuottoisista maista olisi järkevää, mikäli vettä riittää (Lehtonen ym. 2024b)..

Suomen Luontopaneelin turvemaiden käytön raportissa (Kareksela ym. 2022) todetaan, että usein maanomistajan kannalta ennallistamista parempana vaihtoehtona pidetään kuivatetun suoalueen metsittämistä. Vaikka metsitetyn alueen ympäristöriskit ovat pienemmät kuin peltoalueen, kuluu metsitetylläkin alueella turpeen pintakerros samalla tavoin kuin metsäojituksessa. Käytännössä tämä johtuu siitä, että puuston kasvu edellyttää kuivatustasoa, joka myös edistää turpeen kulumista. Turvepeltojen metsitys ei myöskään aina onnistu, vaan Suomessa tehtyjen kokeiden yhteenvedossa todetaan, että metsitysyrityksistä männyllä ja koivulla yli puolet, ja kuusilla yli kolmanneksella metsitys epäonnistui (Kärkkäinen ym. 2019).

4.6 Muut viljelytekniset ratkaisut

Viljelijän toimia ohjataan kansallisesti tukien avulla järkeviin viljelytekniisiin valintoihin vapaaehtoisesti, Lain perusteella luvanalaiset ojitus- tai raivaustoimet ovat Suomessa enemmänkin poikkeus kuin sääntö.

Uusien (2023 jälkeen perustettujen) turvepeltojen kohdalla merkittävin tukia rajoittava tekijä on vaatimus pysyvästä nurmipeitteestä ja kynnön rajoittaminen. Käytännössä viljely tulee tehdä kevyellä muokkauksella, mutta ennen vuotta 2023 perustettuja turvepeltoja, joilla on pysyvä nurmikasvusto, saa lisäksi kyntää kerran neljässä vuodessa.

Kevytmuokkauksessa kasvinjätteet sekoitetaan maahan kultivaattorilla, jyrsimellä, lautasmuokkaimella tai lapiorullaäkeellä. Muokkaussyvyys on kyntöä matalampi, esimerkiksi 5–15 cm, eikä maata käännetä yhtä perusteellisesti kuin kynnössä (Luke 2024a). Kevyesti muokatuksi alaksi Ehdollisuuden oppaassa (2023) hyväksytään ala, jolla muokkaus tehdään yhteen kertaan ajaen, kultivaattorilla, lautasäkeellä, joustopiikkiäkeellä, lapiorullaäkeellä tai rullailmastimella.

Viljelyteknisesti pysyvät nurmet ovat pääosin helposti ylläpidettäviä, joskin nurmien rikka-

kasvit runsastuvat. Mahdollisia haasteita muodostuu täydennyskylvön, lannoituksen ja niiton aikaisen työkoneiden käytön tiivistävästä vaikutuksesta pintamaassa. Perinteiseen moneen eri kasvilajiin ja/tai viherkesannointiin perustavan viljelykierron järjestäminen vuoden 2022 jälkeen perustetuilla turvepeltoilla on haastavampaa pysyvän nurmipeitteen vaatimuksen ja kynnön rajoittamisen takia. Nurmikasvuston uusiminen (myös uudella nurmilajilla/seoksella) on kuitenkin sallittua suorakylvönä tai kevennetyllä muokkauksella siten, että uusi kasvusto kylvetään välittömästi aiemman kasvuston muokkauksen jälkeen (Ruokavirasto 2023).

Vuodesta 2024 alkaen viljelykiertovaatimus koskee kaikkia tiloja. Viljelykiertovaatimus ei koske tiloja, joiden peltoalasta yli 75 % on pysyvää nurmea, heinäkasvien tai muiden nurmirehukasvien tuotannossa, kesantona tai palkokasvien viljelyssä tai näiden käyttötapojen yhdistelmänä, alle 10 ha, tai luonnonmukaisessa tuotannossa. Lista yksivuosisista kasveista, joita viljelykiertovaatimus koskee, löytyy ruokaviraston nettisivuilta Ehdollisuuden oppaasta (Ruokavirasto 2023).

5. Yhteiskunta ja tulevaisuus

Kestävä ruokajärjestelmä kykenee vastaamaan monenlaisiin haasteisiin ilman merkittäviä tuotantotason laskuja, jos ympäristötoista ja ekosysteemipalvelujen tuottamisesta maksetaan sadon ohella. Kestävän ruokajärjestelmän rakentaminen vaatii alkutuotannossa monia toimia, kuten Sitran julkaisussa ”Miten Suomeen rakennetaan kestävä ruokajärjestelmä?” (Pietola 2023) kuvataan.

EU:ssa vuonna 2024 hyväksytty ennallistamisasetus tulee vaikuttamaan turvepeltojen viljelyyn tulevaisuudessa. Sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden kannalta on tärkeää, että turvepeltojen monet merkitykset tunnustetaan toimeenpanon valmistelussa.

Suomi on erittäin riippuvainen ulkomailta tuodusta ammoniakista typpilannoitteena (Niemi & Jansik 2020, Sitra 2022). Kriisitilanteessa, jossa typpilannoitteiden saatavuus huononee

merkittävästi, tarve ottaa käyttöön jo olemassa olevia typpilähteitä kasvaa. Typeä biologisesti sitovien kasvien viljely voisi parhaimmillaan laskea väkilannoitetypen käyttötarvetta jopa 60 % (Känkänen ym. 2012). Samoin (liete-)lannan liukoisen typen määrä kattaisi noin 25 % lannoitetypen määrästä (Luke 2022b), samalla kun biokaasulaitosten mädäte ja biomassoihin sitoutunut typpi täydentäisi vajetta. Turvepelto, jonka ainekseen on sitoutuneena merkittävä määrä typeä (Yli-Halla ym. 2022a), ja jonka typpilannoitustarve on jopa 50 % pienempi kivennäismaahan verrattuna, olisi tällaisessa tilanteessa arvokas ja säilyttämisen arvoinen lisäresurssi. Turvepeltojen ennallistaminen suoksi ja vettäminen pois maatalouskäytöstä eivät säilytä tätä mahdollisesti tulevaisuuden ruuantuotannolle tarpeellista resurssia.

5.1 Turvepeltoviljelyn kestävyys

Maatalouden rakenteellinen muutos 2000-luvulla on kasvattanut keskimääräisen tilakoon 52 hehtaariin eli kaksinkertaistanut sen verrattuna EU:ta edeltäneeseen 26 hehtaariin, samalla kun tilojen määrä on lähes puolittunut (Niemi & Väre 2019, Tilastokeskus 2024(b)). Kasvava tilakoko ja erityisesti nautatilojen lannanlevitysalan ja nurmirehun tarve, yhdistettynä eläintilojen maantieteelliseen keskittymiseen Pohjanmaan maakuntien alueelle ja sitä pohjoisemmaksi, joissa puhdas viljanviljely ei ole yhtä kannattavaa kuin eteläisemmässä Suomessa, on johtanut peltoalan lisätarpeen kehittymiseen paikallisesti (Niskanen & Lehtonen 2014). Keskittymisen takia kilpailu olemassa olevista peltolohkoista on kiristynyt, mikä on nostanut niiden hintaa. Koska merkittävä osa turvemaistamme sijaitsee

näillä alueilla, kiinnostus lisäalan raivaamiseen turvealoilta on kasvanut käsi kädessä tilakoon kasvun kanssa.

