



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 120/2023

Turvetuotannosta poistuvien alueiden jatkokäytön vaihtoehdot Suomessa sekä arvio niiden ympäristö- ja talousvaikutuksista

**Lasse Aro, Paula Jylhä, Kirsi Järvenranta, Airi Matila,
Ulla Ramstadius, Tiina Ronkainen, Aleksi Räsänen, Niko Silvan,
Frans Silvenius, Perttu Virkajärvi, Antti Wall ja Anne Tolvanen**

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 120/2023

Turvetuotannosta poistuvien alueiden jatkokäytön vaihtoehdot Suomessa sekä arvio niiden ympäristö- ja talousvaikutuksista

**Lasse Aro, Paula Jylhä, Kirsi Järvenranta, Airi Matila,
Ulla Ramstadius, Tiina Ronkainen, Aleks Räsänen, Niko Silvan, Frans Silvenius,
Perttu Virkajärvi, Antti Wall ja Anne Tolvanen**

TAPIO 



Viittausohje:

Aro, L., Jylhä, P., Järvenranta, K., Matila, A., Ramstadius, U., Ronkainen, T., Räsänen, A., Silvan, N., Silvenius, F., Virkajärvi, P., Wall, A. & Tolvanen, A. 2023. Turvetuotannosta poistuvien alueiden jatkokäytön vaihtoehdot Suomessa sekä arvio niiden ympäristö- ja talousvaikutuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 120/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 71 s.

Lasse Aro ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-0331-9741>



ISBN 978-952-380-852-2 (Painettu)

ISBN 978-952-380-853-9 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-853-9>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Lasse Aro, Paula Jylhä, Kirsi Järvenranta, Airi Matila, Ulla Ramstadius, Tiina Ronkainen, Aleks Räsänen, Niko Silvan, Frans Silvenius, Perttu Virkajärvi, Antti Wall ja Anne Tolvanen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2023

Julkaisu vuosi: 2023

Kannen kuva: Johannes Karhula, Datapalvelu 64°N

Alkusanat

Tämän työn tausta on vuosina 2020–2021 toimineen, työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) asettaman Turvetyöryhmän valmistelemissa toimenpide-ehdotuksissa. Työryhmä esitti tietopakettien laatimista turvetuotannosta poistuvien alueiden kestävä jatkokäytön vaihtoehtoista ja niiden vaikutuksista (Korhonen ym. 2021). Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) tilasi Luonnonvarakeskukselta (Luke) tämän työn, joka sisältyi MMM:n Hiilestä kiinni -toimenpidekokonaisuuteen. Luken syksyllä 2022 keräämä aineisto aihetta käsittelevistä, lähinnä kotimaisista julkaisuista ja muista lähteistä on julkaistu osana Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY) Teema-sivustoa ”Turvetuotantoalueet uuteen maankäyttöön”. Sivustoa päivitetään uuden tiedon karttuessa.

Kun tiedolle entisten turvetuotantoalueiden jatkokäytöstä näyttää olevan suuri tarve, MMM:n neuvottelevan virkamiehen Kaisa Pirkolan kanssa sovittiin myöhemmin, että aineisto julkaistaan myös Luken Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus -sarjassa omana raporttinaan. Raporttia täydennettiin alkuperäisen aineiston valmistumisen jälkeen julkaistulla uudella tiedolla, joillakin yksityiskohdilla, kaavioilla, asiaa havainnollistavilla kuvilla sekä lähdekirjallisuudella.

Tapio Oy:n ja Luken Hiilestä kiinni -kokonaisuuden hankkeessa Turvetuotantoalueiden ilmastokestävät jatkokäyttömahdollisuudet (TulJa) laadittiin maanomistajille tietopaketti eri jatkokäyttömuotojen ilmastovaikutuksista. Synergiahätytyjen vahvistamiseksi TulJa-hankkeen tietopakettien sisältö liitettiin tähän raporttiin, jolloin hankkeissa tuotettu tieto saatiin koottua yhteen raporttiin.

Tekijät

Tiivistelmä

Lasse Aro¹, Paula Jylhä², Kirsi Järvenranta³, Airi Matila⁴, Ulla Ramstadius⁵, Tiina Ronkainen⁴, Aleksi Räsänen⁶, Niko Silvan⁷, Frans Silvenius⁸, Perttu Virkajärvi³, Antti Wall² ja Anne Tolvanen⁶

¹ Luonnonvarakeskus, Itäinen Pitkätie 4 A, 20520 Turku

² Luonnonvarakeskus, Teknologiakatu 7, 67100 Kokkola

³ Luonnonvarakeskus, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka

⁴ Tapio Oy, Maistraatinportti 4 A, 00240 Helsinki

⁵ Luonnonvarakeskus, Tietotie 4, 31600 Jokioinen

⁶ Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

⁷ Luonnonvarakeskus, Tekniikankatu 1, 33720 Tampere

⁸ Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

Energiaturpeen käyttö on vähentynyt voimakkaasti, mikä on pienentänyt myös turvetuotannossa olevaa suoalaa. Tämän kehityksen ennustetaan edelleen jatkuvan. Siten kymmenille tuhansille turvesuohehtaareille täytyy löytää lähitulevaisuudessa uusia maankäytön muotoja. Tähän raporttiin on koostettu tiedot entisten turvetuotantoalueiden uusista maankäyttömuodoista, joista on kertynyt kokemuksia muutaman viime vuosikymmenen aikana. Lisäksi raportissa arvioidaan maankäyttömuotojen ympäristö- ja talousvaikutuksia.

Turvetuotannosta poistuvat alueet ovat yleensä laajoja, avoimia ja muusta ympäristöstä erityisoin rajattuja turvepintaisia kenttiä, joilla perusinfrastruktuuri on usein kunnossa. Veden määrä, jäännösturpeen paksuus, pohjamaan laatu ja muut ominaisuudet voivat vaihdella paljon alueiden välillä ja niiden sisällä. Erityisesti vesi- ja ravinnetalous määrittävät kullekin alueelle sopivimmat maankäytön vaihtoehdot. Epätasapainoinen ravinnetalous ja turpeen happamuus vaikeuttavat metsittämistä, kasvittumista ja kasvinviljelyä, joten useimmiten tarvitaan kalkitusta ja lannoitusta.

Yleisimmät vaihtoehdot jatkokäytölle ovat metsä- ja maatalous sekä erilaisten kosteikkojen rakentaminen. Niistä on julkaistu eniten tutkimustuloksia, mutta myös käytännön kokemuksia on kertynyt runsaasti. Kuivimmat suonpohjat sopivat aines- ja energiapuun tuottamiseen, ja entisten turvetuotantoalueiden vaativiin olosuhteisiin sopeutuvat parhaiten mänty, hies- ja rauduskoivu. Kasvinviljelyssä hyviä tuloksia on kertynyt nurmiviljelystä ja ruokohelpistä, mutta muitakin vaihtoehtoja on kokeiltu. Kosteikkoviljelystä ei ole juuri kokemuksia. Rahkasammalen kasvattaminen on yksi mahdollisuuksista. Märille suonpohjille kannattaa rakentaa kosteikkoja tai yrittää palauttaa niille suokasvillisuudelle suotuisat olosuhteet. Luonnonhoitoa on mahdollista edistää riistapeltojen ja -metsiköiden avulla. Tuuli- ja aurinkovoimaloiden perustaminen suonpohjille on uusi mahdollisuus, josta tietoa kertyy vähitellen lisää.

Jatkokäytön vaikutuksista ei ole julkaistu kattavia vertailevia tutkimuksia. Myös mitattua tietoa suonpohjien erilaisten jatkokäyttötapojen ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- tai talousvaikutuksista on vähän. Siksi tässäkin raportissa arviointi perustui asiantuntija-arvioihin, joissa jatkokäyttöä verrattiin paljaaseen suonpohjaan välittömästi turvetuotannon päättymisen jälkeen.