Soiden kuivaaminen johtaa turpeen vähenemiseen. Koska merkittävä osa turvealueiden kuivatuksesta on jo tehty, kehityksen pääpainon tulisi olla siinä, miten näitä olemassa olevia resursseja saadaan hyödynnettyä kestävästi. Pitkällä aikavälillä tämä todennäköisesti tarkoittaa turvepeltoalan vähentymistä maatalouskäytössä. Uuden CAP-kauden (EU:n yhteinen maatalouspolitiikka, Common Agricultural policy, CAP) ja Ehdollisuuden oppaan (2023) päivitetty vaatimukset ohjaavatkin jo olemassa olevien turvepeltoalueiden tehokkaampaan käyttöön, uusien raivoiden perustamisen sijaan.

5.2 EU säädökset, Cap-kausi 2023–2027, ehdollisuuden opas

EU:n yhteinen maatalouspolitiikka ohjaa ja tukee maataloussektoria Euroopassa. CAP pyrkii kehittämään EU:n maataloustuotantoa tasapainoisella tavalla ottaen huomioon ympäristön ja maaseutalueiden elinvoimaisuuden esimerkiksi maataloustuilla. Tukien saamiseksi viljelijöiden on noudatettava elintarviketurvallisuutta, eläinten hyvinvointia ja ympäristöä koskevia määräyksiä (MMM 2024). Peltoviljelyn tukikelpoisuuden perusvaatimuksena on Ehdollisuuden oppaan (2023) ehtojen täyttäminen. Kun henkilö hakee viljelijätukia, hän sitoutuu noudattamaan ehdollisuuden vaatimuksia.

Pysyvällä nurmella olevia, vuoden 2022 jälkeen raivattuja maita ei saa kyntää. Erillistä kannustinta siihen, että turvepeltoja ennallistettaisiin ja kivennäismaata raivattaisiin tilalle ei ole. Turvemaiden kohdalla vaatimukset tiukentuvat edelleen 2025 alkaen.

Vesitalousinventointikelpoinen, esimerkiksi salaojittamisen kustannuksiin, maatalousmaa on vain, jos se täyttää seuraavat ehdot:

- 1) on viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2022 viljelykelpoista siten, että sen peruskunnostustoimenpiteet on tehty ja alaa voidaan viljellä tavanomaisen sadon tuottamiseksi;
- 2) on muodostunut peruslohkon muotoa parantavasta muutoksesta ja joka todetaan hyväksyttäväksi peltolohkokesterin päivityksen yhteydessä; tai
- 3) on uutena maatalousmaana tullut tilusjärjestelyn perusteella tuensaajan hallintaan; tilusjärjestelyllä tarkoitetaan eräiden maatalouden pinta-alaperusteisten tukien myöntämisen yleisistä edellytyksistä annetun valtioneuvoston asetuksen (77/2023) 15 §:n 2 momentissa tarkoitettua tilusjärjestelyä. (Ruokavirasto 2023)

”Ehdollisuuden vaatimukset muodostavat vaatimustason, joiden noudattamisesta ei saa erikseen tukea. Tukia myönnetään vain toiminnasta, joka ylittää ehdollisuuden vaatimukset.”
Lähde: Ehdollisuuden opas 2023

”Ehdollisuus koostuu viljelyyn liittyvistä hyvän maatalouden ja ympäristön vaatimuksista sekä lakisääteisistä hoitovaatimuksista. Lakisääteiset hoitovaatimukset liittyvät ympäristöasioihin, kansanterveyteen eli elintarvikkeiden ja rehujen turvallisuuteen, kasvien terveyteen sekä eläinten terveyteen ja hyvinvointiin. Kaikki ehdollisuuden vaatimukset kuvataan Ehdollisuuden Oppaassa” (2023). Lähde: Ehdollisuuden opas 2023

”Vuodesta 2023 alkaen raivaamalla tai muutoin maatalousmaaksi otettuja turve- ja muita aloja koskee vaatimus nurmikasvustosta. Vuodesta 2025 alkaen turvemaiden suojeleva vaatimus laajenee. Vaatimus koskee kaikkia viljelijöitä, myös luonnonmukaista tuotantoa harjoittavia viljelijöitä.” Lähde: Ehdollisuuden opas 2023

”Muusta käytöstä maatalousmaaksi otetulla alalla tarkoitetaan raivioita sekä aiemmin turvetuotannossa olleita aloja. Sinun on säilytettävä kaikki vuoden 2022 jälkeen muusta käytöstä maatalousmaaksi ottamasi ala pysyvästi nurmikasvustolla.”
Lähde: Ehdollisuuden opas 2023

”Sinun on säilytettävä pysyvästi nurmella ne maatalousmaan alat, jota vaatimus koskee. Voit uusia nurmikasvuston suorakylvönä tai kevennetyllä muokkauksella niin, että kylvät uuden kasvuston välittömästi aiemman kasvuston muokkauksen jälkeen. Et saa kyntää tällaista maatalousmaata.” Lähde: Ehdollisuuden Opas 2023

6. Loppusanat

Turvepeltoihin liittyvän tutkimuksen fokus ei ole pysynyt paikallaan. Sotien jälkeisinä vuosikymmeninä pääpaino oli ruuantuotannon tehostamisessa. Kun ympäristökysymykset nousivat enenevästi suuren yleisen tietoisuuteen, turvemaiden käyttöä peltoviljelyssä on kyseenalaistettu.

Koska turvepeltojen viljelyä jatketaan jollain tavalla todennäköisesti vielä 2030 luvulla ja sen jälkeenkin, olennaista on tarkastella turvepeltoja laajemmin kuin vain päästölähteinä. Kuten kivennäismaillakin, viljelyn resurssitehokkuus ja hyvät viljelymenetelmät ovat avainasemassa. Ympäristöhaasteiden hallinnan ja olemassa olevien resurssien tehokkaan hyödyntämisen kautta turvepeltoviljely on mahdollista vielä tulevaisuudessakin.

Viljelijät ovat kiinnostuneita ylläpitämään maan kasvukuntoa ja tuottamaan ruokaa ympäristöystävällisesti (MTK 2021). Nykyinen politiikka ei ole täysin linjassa tämän viljelijöiden tahtotilan kanssa, koska kasvihuonekaasuintentaariossa sadon määrällä ei ole myönteistä merkitystä ja vesiensuojelutavoitteissa on liian pitkään nähty ratkaisuna vain lannoituksen vähentäminen. Maaperän toimivuus ja terveys jäi taka-alalle liian pitkään, mutta maan kasvukunnon merkityksen arvo on korjaantumassa (Euroopan komissio 2023).

Uudet maataloutta ja ympäristöä koskevat säädökset eivät kosketa viljelijöitä tasa-arvoisesti, koska turvepeltojen maantieteellinen jakauma ei ole tasainen. Yksittäisellä viljelijällä ei ole juuri mahdollisuutta vaikuttaa tilansa sijaintiin tai maalajijakaumaan pelloillaan. Laajamittainen ympäristöriskien ja jo todettujen ympäristöhaasteiden hallinta vaatii resursseja ja teknologisia ratkaisuja, joihin investoiminen on viljelijän kannalta ongelmallista. Mikäli järjestelmä ei kannusta näihin investointeihin tai ne sitovat liikaa resursseja, ruokajärjestelmän kannalta on kestä-

mätöntä, jos säädökset tai lainmuutokset pakottavat viljelijän tekemään niitä. Näin on erityisesti silloin, jos käytettyjä resursseja ei ole mahdollista korvata saadulla lisätuotolla.

Ehdollisuuden oppaan (Ruokavirasto 2023) ja investointitukien vaatimukset eivät kannusta turvemaiden raivaamiseen. Raivaamista ei ole kielletty, mutta niille perustettavat pellot eivät ole enää vesitalousinvestointikelpoisia. Investointitukijärjestelmän ulkopuolella esimerkiksi vedenpinnan aktiivisen säätelyn mahdollistava kuivatus on käytännössä liian suuri investointi.

Vaikka teoriassa turvepeltojen säätösalaajituksen kaltaisten järjestelmien automatisointi on mahdollista, ei kaupallisia ratkaisuja tähän ole vielä tarjolla, tai ratkaisut ovat niin kalliita, ettei niitä käytännössä voida toteuttaa edes silloin kun ne ovat investointitukien piirissä (Lötjönen ym. 2020). Teknologisten ratkaisuiden tulisi olla sellaisia, että ne ovat tilatasolla käytännön kannalta toteuttamiskelpoisia.

Turvepeltoviljelyyn liittyvän tietovajeen täyttymisellä on suuri merkitys alan sosiaalisen kestävyden parantamiseksi. Ilmatoon ja sosiaaliseen vastuuseen liittyvät tekijät sekä hallintotapa ovat keskeisiä yritysten vastuullisuustyössä 2020-luvulla. Toiminnan vastuullisuustekijät sisällyttävät sosiaalisen kestävyden ympäristövastuun rinnalle, ja mahdollisimman ajankohtainen ympäristötietous on oleellista turvepeltoihin liittyvässä poliittisessa keskustelussa. Ratkaisut turveviljelyn haasteisiin löytynevät tuotannon tehostamisesta ja hyvän viljelykäytännön ja kestävyden edistämisestä tavalla, joka yhdistää maataloudelliset, sosiaaliset ja ympäristölliset näkökannat.

Erytisesti ruokajärjestelmän muutosresilienssin, nykyhetken maailmanpoliittisen tilan ja etenevän ilmastonmuutoksen kannalta turvemaiden viljelymenetelmien kehittäminen, ja ajankohtaisen tiedon levittäminen ovat edellytyksiä kotimaisen ruokajärjestelmän kestävyydelle.

Alla on listattuna tulevaisuuden mahdollisia kehitys- ja tutkimussuuntia ja tutkimustarpeita turvemaidella, ja aiheiden nykyisiä ja juuri päättyneitä tutkimushankkeita:

Teknologia ja viljelytoimenpiteet

- Turvepeltojen luontaisen typpivarannon käyttöönotto viljelyssä
- Säätosalaajituksen automatisointi ja/tai etäohjattavuus (Oulun Yliopisto: ESKE, TurPo, Luke: TURVA, ViljaPäästö)
- Altakastelun ja säätosalaajituksen vaikutus valtaviesien ravinteisiin (Luke: Vesihiisi, ViljaPäästö, Allas, NurmiRuukki)
- Jatkuvan nurmipeitteen viljelyteknologian kehitys turvepeltomailla
 - Korkeaa pohjavedenpintaa hyödyntävien nurmilajikkeiden kehitys
 - Turvemaiden muokkaustarpeen optimointi (Luke: ViljaPäästö)

Kasvihuonekaasupäästöt ja ympäristö

- Viljely-, ja ohjaustoimenpiteiden vaikutukset turvemaiden hiilitaseeseen ja kasvihuonekaasupäästöihin (Luke: SOMPA, VÄPÄ)
- Turvemaiden kasvihuonekaasupäästöt ja päästölaskentamenetelmät (IL+Luke: Lohko-KHK, Luke: ORMINURMI, PEATWISE.)

- Kasvihuonekaasupäästöjen syntymekanismit ja hillintä (Luke: Säätio, ARMI, TARJOKE, TURVA, Ratku)
- Kosteikkoviljelyn taloudellinen potentiaali ja arvoketjut (Kinno: Suoliike)
- Kosteikkoviljelyn vaikutus ympäristöriskeihin (Luke: Kasvua)

Kartoitus ja maankäyttö

- Turvemaiden maankäytön muutokseen liittyvät tutkimukset
 - Päästökehitys eri maankäyttötavoilla
 - Ennallistamisen potentiaali hiilensidonnassa
 - Ennallistamisen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin (OY+Luke: VISIO, Syke+Luke: ENARI)
- Pelloksi raivattujen turvemaiden pinta-alan kartoitus (Luke: Turvemaiden digitaalinen kartoitus ja turvepeltolohkojen tunnistaminen, Maatu)