Vesistövaikutukset riippuvat maanmuokkaustoimenpiteistä, kasvatettavista lajeista ja mahdollisesta lannoituksesta. Ne voivat olla joko myönteisiä tai kielteisiä. Vuosittain toistettava lannoitus aiheuttaa suurimmat kielteiset vaikutukset, kun taas pitkällä aikavälillä kosteikot ja

suoksi ennallistaminen ovat vesistövaikutusten kannalta parhaat jatkokäyttömuodot. Samat jatkokäyttömuodot ovat myös monimuotoisuuden kannalta suotuisimmat. Monimuotoisuusvaikutukset ovat pääosin myönteisiä useimmissa vaihtoehdoissa, koska mikä tahansa kasvillisuus lisää monimuotoisuutta verrattuna turvetuotannosta juuri vapautuneeseen suonpohjaan ja houkuttelee paikalle myös muita eliölajeja. Sadan vuoden tarkastelujaksolla ennallistaminen suoksi tai metsitys ovat ilmaston kannalta ylivoimaisesti parhaat vaihtoehdot. Maa- ja metsätalous, aurinko- ja tuulivoima, terminaali-alueet ja virkistyskäyttö luovat suoraan elinkeinotoimintamahdollisuuksia.

Asiasanat: ilmastovaikutus, kasvinviljely, kosteikko, maankäyttö, metsitys, soistaminen, suonpohja, turvemaa, turvesuon jatkokäyttö, ympäristövaikutukset

Sisällys

1. Johdanto	8
2. Suonpohjan tyypilliset ominaisuudet.....	11
3. Metsitys.....	13
3.1. Puuntuotannon sopivuus suonpohjille	13
3.2. Ainespuun kasvatus.....	15
3.2.1. Metsitysmenetelmät ja puulajit.....	15
3.2.2. Metsänhoito.....	18
3.3. Lyhytkiertopuulajien kasvatus.....	18
3.3.1. Kasvatuksen tavoite	18
3.3.2. Hieskoivu.....	19
3.3.3. Pajut	21
3.3.4. Harmaaleppä	21
3.3.5. Tervaleppä	22
3.3.6. Haapa.....	22
3.4. Metsityksen ilmasto-, vesistö- ja monimuotoisuusvaikutukset ja kannattavuus.....	23
4. Kasvinviljely ja maatalous.....	25
4.1. Suonpohjan edut ja haitat kasvinviljelyssä	25
4.2. Nurmiviljely.....	26
4.3. Viljanviljely.....	27
4.4. Ruokohelpi.....	28
4.5. Kosteikkoviljely	30
4.5.1. Rahkasammal.....	30
4.5.2. Muut kosteikkokasvit.....	31
4.6. Vihannekset ja yrttikasvit.....	32
4.7. Marjat	32
4.7.1. Karpalot.....	32
4.7.2. Mansikka.....	33
4.7.3. Muut marjat.....	33
4.8. Poron ravintokasvien viljely	34
4.8.1. Suonpohjat sopivat porojen laidunalueiksi	34
4.8.2. Poron ravintokasvien valinta	34
4.8.3. Poron ravintokasvien siirtoistutus	35
4.8.4. Poron ravintokasvien kylvö	35

4.9. Kasvinviljelyn ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- ja talousvaikutukset	36
5. Ennallistaminen suoksi	38
5.1. Ennallistamisen tavoite ja sopivuus suonpohjille	38
5.2. Toteutus	38
5.3. Ennallistamisen ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- ja talousvaikutukset.....	40
5.3.1. Ennallistamisen ilmastovaikutukset	40
5.3.2. Ennallistamisen vesistö- ja monimuotoisuusvaikutukset	41
5.3.3. Suoksi ennallistamisen kustannukset ja talousvaikutukset	41
6. Kosteikot ja luonnonhoito	42
6.1. Lintukosteikko.....	42
6.1.1. Lintukosteikon ominaispiirteet	42
6.1.2. Lintukosteikon perustaminen suonpohjalle	43
6.2. Riistapelto.....	44
6.2.1. Mikä on riistapelto?.....	44
6.2.2. Riistapellon perustaminen suonpohjalle	45
6.3. Riistametsikkö	46
6.4. Lintupelto.....	46
6.5. Luonnonravintolammikot.....	46
6.6. Ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- ja talousvaikutukset.....	47
7. Aurinko- ja tuulivoima	48
8. Muut maankäyttömuodot	50
8.1. Terminaalialueet.....	50
8.2. Virkistyskäyttö.....	50
9. Maankäytön ympäristö- ja talousvaikutusten vertailu	52
9.1. Vaikutusten arviointi.....	52
9.2. Maankäytön suorat vaikutukset.....	52
9.3. Ilmastovaikutukset	54
9.3.1. Ilmastovaikutukset 2021–2050	54
9.3.2. Ilmastovaikutukset 20–100 vuoden kuluessa	55
Viitteet.....	58

1. Johdanto

Suomessa turvetta nostetaan energia-, kasvualusta- ja kuivikekäyttöön. Energiaturpeen osuus turvetuotannosta on suurin, ja sen vuosittainen käyttö vaihtelee mm. muiden polttoaineiden saatavuuden ja sääolojen mukaan (AFRY 2020). Turpeen käyttöä energialähteenä lisättiin 1970- ja 1980-luvuilla öljykriisin seurauksena, ja suurimmillaan sen osuus energian kokonaiskulutuksesta oli noin 7 % (Kuva 1; Tilastokeskus 2023).

Turpeen käytön haitallisten ilmastovaikutusten takia energiaturpeen päästöoikeuksien hinta on noussut korkeaksi ja samalla myös turpeen käytön verotus on kiristynyt (AFRY 2020). Lisäksi Suomessa asetettiin vuonna 2019 tavoitteeksi turpeen käytön puolittaminen vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvosto 2019). Nämä yhdessä ovat vähentäneet turvetuotantoa nopeasti.

Turvetuotannon ympäristöluvan alainen (ympäristöhallinnon YLVA-tietokanta) pinta-ala on pienentynyt selvästi vuodesta 2010 vuoteen 2022 (Kuva 2; Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 24.11.2023). Turvetuotannon pinta-alaan sisältyvät sekä aktiivisessa turpeenostossa olevat, tilapäisesti lepoon siirretyt että kunnostettavana olevat turvesuot. Tämä pinta-ala sisältää sen suoalan, josta suon pintakerros ja kasvillisuus on poistettu ja jonka siirto uuteen maankäyttöön vaatii toimenpiteitä jossakin vaiheessa. Viimeisen seitsemän vuoden aikana pinta-ala on vaihdellut 38 000 ja 65 000 hehtaarin välillä (Kuva 2). Vuonna 2022 levossa olleita tuotantoaloja otettiin uudelleen tuotantoon energiahuollon turvaamiseksi.

Turvetuotannosta poistuneiden alueiden, jotka eivät ole vielä kasvittuneet tai siirtyneet muuhun maankäyttöön, pinta-ala on vaihdellut YLVA-tietokannassa vuosittain 6 159 ja 14 431 hehtaarin välillä 2010–2022. Sama pinta-alayksikkö voi esiintyä tietokannassa useana vuonna, joten vuosittaisia pinta-aloja ei voi summata yhteen.

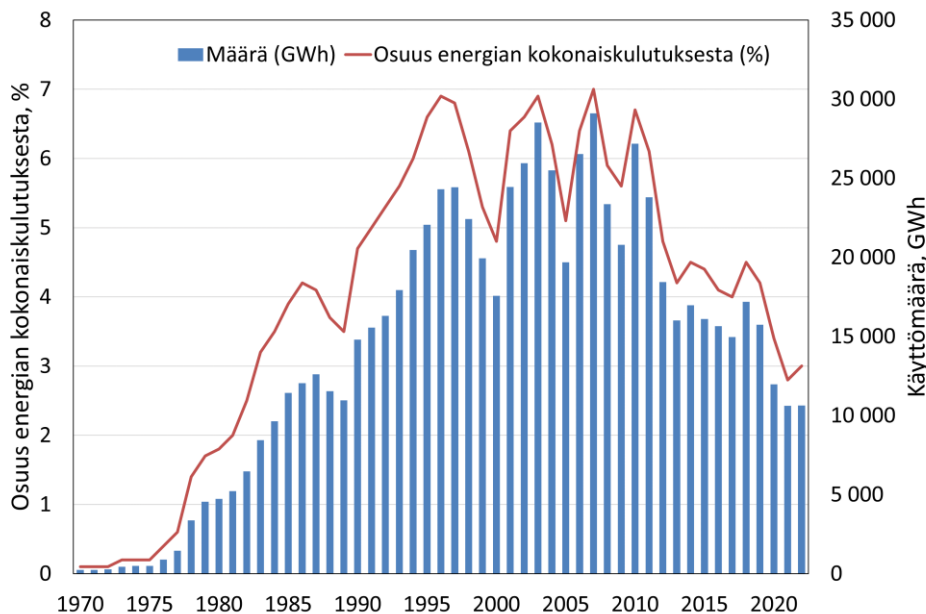
Metsitettäväksi sopivia entisiä turvetuotantoalueita oli vuonna 2019 runsas 9 000 ha paikka-tietoanalyysissä käytetyistä aineistoista, menetelmistä ja rajoituksista riippuen (Isoniemi 2020, Lumperoinen & Hämäläinen 2020). Tästä pinta-alasta osa soveltunee muuhunkin kuiville alueille sopivaan jatkokäyttöön. Vuoden 2019 lopussa arvioitiin, että turvetuotannosta oli poistunut edeltävien 30 vuoden aikana noin 55 000 ha, ja kautta aikain turvetta on nostettu arviolta 120 000 suohehtaarilta (Salo 2020).

Vielä muutama vuosi sitten turvetuotannosta poistuneiden suonpohjien yleisimmät jatkokäyttömuodot Suomessa olivat metsätalous (75 % vapautuneesta pinta-alasta oli metsitetty tai metsittynyt luontaisesti), maatalous (20 %) ja kosteikot (5 %; Bioenergia ry 2019; Kuva 3). Suonpohjien maa- ja metsätalouksikäytöstä on myös kertynyt eniten tutkimustuloksia. Kansainvälisen kirjallisuuden perusteella turvetuotannosta poistuneiden alueiden jatkokäytön tutkimus on painottunut niiden luontaiseen kasvittumiseen ja ekosysteemien ennallistamiseen (Räsänen ym. 2023a).

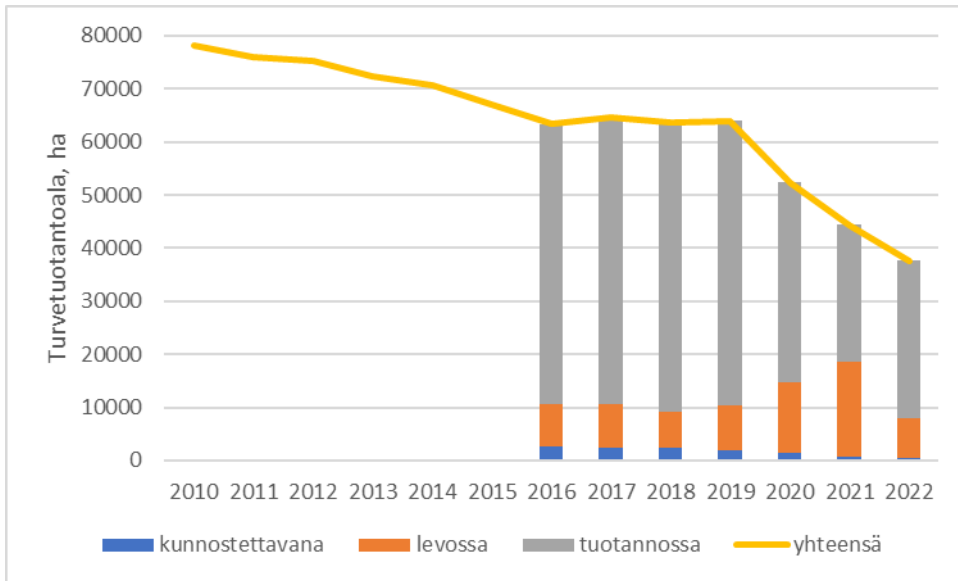
Turvetuotantoalueen jatkokäytöstä päättää maanomistaja. Maanomistajien näkemyksiä turvetuotantoalueiden jatkokäytöstä on selvitetty hiljattain. Suosituimmiksi jatkokäytön vaihtoehtoiksi osoittautuivat metsitys, maatalous, aurinko- ja tuulivoiman tuottaminen sekä vettäminen (Laasasenaho ym. 2023). Maanomistajat arvostivat erityisesti vaihtoehtoja, joilla nähtiin mahdollisuuksia taloudellisesti kannattavaan toimintaan (Laasasenaho ym. 2023).

Turvetuotantoalueiden jatkokäyttömuotoihin liittyy monia lupa- ja ilmoitusmenettelyjä (Matti & Alatalo 2023), joihin maanomistajan on syytä tutustua jo jatkokäytön suunnittelun alkuvaiheissa. Turvetuotanto vaatii ympäristöluvan, jossa määrätään turvetuottajan velvoitteista myös turpeennoston lopetusvaiheessa. Tässä jälkihoitovaiheessa siistitään alue, poistetaan jatkokäytölle tarpeettomat rakenteet ja tehdään toimenpiteet, joilla varmistetaan, että alueen vesistökuormitus ei lisääny tuotannon päättymisen jälkeen. Ympäristöluvassa voi olla vaatimus esim. tuhkalannoituksesta luontaisen kasvittumisen edistämiseksi, mikä saattaa olla edellytys esim. vesienkäsittelyrakenteiden purkamiselle. Jälkihoitovaiheen toimenpiteet voivat vaikuttaa myös suonpohjan jatkokäytön valintaan.

Tässä raportissa on painotettu sellaisia entisten turvetuotantoalueiden uusia maankäyttömuotoja, joista on kertynyt maassamme kokemuksia muutaman viime vuosikymmenen aikana. Viime aikoina on keskusteltu myös kosteikkoviljelyn mahdollisuuksista turvemaidilla (esim. Lång ym. 2022), mutta kosteikkoviljelyä entisillä turvesoilla ei juurikaan ole kokeiltu. Raportissa tarkastellaan myös kosteikkoviljelyyn mahdollisesti sopivia kasvilajeja. Myös aurinko- ja tuulivoima voivat olla uusia mahdollisuuksia suonpohjien jatkokäyttöön.



Kuva 1. Turpeella tuotetun energian määrä (GWh) ja sen osuus (%) energian kokonaiskulutuksesta Suomessa 1970–2022 (vuosi 2022 ennakkotieto; Tilastokeskus 2023).



Kuva 2. Turvetuotannon pinta-alan kehitys 2010–2022 (YLVA-tietokanta, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 24.11.2023).



Kuva 3. Maanomistajien suosimia suonpohjien jatkokäytön vaihtoehtoja: maatalous, metsätalous ja lintukosteikko. Liminka, Hirvineva, lokakuu 2023. Kuva: Johannes Karhula.

2. Suonpohjan tyypilliset ominaisuudet

Turvetuotannosta poistuvat alueet ovat yleensä laajoja, tasaisia, avoimia ja muusta ympäristöstä erityisoin rajattuja turvepintaisia kenttiä, joilla ojitus ja kulkuyhteydet ovat usein hyvässä kunnossa (Kuva 4). Veden määrä, jäännösturpeen paksuus, pohjamaan laatu ja muut ominaisuudet voivat vaihdella paljon turvetuotantoalueiden välillä ja niiden sisällä (Räsänen ym. 2023a, 2023b).

Osalla tuotantolohkoista turvetta on nostettu niin syvältä, että maanpinta on ympäristöönsä huomattavasti alempana. Näitä kohteita on kuivatettu pumppaamalla. Kun pumppaaminen lopetetaan turpeenoston päättymisen jälkeen, tuotantolohkon alavimmat osat vettyvät helposti, mikä voi rajoittaa niille sopivien jatkokäyttövaihtoehtojen määrää (Salo & Savolainen 2008). Lämpötilojen vaihtelu on suurta vuorokauden aikana, ja avoimet ja alavat alueet ovat hallanarkoja paikkoja. Pintakasvillisuus kehittyy yleensä hitaasti (esim. Salonen 1992), mutta suotuisissa olosuhteissa turvetuotannosta poistunut lohko voi heinittyä jo vuodessa.