Lähdeluettelo

- Aaltonen, V.T. & Vuorinen, J. 1949. Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. *Maatal.tiet.aikak.* 21:37-66
- Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S., Napari, M., Nylund, M., Kupiainen, V., Vienonen, S., Forsman, J., Suikkanen, T., Auri, J., Boman, A. & Mattbäck S. 2022. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Ympäristöministeriö. 154 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-222-8>
- 
- Avikainen, P.(toim). Suomalainen tietosanakirja. 1991. Weilin + Göös. Espoo 559 s
- Bergholm, J. (toim), Pietola, L., Luoma, T., Virtanen, S., Äijö, H., Häggblom, O., AlaKukku, L. & Kumpulainen, S. 2023. Kastelu peltoviljelyssä. Luonnonhoidon koulutusyhdistys LUOKO ry. Helsinki. 60 s
- Cajander A. K. 1949. Forest types and their significance. *Acta Forestalia Fennica* vol. 56 no. 5 article id 7396. <https://doi.org/10.14214/aff.7396>
- Elonen, P. 1988. Suoviljelyn viimeaikaista tutkimuksista. *Suoviljelyyhdistys. Vuosikirja* 93: 8-24
- Escobar, D., Belyazid, S. & Manzoni S. 2022. Back to the future: Restoring northern drained forested peatlands for climate change mitigation. *Front. Environ. Sci* 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.834371>
- Eurofins. 2023. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2866277/viljavuustutkimuksen-tulkinta-13032023.pdf> Luettu 10.04.2024
- Euroopan parlamentti. 2023. Kasvihuonekaasupäästöt EU:ssa ja maailmalla. 20180301STO98928. https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/3/story/20180301STO98928/20180301STO98928_fi.pdf Luettu 12.04.2024
- Euroopan komissio. 2023. Directorate-General for Research and Innovation, Mission soil manifesto, Publications Office of the European Union, 2023. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/97>
- Euroopan ympäristökeskus. 2024. Kasvihuonekaasupäästöjen aineistot. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
- Evans, R.O., & Skaggs, R.W. 1989. Design guidelines for water table management systems on Coastal Plain soil. *Journal of Applied Engineering in Agriculture* 5(4):539-548 <https://doi.org/10.13031/2013.26558>
- Evans, R.O., Gilliam, J.W. & Skaggs, R.W. 1991. Controlled drainage management guidelines for improving water quality. AG-443: North Carolina Agricultural Extension Service. 16 s.
- Evans, C., Peacock, M., Baird, A., Artz, R., Burden, A., Callaghan, N., Chapman, P., Cooper, H., Coyle, M., Craig, E. 2021. Overriding water table control on managed peatland greenhouse gas emissions. *Nature* 593 (7860), 548–552. <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-021-03523-1>.

- Gerin, S., Vekuri, H., Liimatainen, M., Tuovinen, JP., Kekkonen, J., Kulmala, L., Laurila, T., Linkosalmi, M., Liski, J., Joki-Tokola E. & Lohila, A. 2023. Two contrasting years of continuous N₂O and CO₂ fluxes on shallow-peated drained agricultural boreal peatland. *Agricultural and Forest meteorology* 341. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109630>
- GTK aineistot. 2024. <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/eloperaisetmlajit.htm> Luettu 20.02.24.
- GTK paikkatietoaineistot. 2018. https://tupa.gtk.fi/paikkatieto/meta/maapera_20_50k.html luettu 24.05.24
- Hartikainen H. 2016. Fosfori. Teoksessa Maan Vesi- ja Ravinnetalous, Helena Äijö (toim.). Salaojayhdistys ry. Helsinki. https://www.tukisaatio.fi/tietopankki/wp-content/uploads/2023/01/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf 
- Heikkinen, J. 2021. Viljelytoimilla on merkitystä – Kerääjäkasveilla kohti hiilineutraalia Suomea ja kattavampaa kasvihuonekaasuinventariota. Luonnonvarakeskuksen blogit. <https://www.luke.fi/fi/blogit/viljelytoimilla-on-merkitysta-kerajakasveilla-kohti-hiilineutraalia-suomea-ja-kattavampaa-kasvihuonekaasuinventariota> luettu 20.08.2024
- Heinonen, R. 1978. Suomen maaperä. Teoksessa: Kasvinviljelyoppi 1, Köppä P. (toim.). Kirjayhtymä, Helsinki. s. 45-67.
- Heliölä, J. 2024. Luonnon monimuotoisuus maatalousympäristöissä ja miten sitä voi vaalia. Luonnon monimuotoisuus karjatilalla -webinaari. Suomen Ympäristökeskus. https://www.ilmastoviisas.fi/wp-content/uploads/2024/04/Karjatalous_webinaari_Heliola_20240417.pdf luettu 02.07.2024
- Hiilineutraali Suomi. 2024. Hinku-Kunnat. <https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-fi/hinku/hinkukunnat> Luettu 16.04.2024
- Hotanen, J-P. Suomen suoluonnon tila on osittain parantumassa. Luonnonvarakeskuksen blogit. <https://www.luke.fi/fi/blogit/suomen-suoluonnon-tila-on-osittain-parantumassa> Luettu 27.05.2024 
- Huhta, H. 1989. Typen ja fosforin huuhtoutuminen turvemaan nurmesta ja viljapellosta. *Koetoiminta ja käytäntö* 46: 47
- Häggblom, O., Härkönen, L., Joensuu, S., Keskisarja, V. & Äijö, H. Maa- ja metsätalouden vesitalouden suuntaviivat muuttuvassa ympäristössä. 2020. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2020:6. Helsinki. 74s.
- Iivonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. *Ruralia-instituutin raportteja* 32. 61 s.
- Ikkala, L., Ronkanen, A-K., Utriainen, O., Kløve, B. & Marttila, H. 2021. Peatland subsidence enhances cultivated lowland flood risk. *Soil and Tillage Research* 212(105078). <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105078>
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japani. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>. Luettu 20.6.2023
- IPCC. 2013. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. IPCC. Sveitsi.

- Jokela, R. 2023. Pohjaveden nostolla turvemaiden päästöt kuriin. ProAgrian blogit. <https://www.proagria.fi/blogit/ilmasto-muutoksessa/pohjaveden-nostolla-turvemaiden-paastot-kuriin>
- Joosten, H. 2016. Peatlands across the globe. Teoksessa: Bonn A, Allott T, Evans M, Joosten H and Stoneman R (toim.) Peatland Restoration and Ecosystem Services. Cambridge UK, Cambridge University Press.
- Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen – uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 631. SYKE. Helsinki. 170 s
- Juusela, T & Wäre, M. 1956. Suomen peltojen kuivatustila. Soil and Hydrotechn. Res. 8. 89 p. Helsinki.
- Järvelä, J & Västilä, K. 2016. Luonnonmukainen vesirakentaminen peruskuivatuksessa. Teoksessa Paasonen-Kivekäs M. (toim.). Sven Hallinin tutkimussäätiö 70 vuotta. 2016. Sven Hallinin tutkimussäätiö sr. <https://www.hallin.fi/wp-content/uploads/2020/03/Sven-Hallinin-tutkimuss%C3%A4%C3%A4ti%C3%B6-70-vuotta.pdf> luettu 02.07.2024
- Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen J-P, Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H. & Virtanen, K.y.m.2018. Suot. Teoksessa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 1 – tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018: 117–170. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>
- Kaila, A. 1967. Release of nonexchangeable potassium from Finnish mineral soils. Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland 39: 107-118. <https://doi.org/10.23986/afsci.71679>
- Kaitera, P. 1954. Om uppskattning av markytans sättning vid torrläggingsarbeten. Ber Över Nord. Jordbruksforskarens fören. 9. kongress. s 532 - 537.
- Kareksela, S., Ojanen, P., Aapala, K., Haapalehto, T., Ilmonen, J., Koskinen, M., Laiho, R., Laine, A., Maanavilja, L., Marttila, H., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ronkanen, A.-K., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuittila, E.-S. & Vasander, H. 2021. Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö-, ja ilmastovaikutukset. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 3b/202. Suomen Luontopaneeli. 108 s. <https://doi.org/10.17011/jyx/SLJ/2021/3b>
- Kekkonen, H. 2019. Kosteikkoviljely – mitä se on? Luonnonvarakeskus. https://www.ilmastoviisas.fi/wp-content/uploads/2019/08/8.8.2019.mankila_HannaKekkonen_julkaistava_versio.pdf luettu 19.06.2024
- Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka A. & Regina K. 2019. Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. Carbon Management, 10(2), 115–126 <https://doi.org/10.1080/17583004.2018.1557990>
- Kekkonen, H. 2017. Turvemaiden viljelytilanne Suomessa. Luonnonvarakeskus. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/541308> luettu 19.08.2024
- Keys to Soil Taxonomy, 13th ed. 2022. USDA Natural Resources Conservation Service
- Kinnunen, J. 2023. Ruukin säätökastelu ja kokemukset kesällä 2023. Webinaari: Vesienhallinnan tutkimukset Luke Ruukissa. Luke. <https://www.luke.fi/en/media/47699> luettu 19.06.2024

- Kunnas, J. 2005. A Dense and sickly mist from thousands of bog fires: an attempt to compare the energy consumption in slash-and-burn cultivation and burning cultivation of peatlands in Finland in 1820–1920. *Environment and History* 11: 431–446. Saatavissa: <https://www.jstor.org/stable/20723553>
- Känkänen, H., Suokannas, A., Tillikkala K. & Nykänen, A. 2012. Biologinen typensidonta fossiilisen energian säästäjänä. MTT raportti 76. Luke. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-423-6>
- Kärkkäinen, L., Haakana, M., Heikkinen, J., Helin, J., Hirvelä, H., Jauhiainen, L., Laturi, J., Lehtonen, H., Lintunen, J., Niskanen, O., Ollila, P., Peltonen-Sainio, P., Regina, K., Salminen, O., Tuomainen, T., Uusivuori, J., Wall, A. & Packalen, T. 2019. Maankäyttösektorin toimien mahdollisuudet ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 67/2018: 74 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-618-8>.
- Lehtonen, A., Aro, L., Haakana, M., Haikarainen, S., Heikkinen, J., Huuskonen, S., Härkönen, K., Hökkä, H., Kekkonen, H., Koskela, T., Lehtonen, H., Luoranen, J., Mutanen, A., Nieminen, M., Ollila, P., Palosuo, T., Pohjanmies, T., Repo, A., Rikkonen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soenne, H., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Uotila, K., Viitala, E.-J., Virkajärvi, P., Wall, A. & Mäkipää, R. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 122 s.
- Lehtonen, H., Aro, K., Kaustell, K., Leinonen, I., Luostarinen, S., Niskanen O., Rasi, S. & Suokannas A. 2024. Maatalouden ilmastotiekartan päivitetty skenaariot ja arviot päästövähennyksistä vuoteen 2035 ja 2050. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. https://www.mtk.fi/documents/d/mtk/maatalouden_ilmastotiekartta_2024_netti
- Lehtonen, H., Niskanen, O., Niemi, J., Knuuttila, M., Miettinen, A., Kekkonen, H., Ojanen, H., Stenberg, L., Wejberg, H. & Savikko, R. 2024(b). Turvepeltojen käytön tiekartta. Luonnonvarakeskus. Julkaistaan 30.10.2024. Hankkeen esittely: <https://www.luke.fi/documents/turvepeltojen-kayton-tiekartta-hankkeen-esittely-2682024-ip-heikki-lehtonen-luke> luettu 27.09.24
- Lehtonen, H., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S. & Niemi, J. 2020. Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>
- Liedes, T. 2023. Kokemuksia Ruukin koealueiden vesienhallinnan automaatiosta. TURPO -hankkeen materiaalit. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/projektit/turpo> Luettu 03.07.2024
- Lilja, H., Uusitalo, R., Yli-Halla, M.J., Nevalainen, R., Väänänen, T., Tamminen, P. & Tuhtar, J. 2017. Suomen maannostietokanta: Käyttöopas versio 1.1. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, Nro 6, Vuosikerta. 2017, Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-357-4>
- Lilja, S. 1931. Suomen maalajien kokonaispinta-alat ja peltojen maalajit. *Maataloustieteellinen aikakauskirja* 3: 122-125

- Luke. 2024(a). Maanmuokkaus. Internetsivusto <https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/tiedetta-ja-tietoa/eloperaisten-maatalousmaiden-kasvihuonekaasupaastojen-vahentaminen/maanmuokkaus> luettu 19.03.2024. 
- Luke. 2024(b). Maatalous- ja LULUCF-sektorin kasvihuonekaasuinventaario. <https://www.luke.fi/fi/seurannat/maatalous-ja-lulucfsektorin-kasvihuonekaasuinventaario> Luettu 11.04.2024 
- Luke. 2023(a). Kasvihuonekaasuinventaarion ennakkotietojen mukaan maankäyttösektorin päästöt kasvoivat vuonna 2022. <https://www.luke.fi/fi/seurannat/maatalous-ja-lulucfsektorin-kasvihuonekaasuinventaarion-ennakkotietojen-mukaan-maankayttosektorin-paastot-kasvoivat-vuonna-2022> Luettu 24.04.2024
- Luke. 2023(b). Väpä-hankkeen tulosten jalkauttamismateriaalit. <https://www.youtube.com/watch?v=315Ar5sA5mE> <https://youtu.be/Sn3GeeuvQTY?si=tzDX2mvSccseBD7> luettu 21.08.2024
- Luke. 2022. Rahanarvoisia vaihtoehtoja syväturpeisten viljelysmaiden käsittelyyn (RATU) -hanke. <https://www.luke.fi/fi/projektit/ratu> Luettu 22.04.2024
- Luke 2022b. Karjanlannan ravinteiden hyödyntäminen. Lannan ravinteet käyttöön Webinaari. <https://www.youtube.com/watch?v=r3h7OtA7yO8> Luettu 22.04.2024
- Luke. 2011. Taloustohtori. Maannostieto -palvelu. Aineisto: Luke maannostietokanta. 22.04.2024 <https://taloustohtori.luke.fi/maannostiedot/vakioraportit/pintamaalajit-kansallinen-luokitus/pintamaa-tukialueittain/> Luettu 22.04.2024 
- Luke 2017. Turvepeltojen parhaat viljelytavat nyt ja tulevaisuudessa -seminaaritalenne. <https://www.youtube.com/watch?v=FHqKzvcDfwg> Luettu 22.04.2024
- Lång, K. 2024. Kosteikkoviljelyn mahdollisuuksia. Kosteikkoviljely Suomessa -webinaarin materiaalit. LUKE. Luettu 19.06.2024
- Lång, K., Aro, L., Assmuth, A., Haltia, E., Hellsten, S., Larmola, T., Lempinen, H., Lindfors, L., Lohila, A., Miettinen, A., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ollikainen, M., Ojanen, P., Sarkkola, S., Sorvali, J., Seppälä, J., Tolvanen, A., Vainio, A., Wall, A. & Vesala T. 2022. Turvemaiden käytön vaihtoehdot hiilineutraalissa Suomessa. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2022.
- Lötjönen, T., Hiltunen, L., Aurio, V., Torvela, J., Pylvänäinen, M. & Lienes, T. 2020. Haasteena säätösalaajituksen hallinnan automatisointi. Suomen Maataloustieteellisen seuran tiedote 37: Maataloustieteen päivät 2020. Helsinki. 340 s.
- Maaneuvo. 2022. Sulfaattimaiden viljelyominaisuuksia ja ympäristöongelmia. (Toim.) Leinonen P., Rajala J. Ruralia-instituutti. <https://finna.fi/L1Record/aoe.2384?sid=4704346670&lng=en-gb>
- Maaseutuverkosto. 2009. Maaseutuverkoston esite Säätösalaajitus. Maaseutuverkosto. https://www.salaajayhdistys.fi/pdf/saatosalaajitus_kevyt_resoluutio.pdf Luettu 18.06.2024
- Maljanen, M., Sigurdsson, B., Guðundsson, J., Óskarsson, H., Huttunen, J. & Martikainen, P., 2010. Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries—present knowledge and gaps. Biogeosciences 7 (9), <http://dx.doi.org/10.5194/bg-7-2711-2010>.