Jäännösturpeen paksuus voi vaihdella paljon jo yhden tuotantolohkon sisällä muun muassa nostotekniikan, pohjamaan pinnanmuotojen tai kivisyyden mukaan. Paikoin turve on nostettu kokonaan kivennäismaahan asti, mutta toisaalle jäännösturvetta on saattanut jäädä yli metrin paksuisena kerroksena (Kaunisto 1987, Aro ym. 1997, Åman & Heikkinen 2002). Jälkimmäisiä esiintyy tuotantosarkojen päissä, turveaumojen paikoilla tai kivikoiden ympärillä. Turvetta voi olla paljon jäljellä soilla, joilla turpeenosto on jäänyt kesken.

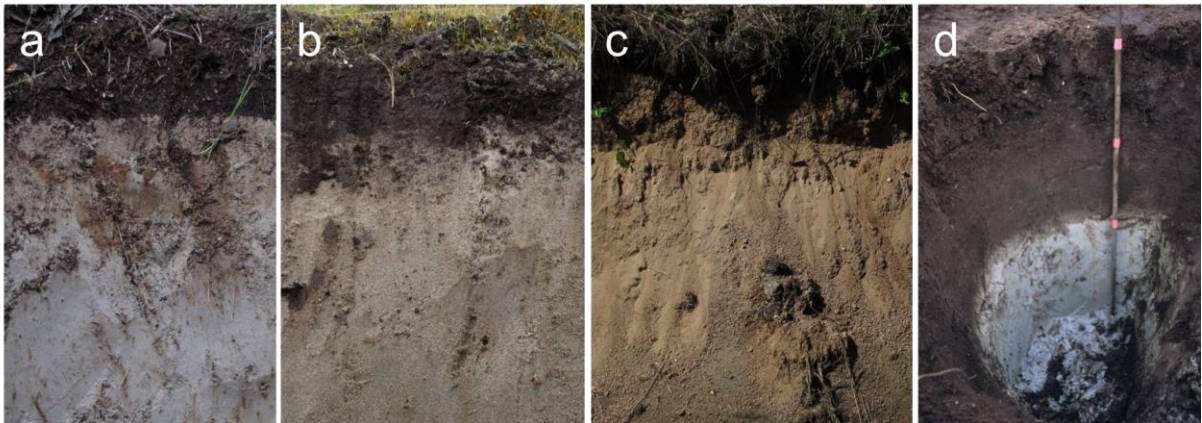
Jäännösturve on yleensä hyvin maatunutta ja siten runsastyypistä (2 375–6 391 kg/ha 10 cm paksuisessa pintaturpeessa; Aro ym. 1997, Hytönen ym. 2018). Siinä on niukasti kaliumia ja fosforia (Ferm & Kaunisto 1983, Kaunisto & Viinamäki 1991, Aro ym. 1997, Aro & Kaunisto 2003, Aro & Hytönen 2019). Epätasapainoinen ravinnetalous ja turpeen happamuus vaikeuttavat metsittämistä, kasvittumista ja kasvinviljelyä, joten lannoitusta tarvitaan useimmiten (Kaunisto 1987, Hytönen 1996, Aro ym. 1997, Aro & Kaunisto 2003, Lamminen ym. 2005, Huotari ym. 2007, 2008, Kikamägi ym. 2014, Hytönen ym. 2018).

Pohjamaan ominaisuudet jäännösturpeen alla vaihtelevat paljon (Aro ym. 1997, Korhonen 1999a, 1999b, Picken 2007; Kuva 5). Usein pohjamaa on heikosti vettä läpäisevää hienolajitteista maata. Vettä pidättävän hienojakoisen kerroksen päällä voi olla karkeampia maa-aineksia, kuten hiekkaa (Korhonen 1999a, 1999b). Myös moreenimaita esiintyy (Korhonen 1999a, Åman & Heikkinen 2002, Picken 2007). Pohjamaassa on kasvinviljelylle, kasvittumiselle ja metsänsäntäkasvatukselle välttämättömiä kivennäisravinteita. Kasvit pystyvät hyödyntämään näitä ravinteita, jos niiden juuret yltävät pohjamaahan asti. Tämä on mahdollista ohutturpeisilla suonpohjilla, joilla turpeen paksuus on enintään 20–40 cm maa- ja kasvilajista riippuen (Aro ym. 1997, Aro 2000; Kuva 5).

Erityisesti Pohjanlahden rannikolla esiintyy happamia sulfaattimaita, joiden rikkipitoisten kerrostumien hapettuminen happamoittaa maaperää ja vesistöjä. Näillä alueilla maanmuokkaus ja ojitus on tehtävä varovaisesti tai jätettävä kokonaan tekemättä (esim. Nieminen ym. 2020). Niille suositellaan jatkokäytöksi ensisijaisesti vettä tai kosteikkojen perustamista (esim. Picken 2007). Metsitys sopii myös, jos maa voidaan pitää riittävän kuivana ilman ojien kunnostusta. Mustaliuskealueilla tulee toimia samoin kuin happamilla sulfaattimailla.



Kuva 4. Turvetuotannosta poistunut laaja alue, joka ei ole vielä siirtynyt uuteen maankäyttöön. Tohmajärvi, Valkeasuo. Kuva: Lasse Aro.



Kuva 5. Suonpohjalla turvekerroksen paksuus ja pohjamaan laatu vaihtelevat. Hietaiset ja sitä hienommat kivennäismaat ovat hyviä kasvinviljelyn ja metsityksen kannalta, kun turvekerroksen paksuus on alle 30 cm (kuvat a ja b). Mänty sopii hiekkamailla (kuva c) kasvatettavaksi. Paksuilla, yli 40 cm:n turvekerroksilla kasvinviljely tai metsänkasvatus ei onnistu ilman maanparannustoimenpiteitä, vaikka pohjamaana olisi hiesusavi (kuva d; Aro & Hytönen 2019). Kuvat: Lasse Aro.

3. Metsitys

3.1. Puuntuotannon sopivuus suonpohjille

Turvetuotannosta poistunut alue sopii puuntuotantoon, jos se on kuivattavissa tavallisilla ojilla. Selvästi ympäristöään alempana olevat turvetuotantoalueen lohkot eivät sovi metsitettäviksi. Puiden kasvulle sopivan kuivatustilan jälkeen tärkeimmät metsitykseen vaikuttavat tekijät ovat jäännösturpeen paksuus ja jäännösturpeen alla sijaitsevan pohjamaan ominaisuudet (Ferm & Kaunisto 1983, Kaunisto & Viinamäki 1991, Aro ym. 1997, Aro & Hytönen 2019). Ne määrittelevät suonpohjalle kasvatettaviksi sopivat puulajit, lannoitustarpeen ja puuntuotoksen suuruuden (Kuva 6). Suonpohjilla on suuri puuntuotospotentiaali jäännösturpeen runsaiden tyyppivarojen ansiosta (Aro & Kaunisto 2003, Hytönen & Saarsalmi 2009, Hytönen & Aro 2012, Aro ym. 2016, Hytönen ym. 2018, Aro ym. 2020). Esimerkiksi männiköiden runkopuun keskikasvuksi kiertoajan kuluessa on arvioitu 7,5–9,5 m³/ha/v (Aro ym. 2020).

Hyvää metsityskelpoisuutta osoittavat suonpohjalle luontaisesti syntynyt taimiaines ja muu kasvillisuus, paljastuneet kivet ja pohjamaa sekä liekopuut (Aro & Hytönen 2019). Kohde kannattaa metsittää mahdollisimman pian turpeennoston päätyttyä, jolloin yleensä ei tarvita pintakasvillisuuden torjuntaa. Jos jäljelle jäänyt turvekerros on ohut, sille kehittyvä kasvillisuus voi haitata metsitystä. Jos metsitys viivästyy, saatetaan tarvita mätästystä ja pintakasvillisuuden torjuntaa taimien alkukehityksen turvaamiseksi, mikä lisää kustannuksia. Myös lannoitus puutuhkalla rehevöittää pintakasvillisuutta (esim. Huotari ym. 2009) ja lisää taimikoiden perkaustarvetta.