- MMM. 2024. EU:n yhteinen maatalouspolitiikka. <https://mmm.fi/eu-ja-kansainvaliset-asiat/cap>
Luettu 24.06.2024
- MMM. 2012. Valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta. Valtioneuvosto. Helsinki. 19 s. https://mmm.fi/documents/1410837/1516663/MMM-119690-v5-suostrategia_valtioneuvoston_periaatepaatos_v4/005425e8-e3c4-497d-8cff-26f343896c37
- MTK. 2024. Maa- ja metsätaloustuottajien ilmastosanasto. <https://www.mtk.fi/ilmastosanastoa>
Luettu 11.04.2024
- MTK. 2021. MTK:n ja SLC:n maaperäohjelma – Paluu juurille – pidetään kiinni maan tuottavuudesta ja arvostuksesta. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. 21 s. https://www.mtk.fi/documents/20143/310288/MTK_maaperahjelma_A5.pdf/21e7a1cc-b259-2f64-fff3-cab9c9a4043f?t=1622019303519
- Munro, R. 2004. Dealing with bearing capacity problems on low volume roads constructed on peat. The Highland council. Scotland. 136 s. https://www.roadex.org/wp-content/uploads/2014/01/2_5-Roads-on-Peat_1.pdf
- MURU (Ilmastoviisas ja muutosjoustava ruokajärjestelmä pellolta kuluttajalle -hanke). 2024. Internetsivusto ilmasto.fi. Luettu: 14.05.2024
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Tkaemura, T., Zhang H. ym. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Teoksessa: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex ja P.M. Midgley (toim.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Yhdistynyt kuningaskunta ja New York, NY, Yhdysvallat.
- Myllys, M. 2024. Jokioisten turvepohjaisen koekentän alustavia tuloksia. Suullinen tiedonanto. Luonnonvarakeskus.
- Myllys, M., Mäkelä, M. & Häggblom, O. 2024. Padotus pitää veden ravinteet turvepellossa. Salaojajhdistyksen neuvottelupäivien esitys 2024.
- Myllys, M., Huhta, H., Virkajärvi, P., Turtola, E. & Partala A. 2022. Turvemaiden ravinnehuuhtoumat peltoviljelyssä -esitys. Aineisto julkaisuprosessissa 2024. Luonnonvarakeskus.
- Myllys, M., Ketoja, E., Huhta, H., Virkajärvi, P., Partala, A. & Turtola, E. 2020. Nurmen viljely vähentää turvepeltojen ravinnehuuhtoumia. Maataloustieteenpäivien esitys 2020. Luonnonvarakeskus. <https://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2020%20Abstraktikirja.pdf>
- Myllys, M., Lilja, H. & Regina, K. 2012. The area of cultivated organic soils in Finland according to GIS datasets. Extended Abstract No. 241, Proceedings of the 14th International Peat Congress, IPS, Stockholm, 5 pp.
- Myllys, M. & Sinkkonen, M. 2004. Viljeltyjen turve- ja multamaiden pinta-ala ja alueellinen jakauma Suomessa. Suo 55: 53–60. Saatavissa: <http://www.suo.fi/article/9835>
- Myllys, M. & Tähtikarhu, M. 2024. Vesihiisi -hankkeen alustavia tuloksia (Julkaisu 2024). Suullinen tiedonanto. Luonnonvarakeskus.

- MMM. 2011. Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi.
- MMM. 2024. EU:n yhteinen maatalouspolitiikka. <https://mmm.fi/eu-ja-kansainvaliset-asiat/cap>
Luettu 24.06.2024
- Mäkelä, M., Kabir, K.M.J., Kanerva, S., Yli-Halla, M., Simojoki, A. 2022. Factors limiting microbial N₂O and CO₂ production in a cultivated peatland overlying an acid sulphate subsoil derived from black schist. *Geoderma* 405, 115444. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115444>
- Mäkelä, J. & Yli-Halla, M. 2013. Turvetuotannossa olleen sulfaattimaapohjaisen pellon ominaisuuksia. *Pro Terra* 61: 96-97
- Niemi, J., Jansik, C. 2020. COVID-19 pandemic – impact on the Finnish agri-food sector. *Problems of Agricultural Economics* 264 3: 8-12.
- Niemi, J., Väre, M. 2019. Suomen maa- ja elintarviketalous 2019. Luke. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/544348/luke-luobio_36_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Luettu 19.06.2024
- Niskanen, O. & Lehtonen, E. 2014. Maatilojen tilusrakenne ja pellonraivaus Suomessa 2000-luvulla. MTT raportti 150. MTT. Jokioinen. 29s <http://www.mtt.fi/mtrraportti/pdf/mtrraportti150.pdf>
- Ojanen, P. & Minkkinen, K. 2020a. Rewetting offers rapid climate benefits for tropical and agricultural peatlands but not for forestry-drained peatlands. *Global Biogeochemical Cycles* 34: e2019GB006503. <https://doi.org/10.1029/2019GB006503>.
- Paasonen-Kivekäs, M. 2016. Säättösalaojitus. Teoksessa Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö (2016) toinen painos. Paasonen- Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.). Salaojayhdistys ry. s. 265–316. https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf
- Paasonen-Kivekäs, M., Äijö, H. & Vakkilainen, P. 2016. Katsaus maatalouden vesirakennukseen Suomessa. Teoksessa Sven Hallinin tutkimussäätiö 70 vuotta (2016). Paasonen-Kivekäs M. (toim.). Sven Hallinin tutkimussäätiö sr. <https://www.hallin.fi/wp-content/uploads/2020/03/Sven-Hallinin-tutkimuss%C3%A4%C3%A4ti%C3%B6-70-vuotta.pdf> luettu 02.07.2024
- Parjanne, A. & Marttunen, M. 2021. Luonnonmukaiset tulvariskien hallintakeinot Itämeren alueella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 3/2021. Suomen ympäristökeskus. Vesikeskus. <https://www.syke.fi/julkaisut>
- Peltomaa R., Saavalainen J. 1990. Suursarkakuivatus salaojituksen vaihtoehtona tai täydentäjänä. TY tiedote 11.
- Pham, T., Yli-Halla, M., Marttila, H., Lötjönen, T., Liimatainen, M., Kekkonen, J., Läpikivi, M., Klöve, B. & Joki-Tokola, E. 2023. Leaching of nitrogen, phosphorus and other solutes from a controlled drainage cultivated peatland in Ruukki, Finland. *Science of The Total Environment*, 904. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166769>
- Pietola, L., Jalava, E., Räsänen, I., Torniainen, T., Turkki, V. & Valkeapää, A. 2023. Miten Suomeen rakennetaan kestävä ruokajärjestelmä? Sitra. Helsinki. 23 s. <https://media.sitra.fi/app/uploads/2023/11/sitran-tyopaperi-miten-suomeen-rakennetaan-kestava-ruokajarjestelma.pdf>
- Pessi, Y. 1966. Suon viljely. Porvoo – Helsinki. 139 s.