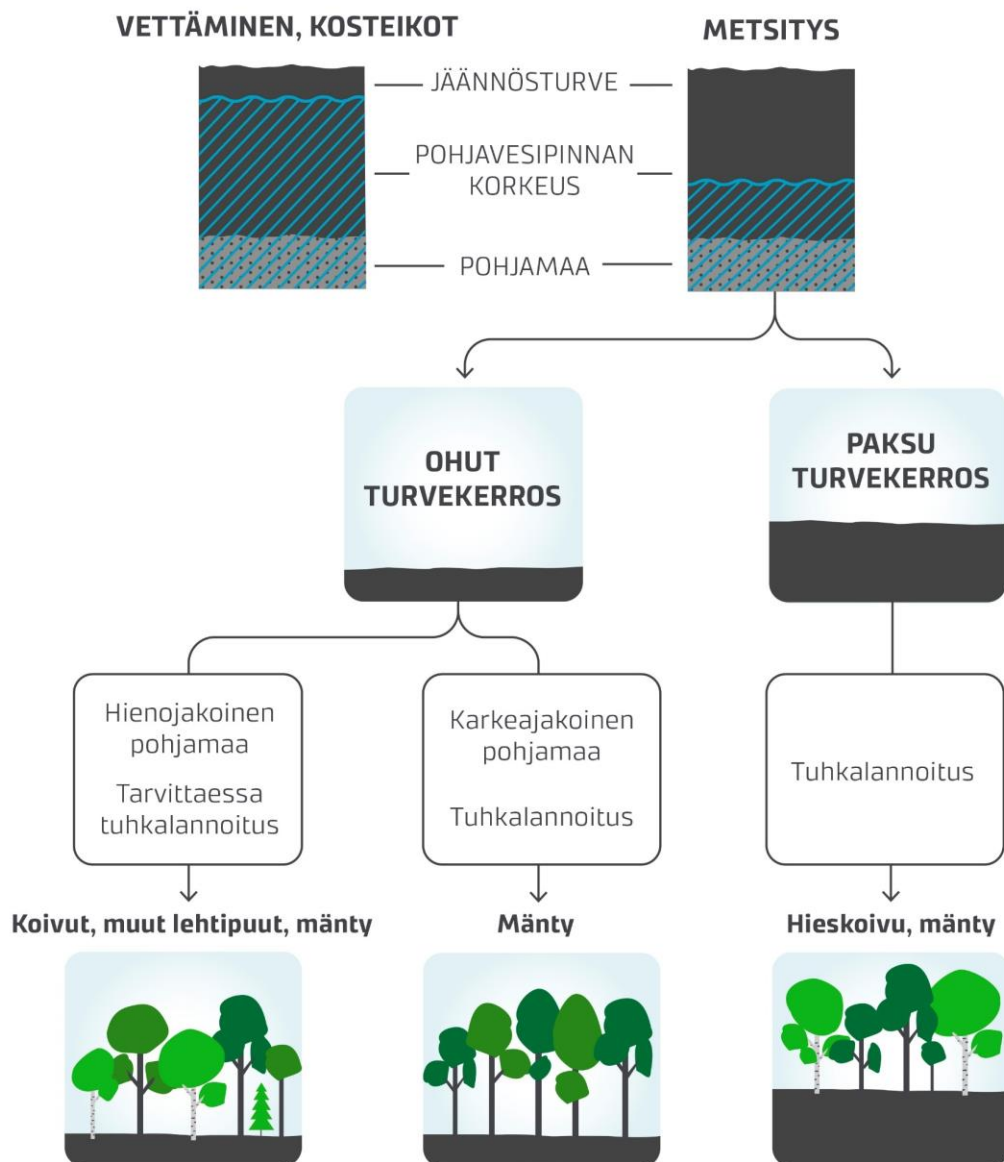
Usein turvetuotantoalueiden ojitus pysyy kunnossa turpeennoston loppuun saakka, jolloin ojien kunnostusta ei välttämättä tarvita. Sopiva sarkaleveys on 40 metriä, mutta hienojakoisilla ja heikosti vettä läpäisevillä pohjamailla voidaan tarvita lisäojia (Aro ym. 1997, Aro ym. 2020). Joskus uudet ojat joudutaan linjaamaan uudelleen ja kaivamaan poikittain vanhoihin sarkaojiin nähden. Ojituksen kunnostuksessa käytetään metsätalouden vesiensuojeluratkaisuja, joita ovat laskeutusaltaat, kaivukatkot ja pintavalutuskentät. Myös turvetuotantoalueen vesiensuojelurakenteita voidaan hyödyntää.

Jäännösturvekerroksen paksuus vaikuttaa olennaisesti siihen, millä puulajilla metsikkö voidaan perustaa ja millaiset lannoitukset tarvitaan, joten se on syytä selvittää kattavasti koko alueelta. Hyvän yleiskuvan tilanteesta saa mittaamalla turpeen paksuuden muutaman kymmenen metrin välein metsitettävän alueen läpi kulkevilta linjoilta (Aro & Hytönen 2019).

Metsityskelpoisuuden arvioinnissa on tärkeää tarkastella jäännösturpeen alla olevaa pohjamaata (Kuva 5; Aro ym. 1997, Aro & Hytönen 2019). Hietaiset ja sitä hienommat kivennäismaat sopivat hyvin metsitettäviksi, erityisesti silloin, kun turvekerros on alle 30 cm (Aro ym. 1997, Aro & Hytönen 2019). Paksuilla, yli 40 cm:n turvekerroksilla metsänkasvatus ei yleensä onnistu ilman kivennäisravinteita, joita saadaan esim. tuhkalannoitteista (Mikola 1975, Ferm & Kaunisto 1983, Kaunisto 1987, Aro & Kaunisto 1996, Aro ym. 1997, Aro & Kaunisto 2003, Aro & Hytönen 2019). Turvetuhkaan täytyy lisätä kaliumia (esim. kaliumkloridi tai biotiitti; Hytönen ym. 2016). Pohjamaan laatu on helppo selvittää ojien reunoista. Ohutturpeisilla suonpohjilla pohjamaan saa esiin kaivamalla lapiolla kuopan maahan. Maalajin voi selvittää riittävällä tarkkuudella silmävaraisesti.

Turvetuotantoalueen sarkaojien ja teiden varsille luontaisesti syntynyttä puustoa voidaan hyödyntää metsityksessä (Kaunisto 1981, Aro & Hytönen 2019). Hies- ja rauduskoivut tuottavat jo nuorina paljon siementä, joiden avulla suonpohjat voivat metsittyä luontaisesti, jos maan ravinnetila ja kuivatus ovat kunnossa (Kaunisto 1981, Huotari 2011, Aro & Hytönen 2019, Alatalo 2020). Luontainen taimiaines täydentää viljeltyjä taimikoita mutta toisaalta lisää taimikonhoitotarvetta ainespuun kasvatuksessa. Jos reunapuusto on päässyt kasvamaan korkeaksi, se voi varjostaa viljelystaimikoita kapeilla saroilla. Tällöin sen raivaaminen on perusteltua.

Suonpohjalla voidaan tuottaa tukki-, kuitu- ja energiapuuta tavanomaisilla puulajeilla, lähinnä männyllä ja koivuilla (Kuva 7). Vaihtoehtoisesti voidaan kasvattaa lyhytkiertopuulajeja energiapuuksi tai muuhun käyttöön. Metsityksellä voidaan tavoitella myös riistatiheiköitä, hiilikompensointiä tai maisemanhoitoa.



Kuva 6. Oikean metsitysketjun valinta turvekerroksen paksuuden ja pohjamaalajin perusteella (Aro & Hytönen 2019). Jos alue ei ole kuivatettavissa, vettäminen ja kosteikot ovat metsitystä ja kasvinviljelyä sopivampia jatkokäytön vaihtoehtoja.



Kuva 7. Mänty ja rauduskoivu kasvavat suonpohjalla hyvin, kun kasvuolosuhteet ovat kunnossa. Kihniö, Aitoneva. Kuvat: Lasse Aro.

3.2. Ainespuun kasvatus

3.2.1. Metsitysmenetelmät ja puulajit

Suonpohjille metsikkö voidaan perustaa istuttamalla, kylväen tai luontaisen taimiaineksen avulla (esim. Kaunisto 1981, Aro ym. 1997, Aro & Hytönen 2019). Sopivimmat puulajit ovat mänty sekä hies- ja rauduskoivu (Kuva 8). Hieskoivu sopii laadultaan harvoin tukkipuuksi, joten sen kasvatuksen päätavoitteena on tuottaa kuitu- tai energiapuuta. Ravinteisuutensa puolesta suonpohjat sopisivat myös kuuselle, mutta hallanarkuuden takia kuusi vaatii verho- puuston, eikä se siten sovi ensimmäisen kiertoajan puulajiksi (Kuva 9). Muitakin puulajeja, kuten lehtikuusi, mustakuusi, kontortamänty ja hybridihaapa (Kuva 10), on kokeiltu suonpohjilla, mutta niistä saadut kokemukset ovat toistaiseksi hyvin niukat Suomessa (esim. Porola 2011, Hytönen ym. 2015).

Mänty soveltuu parhaiten suonpohjalle, kun ohuen turvekerroksen alla oleva pohjamaa on hiekkaa tai soraa (Kuva 6). Mäntyä voidaan viljellä istuttamalla tai kylväen. Sopiva viljelytiheys on 2 000–2 500 tainta hehtaarilla (Aro ym. 1997, Aro & Hytönen 2019). Pienempi viljelytiheys sopii tilanteisiin, joissa taimikko täydentyy luontaisesti tuhkalannoituksen ja siementävän reu- napuuston ansiosta. Jos taimien ulottuvilla ei ole kivennäisravinteita, ne kuolevat muutamassa vuodessa (Kuva 11; Kaunisto 1987, Aro ym. 1997). Tarvittaessa taimien alkukehitys on varmis- tettava lannoittamalla (Kaunisto 1987, Aro ym. 1997, Hytönen ym. 2016).



Kuva 8. Vasemmalta oikealle: Istutettu männyn taimikko, kylväen perustettu hieskoivutiheikkö ja istutettua rauduskoivua ohutturpeisella suonpohjalla. Kuvat: Lasse Aro.



Kuva 9. Istutettu 5-vuotias kuusen taimikko Alajärven Savonnevalla (vas.) ja luontaisesti syntynyt ja hyväkuntoinen kuusialikasvos 34-vuotiaassa rauduskoivikossa Rautalammin Rastusuolla (oik.). Kuvat: Lasse Aro.

Suonpohja lannoitetaan hyvälaatuisella puutuhkalla, jota levitetään 2–4 tonnia hehtaarille (Aro & Hytönen 2019). Maanmuokkaus voi olla lannoituksen vaihtoehto joissakin tapauksissa. Esimerkiksi ojituksen kunnostuksen yhteydessä voidaan nostaa kivennäismaata turpeen pinnalle mataliksi mättäiksi (Kaunisto 1987, Aro ym. 1997). Matalat mättäät mahdollistavat taimien typen saannin turpeesta. Männyn kasvu voi olla suonpohjilla parhaimmillaan samaa luokkaa kuin viljavilla metsämailla (Aro & Kaunisto 2003, Aro ym. 2016, Aro ym. 2020).

Metsityslannoitus kannattaa tehdä laikkulannoituksena, jos saatavilla on sopivaa fosfori-kaliumlannoitetta, joka sisältää myös booria (Aro ym. 1997). Laikkulannoituksen ansiosta taimien alkukehitystä haittaavaa pintakasvillisuutta syntyy vähän.

Kun ohuen turvekerroksen alla on hienolajitteinen pohjamaa, puulajiksi sopivat männyn ohella raudus- ja hieskoivu (Kaunisto 1987, Aro ym. 1997, Aro & Kaunisto 1998, Aro & Hytönen 2019). Rauduskoivu kasvaa hyvin suonpohjilla, joiden kuivatustila on hyvä. Rauduskoivikko voidaan perustaa tuhkalannoitetulle suonpohjalle myös hajakylvöllä (Aro & Hytönen 2019). Tällöin koivutiheikköä ohjataan harvennuksin kohti kuitu- ja tukkipuun kasvatusta.

Tiheä hieskoivikko voidaan perustaa kustannustehokkaasti luontaisesti tai kylvämällä. Luontainen koivikon perustaminen onnistuu, jos reunametsissä tai ojien ja teiden varsilla on sementtävää puustoa (Kaunisto 1981). Taimettuminen ja taimien alkukehitys varmistetaan lannoittamalla puutuhkalla, jota tarvitaan 2–4 tonnia hehtaarille (Aro & Hytönen 2019).

Hieskoivutiheikköä ohjataan harvennuksilla tuottamaan ensisijaisesti kuitupuuta, koska puun laatu ei tavallisesti ole riittävän hyvä tukkipuiksi.

Jos entiselle turvetuotantoalueelle on jäänyt paksu turvekerros, puulajiksi suositellaan vain mäntyä tai hieskoivua (Kuva 6; Aro & Hytönen 2019). Rauduskoivu ei menesty paksun turpeen alueella. Metsitys voidaan tehdä kuten ohutturpeisilla suonpohjilla, mutta puutuhkaa tarvitaan enemmän. Suositeltava tuhkan levitysmäärä on 4–5 tonnia hehtaarille (Aro & Hytönen 2019).



Kuva 10. Lehtikuusi ja hybridihaapa kasvavat hyvin ohutturpeisella suonpohjalla, kun ravinnetalous on varmistettu tuhkalannoituksella ja eläintuhoilta on välttytty. Kouvola, Haukkasuo. Kuvat: Lasse Aro.



Kuva 11. Kuvan vasemmassa reunassa kasvavat männyn taimet on laikkulannoitettu fosforilla ja kaliumilla metsityksen yhteydessä. Oikeassa reunassa suurin osa lannoittamattomista männyn taimista on jo kuollut kivennäisravinteiden puutteeseen viisi vuotta metsityksen jälkeen. Kankaanpää (Honkajoki), Satamakeidas, 1993. Kuva: Lasse Aro.

3.2.2. Metsänhoito

Ainespuuta kasvatetaan suonpohjilla samaan tapaan kuin talousmetsissä, mutta ravinnepuutosten riski on suurempi (Aro & Kaunisto 2003). Metsiköiden kehitystä on seurattava aktiivisesti, jotta mahdolliset ravinnepuutokset voidaan korjata heti niiden ilmaannuttua (Kuvat 12 ja 13). Tuhkalannoitus saattaa lisätä huomattavasti vesakoitumista, mikä voi lisätä ja aikaistaa taimikonhoidon tarvetta.

Sekapuustoa kannattaa suosia metsikön terveydentilan turvaamiseksi ja monimuotoisuuden lisäämiseksi. Taimikonhoidossa tulisi myös jättää riistalle tiheikköjä suojapaikoiksi. Männystä saattaa tulla oksikasta jäännösturpeen runsaiden typpivarojen vuoksi, joten kylvötuppaiden perkausta ja ensiharvennusta kannattaa lykätä muutamalla vuodella puun laadun parantamiseksi (Aro & Kaunisto 2003, Aro & Hytönen 2019).

3.3. Lyhytkiertopuulajien kasvat

3.3.1. Kasvatuksen tavoite

Lyhytkiertoviljelyssä nopeakasvuisia, vesoista uudistuvia lehtipuulajeja kasvatetaan tiheikköinä lyhyellä kiertoaajalla. Biomassan käyttökohteita ovat muun muassa energian ja biohiilen tuotanto, tulevaisuudessa mahdollisesti myös bioaktiiviset yhdisteet ja muut biojalosteet. Tois-taiseksi lyhytkiertoviljelynä tuotettu puu käytetään pääasiassa energiapuuna. Suomen olosuh-teisiin sopivia energiapuulajeja ovat lähinnä hieskoivu, harmaaleppä, tervaleppä, haapa sekä pajut. Muista energiabiomassan kasvatukseen soveltuvista puulajeista ei ole Suomessa juuri kokemuksia.