- von Post, L., 1922. Sveriges Geologiska Undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. Svenska Mosskulturforeningens Tidskrift 37, 1–27.
- Puustinen, M., Varis, R. & Luoma, T. 1987. Salaojien toimintahäiriöiden korjaus savi- ja turvemaidella. Helsingin yliopisto, maatalousteknologian laitos. Tutkimustiedote 51. Helsinki.
- Puustinen, M. & Pehkonen, A. 1986. Salaojien toimintahäiriöt. Helsingin yliopisto, Maatalousteknologian laitos. Tutkimustiedote 48. Helsinki 1986.
- Puustjärvi, V. 1965. Kasvuturpeen luokittelusta. Kirjapaino Oy Lause. 4s.
- Pykälä, J. 2001. Perinteinen karjatalous luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä. Suomen ympäristö 495: 1–205. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/228396>
- Päivänen, J. 2007. Suot ja suometsät: järkevän käytön perusteet. Metsäkustannus, Helsinki. 368 s.
- Ruokavirasto. 2023. Ehdollisuuden opas 2023. Ruokavirasto. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/perusehdot/ehdollisuus/ehdollisuuden-opas/ehdollisuuden-opas-2023/>
- Räsänen, T.A., Mylly, M., Kekkonen, H., Salo, T., Pitkänen, T., Laatikainen, M., Laine-Petäjäkangas, A., Väänänen, T., Palmu, J-P, Kivimäki, A & Oksanen J. 2023. Turvepeltolohkojen määrittely ja tunnistaminen. Maatalousmaiden turvetieto (MaaTu) -hankkeen raportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2023. Luonnonvarakeskus. 42 s.
- Saarela, I., Joki-Tokola, E., Kangas, A., Salo, Y., Virkajärvi P., Vuorinen M. 2010. Fosforilannoituksen optimointi portaittain nousevien P-määrien mukaan. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 26. SMST.
- Saavalainen, J. 1981. Salaojittajan käsikirja: Osa 1A. Salaojakoulutuksen kannatusyhdistys.
- Salaojayhdistys. 2021. Näkökulmia turvemaiden salaojitukseen. https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/02/Nakokulmia-turvemaiden-salaojitukseen_19.2.2021.pdf luettu 19.06.2024
- Salaojayhdistys. 2012. Peltojen salaojittaminen. https://www.tukisaatio.fi/tietopankki/wp-content/uploads/2019/06/1-2012_7_9.pdf Luettu 18.06.2024
- Sallinen, A., Tuominen, S., Kumpula, T. & Tahvanainen, T. 2019. Undrained peatland areas disturbed by surrounding drainage: a large GIS analysis in Finland with a special focus on aapa mires. Mires and peat 24(38):1-22. DOI:10.19189/MaP.2018.AJB.391
- Salminen, P. 2024. Yhteiset ojitusinvestoinnit. Vesienhallinnan koulutus neuvojille. Etelä-pohjanmaan ELY-keskus. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tuet/maatalous/neuvontakorvaus-neuvojille/yhteiset_ojitusinvestoinnit.pdf luettu 21.08.2024
- Sikkilä, M. 2022. Miksi/Milloin säätösalojitus. Pro Agria webinaari. https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/15.3._saatosalojitus_miksi_ja_milloin_markus_sikkila.pdf Luettu 19.06.2024
- Simojoki, A. 2023. Palkokasvien viljelyn kasvihuonekaasupäästöt, merkitys ja tutkimus. Leg4life-hankkeen yleisluento-sarjan materiaalit. <https://www.leg4life.fi/papuja-pallon-parhaaksi-yleisluento-sarja-2023/> luettu 21.08.24
- Sippola, J. 1989. Eloperäisiin maihin fosfori pidättyy heikosti. Koetoiminta ja käytäntö, 46: 62