Kuva 12. Suonpohjalla kasvavat männyt voivat kärsiä ankarasta kaliumin ja fosforin puutteesta. Kaliumin puute näkyy ensin neulasten kärkien kellastumisena ja tilanteen pahentuessa neulasten tummumisena eli nekroosina. Fosforin puute näkyy neulasten lyhenemisena, neulasvuosikertojen lukumäärän pienenemisena ja vaakatasoon siirottavina paljaina oksina. Kankaanpää (Honkajoki), Satamakeidas. Kuvat: Lasse Aro.



Kuva 13. Boorin puute on havaittavissa kasvuhäiriönä puiden latvuksissa, joissa kärkikasvupisteitä tai silmuja kuolee. Kun yläoksista muodostuu korvaavia latvakasvaimia, lopulta puille kehittyy monihaarainen, päältä tasainen tai pyöristynyt latvus (Reinikainen ym. 1998). Vasemmalta oikealle: boorin puutostila männyllä, kuusella ja koivulla. Kuvat: Lasse Aro.

3.3.2. Hieskoivu

Hieskoivikko perustetaan kustannustehokkaasti kylvämällä tai hyödyntämällä suonpohjalle luontaisesti ilmestyvää taimiainesta, jota kasvatetaan harventamatta (Aro & Hytönen 2019). Hieskoivikko (Kuva 14) voi syntyä luontaisesti, jos lähistöllä on siementävää puustoa ja maassa on riittävästi fosforia ja kaliumia (Kaunisto 1981). Taimettuminen ja taimien alkukehitys varmistetaan lannoittamalla puutuhkalla, jota tarvitaan ohutturpeisilla suonpohjilla 2–4 tonnia ja paksuturpeisilla 4–5 tonnia hehtaarille (Aro & Hytönen 2019). Esimerkiksi 10-vuotiaassa hieskoivutiheikössä voi olla yli 100 000 puuta hehtaarilla (Hytönen ym. 2018). Puita kuolee kasvu-tilan loppuessa niin, että 20–25 vuoden iässä runkoluku on enää noin 10 000 kpl/ha (Hytönen ym. 2018; Kuva 15).

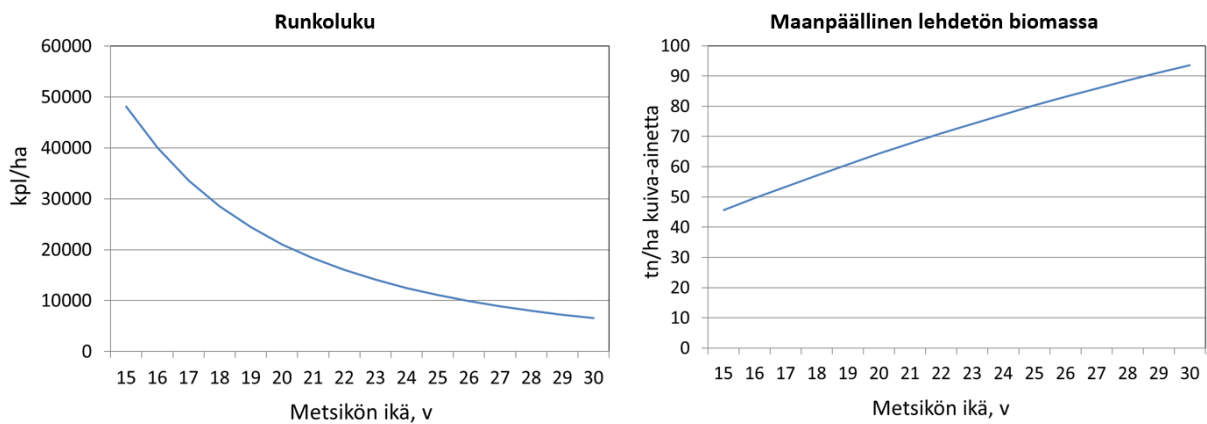
Rungon koko vaikuttaa voimakkaasti puunkorjuukustannuksiin, joten hieskoivutiheikköä kannattaa kasvattaa vähintään 20 vuotta ennen avohakkuuta (Jylhä ym. 2015, 2020). Silloin korjuussa voidaan käyttää normaalia energiapuun korjuukalustoa (Jylhä & Bergström 2016). Suonpohjille luontaisesti syntyneistä 15–30-vuotiaista hieskoivikoista mitattu keskimääräinen maanpäällinen kuivamassatuotos ilman lehtiä on ollut keskimäärin yli kolme tonnia vuodessa (Hytönen ym. 2018) ja vesomalla syntyneissä 21-vuotiaissa koivikoissa 3–4,6 tonnia vuodessa (Hytönen & Aro 2012). Hieskoivua kasvavista suonpohjista voi tulla jopa hiilinieluja noin 20 vuodessa (Hytönen ym. 2018).

Tiedossa ei ole, kuinka monta kertaa hieskoivikko voidaan uudistaa vesottamalla. Hieskoivulla luontainen harveneminen on nopeaa. Suometsissä tehdyissä harvennuskokeissa hieskoivun harvennusvaste on ollut heikko (Niemi 2013). Siten harvennuksista luopuminen ei aiheuta merkittäviä tuotostappioita. Kiertoaikaa jatkamalla energiapuun tuotantoon ajatelluista hieskoivutiheiköistä saadaan myös ainespuuta.

Hieskoivu ei ole erityisen altis nisäkästuhoilille, mutta mieluisamman ravinnon puuttuessa esimerkiksi hirvet saattavat syödä sitä. Sienitaudit ja hyönteistuhot voivat aiheuttaa kasvutappioita.



Kuva 14. Luontaisesti syntynyt hieskoivutiheikkö. Liminka, Hirvineva. Kuva: Luke.



Kuva 15. Luontaisesti syntyneiden hieskoivikoiden runkoluvun ja biomassatuotoksen kehitys Limingan Hirvinevalla (Jylhä ym. 2020).

3.3.3. Pajut

Pajun kasvatuksessa on tärkeää valita hallanaroille suonpohjille sopiva lajike. Kasvupaikka valmistellaan pajunviljelyyn kalkituksella ja puutuhkalannoituksella. Kalkki ja tuhka sekoitetaan 10 cm paksuiseen pintakerrokseen muokkauksen yhteydessä. Hehtaarille istutetaan koneellisesti 15 000–20 000 kpl 20–40 cm pitkiä pistokkaita, ja istutuksen jälkeen viljelmä lannoitetaan typellä. Myöhemmin pajuviljelmää on lannoitettava säännöllisesti typellä, fosforilla ja kalliulla jokaisen korjuukierron jälkeen. (Hytönen 1994, 1995a, 1995b, 2005, 2016)

Kerran istutettu pajupelto tuottaa kasvuvauhtiin päästyään 3–6 vuoden välein korjattavan sadon 20–25 vuoden ajan, jonka jälkeen kantojen elinvoima alkaa ehtyä. Lopuksi pajujen kannot jyrsitään turpeen sekaan. Pajukasvuston hävittämiseen saatetaan tarvita kemiallisia torjunta-aineita. (esim. Aro 2022a)

Pajukokeissa on Suomessa saavutettu maatalousmaalla varsin korkeita biomassatuotoksia (yli 10 tn/ha/v, esim. Aro 2022b). Tuotos riippuu mm. pajulajista ja -kloonista, kasvupaikan ominaisuuksista, kasvukauden sääoloista ja pajuviljelmän hoitotoimenpiteiden intensiteetistä (esim. Aro 2022b). Suonpohjilla tuotos jäänee pienemmäksi kuin viljavilla pelloilla. Suomalaisissa suonpohjakokeissa pajun lehdetön maanpäällinen vuosituotos on vaihdellut 0,2 ja 9,3 tn/ha välillä (Lumme ym. 1984, Lehtonen & Tikkanen 1986, Lumme & Kiukaanniemi 1987, Lumme & Törmälä 1988, Hytönen 1994, Hytönen 1995a, 1995b, Hytönen ym. 1995, Galambosi & Jokela 2009, Hytönen & Saarsalmi 2009, ks. myös Aro 2022b).