- Sitra. 2022. Venäjän sodan seuraukset – ratkaisuja maatalouden ravinteiden riittävyyden turvaamiseksi. Asiantuntijaryhmän työpaperi. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2022/05/asiantuntijaryhma-tyopaperi-27-05-2022.pdf> luettu 22.08.2024
- Suomela, R. 2021. Maan reservikaliumin huomioiminen lannoituksessa. Opas kaliumlannoituksen tarkentamiseen Pohjois-Pohjanmaalle. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut issn 1798-2022. Oulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202102242623>
- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. 2016. RIL 128-2016 Peltosalaojituksen ohjeet ja laatuvaatimukset. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. Helsinki. 52 s. ISBN: 978-951-758-607-8
- Suomen ympäristökeskus SYKE. 2022. Perinnebiotooppien uhanalaisuus -tietosivusto. <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/luontotyypien-monimuotoisuus/luontotyypien-uhanalaisuus/perinnebiotoopit#perinnebiotooppien-uhanalaistumisen-syyt-ja-uhkatekijät>. Luettu 27.09.2024
- SVT 1945. Suomen virallinen tilasto 38:1. Maatalous. Yleinen maatalouslaskenta v. 1941 osa 1. Yleinen osa Helsinki 1945. 60 s
- SVT 1954 Suomen virallinen tilasto 45:1. Maatalous. Yleinen maatalouslaskenta v. 1950, osa 1. Yleinen osa. Helsinki 1954. 292 s
- Tattari, S., Koskiaho, J., Kosunen, M., Lepisto, A., Linjama, J., & Puustinen, M. 2017. Nutrient loads from agricultural and forested areas in Finland from 1981 up to 2010-can the efficiency of undertaken water protection measures seen? Environmental Monitoring and Assessment, 189(3), Article 95. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5791-z>
- Tilastokeskus. 2024(a). Suomi lukuina, Maa-, metsä- ja kalatalous. https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_maatalous.html Luettu 25.04.2024
- Tilastokeskus. 2024(b). Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2024. National Inventory Report under the UNFCCC. Submission to the European Union 15 March 2024 https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_raportointi.html. Luettu 22.4.2024.
- 
- Tilastokeskus. 2023. Kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2022, katsaus 14.12.2023. <https://www.stat.fi/julkaisu/cl8d190lnb47r0bvvg344apf0> Luettu 22.04.2024
- Turina -hanke. 2024. Miltä näyttää vettäminen ja kosteikkoviljelyn tulevaisuus Suomessa? -Webinaari. Luonnonvarakeskus. <https://www.ilmastoviisas.fi/kosteikkoviljely-suomessa-webinaari-23-4-2024/>
- Turtola, E. 1989. Ravinteiden huuhtoutuminen peltomaasta. Koetoiminta ja käytäntö 46: 60
- Tuuri, A. 1998. Linnuille pesänsä, ketuille kolonsa. Suomen Rakennuslehti Oy. ISBN 951-664-020-6.
- Urvas, L., Sillanpää, M. & Erviö, R. 1979. Classification of peat and peatlands. Proc. Int. Symp. Hyytiälä. Finland. 184-189.
- Valtioneuvosto. 2023. Valtioneuvoston asetus eräiden maatalouden pinta-alaperusteisten tukien myöntämisen yleisistä edellytyksistä 77/2023.

- Vakkilainen, P. 2009. Hydrologian perusteita. Teoksessa: Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö (2009). Paasonen- Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.). Salaojayhdistys ry. s. 265–316. https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf
- Vesi.fi. 2024. Sanasto. <https://www.vesi.fi/sanasto/peruskuivatus/> luettu 21.08.2024
- Vesilaki 587/2011. Annettu Helsingissä 27.05.2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587> luettu 140824
- Virkajärvi, P., Kykkänen, S., Rätty, M., Hyrkäs, M., Järvenranta, K., Isoahti, M. & Kauppila R. 2014. Nurmien kaliumtalous: Maan reservikaliumin merkitys kaliumlannoituksen suunnittelussa. MTT raportti 165. MTT. Jokioinen.
- Virtanen, S. & Vakkilainen, P. 2017. Salaojatutkimuksesta Suomessa. Teoksessa Salaojayhdistys 100 vuotta. Salaojayhdistys ry. Helsinki. 180 s
- Virtanen, K., Lerssi, J. 2006. Mustaliuskekilvilajin vaikutus turpeen alkuainepitoisuuksiin. Geologian tutkimuskeskus, 62 s.
- Viskari, T., Pusa, J., Fer, I., Repo, A., Vira, J., & Liski, J. 2022. Calibrating the soil organic carbon model Yasso20 with multiple datasets, Geosci. Model Dev., 15, 1735–1752. doi.org/10.5194/gmd-15-1735-2022
- VMI11 – Valtion metsien inventointi. 2013. Luonnonvarakeskus. Helsinki
- VMI12 – Valtion metsien inventointi. 2021. Luonnonvarakeskus, Helsinki.
- WRB - World References Base For Soil Resources. 2022. FAO.
- Vuorinen, J. & Mäkitie, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeologia julkaisuja* 63:1-44.
- Vuorinen, J. 1952. Koetilojen peltojen viljavuudesta. Summary: on the fertility of soils on experimental farms in Finland. *Agrogeologia julkaisuja* 59: 1-59.
- VÄPÄ -hanke. 2021. Vähempipäästöiset nurmikierrot turvellidoilla 01. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/fi/projektit/vapa-01>
- Wejberg, H. 2024. Turvellidojen viljelyn ympäristökuormituksen vähentäminen vesienhallinnalla -webinaarin aineistot. Luonnonvarakeskus. Työpakettikohtaiset raportit/aineistot julkaistaan 2024.
- Yli-Halla, M., Lötjönen, T., Liimatainen, M. & Joki-Tokola, E. 2022(a). Ohutturpeiselta pellolta tuleva ympäristökuormitus: Ruukin koekentän perustaminen ja ensimmäisiä tuloksia veteen ja ilmakehään päätyvästä kuormituksesta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, Nro 50, Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-450-0> >
- Yli-Halla, M., Lötjönen, T., Kekkonen, J., Virtanen, S., Marttila, H., Liimatainen, M., Saari, M., Mikkola, J., Suomela, R. & Joki-Tokola, E. 2022(b). Thickness of peat influences the leaching of substances and greenhouse gas emissions from a cultivated organic soil. *Sci. Total Environ.* 806, 150499. <https://doi.org/10.1016/j.SCITOTENV.2021.150499>.



- Yli-Halla, M., Virtanen, S., Mäkelä, M., Simojoki, A., Hirvi, M., Innanen, S., Mäkelä, J.J. & Sullivan, L. 2017. Abundant stocks and mobilization of elements in boreal acid sulfate soils. *Geoderma* 308, 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.07.043>.
- Yli-Halla, M. & Simojoki A. 2017. Maaperä muutoksessa. Teoksessa Seppänen, M.M. & Kymäläinen H-R. (toim.) *Maailma muuttuu, muuttuuko maatalous?* Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos. s 55-75.
- Yli-Halla, M. 2010. Happamien sulfaattimaiden luokittelu ja viljelyn vaihtoehdot. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 26. <https://doi.org/10.33354/smst.75806>
- Ympäristöministeriö. 2024. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka> Luettu 11.04.2024
- Äijö, H., Myllys, M., Sikkilä, M., Salo, H., Salla, A., Nurminen, J., Paasonen-Kivekäs, M. & Koivusalo, H. 2021. Vesitalouden hallinta vesiensuojelussa (VesiHave) loppuraportti. Salaojituksen tutkimusyhdistyksen tiedote. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry. Helsinki. 82 s. https://www.salaojitustutkimus.fi/wp-content/uploads/2021/04/Vesitalouden-hallinta-vesiensuojelussa-VesiHave_loppuraportti.pdf

Tämän julkaisun tavoitteena on tuoda esille ja koota turvepeltojen historiaa ja nykyisyyttä tutkitun tiedon ja käytännön haasteiden lähtökohdista.

Toivomme, että julkaisusta on hyötyä yhteiskunnallisessa päätöksenteossa sekä maanviljelijöille ja neuvojille, jotka tekevät ensiarvoisen tärkeää työtä ympäristö- ja ilmastoratkaisujen parissa.

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

www.salaojayhdistys.fi -> Julkaisut

ISBN 978-952-5345-57-5