Hallan ja pakkasen ohella pajujen lehtiruosteet voivat aiheuttaa merkittäviä tuhoja ja tuotostappioita (Viherä-Aarnio 2022). Paju on mieluista talviravintoa hirville ja jäniksille, ja myös myyrät voivat tuhota viljelmiä. Lisäksi erilaiset lehtiä ja versoja syövät hyönteiset voivat aiheuttaa tuotostappioita.

3.3.4. Harmaaleppä

Harmaaleppä kestää hyvin Suomen ilmastoa. Se kasvaa parhaiten ohutturpeisilla suonpohjilla, joiden pohjamaa on hienolajitteinen (Hytönen & Saarsalmi 2009, 2015). Viljelykokeissa harmaalepikon perustaminen on onnistunut paremmin istuttamalla kuin kylvämällä (Hytönen ym. 2015), mutta suuri viljelytiheys nostaa tuotantokustannuksia. Viljelykokeissa on istutettu jopa 40 000 harmaalepän taimea hehtaarille (Hytönen & Saarsalmi 2015). Riittävä viljelytiheys lienee alle 10 000 kpl/ha, sillä tiheät lepikot harvenevat nopeasti puiden kuollessa. Lepän kasvatuksessa suositellaan lannoitusta puutuhkalla.

Luontaisesti syntyneistä yli 10-vuotiaista harmaalepikoista mitattu lehdetön vuotuinen kuivamassatuotos on ollut samalla tasolla kuin hieskoivulla (3–4 tn/ha, Hytönen & Saarsalmi 2015). Viljeltyjen harmaaleppätiheiköiden tuotos voi suonpohjalla olla 4–5 tn/ha (Hytönen & Saarsalmi 2009). Harmaalepän optimaalista kiertoaikaa biomassakasvatuksessa ei tunneta, mutta se lienee 15–20 vuotta (Rytter 1996, Hytönen & Saarsalmi 2015). Harmaaleppä tekee runsaasti juuri- ja kantovesoja, joten leppäkasvuston uudistaminen vesottamalla on helppoa (Kuva 16; Hytönen & Saarsalmi 2015). Hieskoivuun verrattuna harmaalepän vesojen riski joutua jänten, hirvien tai porojen ruoaksi on pieni, mutta tyyppipitoiset lehdet maistuvat hyönteisille.



Kuva 16. Kanto- ja juurivesoista syntynyt kuusivuotias harmaalepikko tuhkalannoitetulla suonpohjalla. Liminka, Hirvineva. Kuva: Lasse Aro.

3.3.5. Tervaleppä

Suomessa tervaleppän kasvatuksesta suonpohjilla on niukasti kokemuksia. Baltian maissa tehtyjen tutkimuksien mukaan tervaleppä menestyy suonpohjilla, kunhan kivennäisravinteiden saatavuus varmistetaan lannoittamalla esimerkiksi puutuhkalla (Järvis ym. 2016, Neimane ym. 2019, 2021). Tervaleppä kestää hetkellisiä tulvia. Taimet ovat hallanarkoja, joten tervaleppä ei menesty alavissa notkopaikoissa. Siemenkylvö on edullisin tapa aloittaa kasvatusta. Siemeniä on helppoa kerätä itse.

Lyhytkiertoisena tervalepikko kasvatetaan tiheänä kasvustona, jossa on 8 000–10 000 tainta hehtaarilla. Tervaleppän optimaalista kiertoaikaa biomassakasvatuksessa ei tunneta, mutta se lienee 15–20 vuotta kuten harmaalepällä. Korjuun jälkeen tervalepikko uudistuu kantavesoista itsestään. Myös kantovesat ovat varsin hallanarkoja.

3.3.6. Haapa

Haapaviljelmän perustaminen saattaa onnistua kylvämällä, jos suonpohja on lannoitettu puutuhkalla (Hytönen ym. 2015). Hyvä vaihtoehto voisi olla sekakylvö hies- tai rauduskoivun kanssa (Hytönen ym. 2015). Kylvökokeista on kuitenkin saatu hyvin vaihtelevia tuloksia, joten kylvöä on toistaiseksi pidettävä epävarmana haavikon perustamismenetelmänä. Istutetut haavan taimet kasvavat alussa hitaasti.

Taimikko täydentyy kuitenkin nopeasti, koska haapa tekee juurivesoja jo varsin nuorena. Jännikset, hirvet ja myyrät syövät mielellään haavan vesoja ja kuorta, ja majavatkin voivat tuhota haavikoita. Haapa on männynversoruosteen isäntäkasvi, joten haavikkoa ei saisi perustaa männyntaimikoiden läheisyyteen.

3.4. Metsityksen ilmasto-, vesistö- ja monimuotoisuusvaikutukset ja kannattavuus

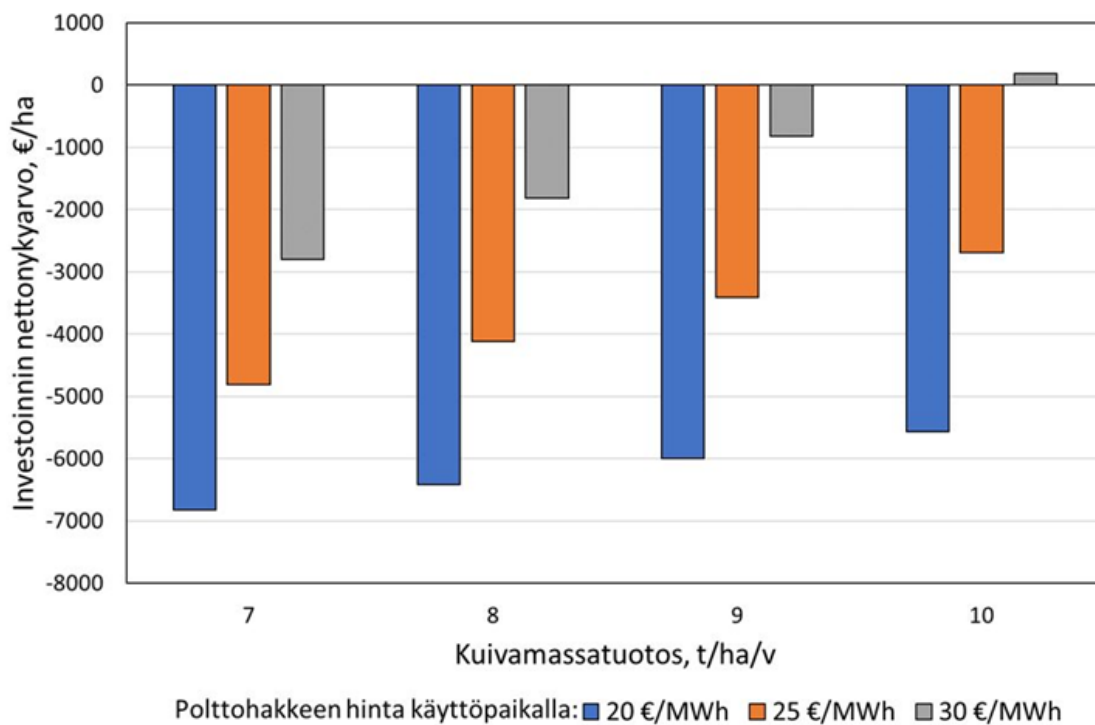
Metsityksellä on myönteisiä ilmastovaikutuksia (esim. Lehtonen ym. 2021, Lång ym. 2022). Kasvava puusto sitoo yhteyttämisessä hiiltä puubiomassaan maan päälle ja maahan. Metsikkökarikkeen muodostuminen maanpintaan lisää hiilivarastoa. Puuston hiilensidonta ei aina täysin korvaa turpeesta vapautuvaa hiilimäärää, mutta sillä voidaan kompensoida jäännösturpeen hajoamisessa syntyviä kasvihuonekaasujen päästöjä (Mäkiranta ym. 2007, Hytönen ym. 2018, Aro ym. 2021). Suotuisissa olosuhteissa hieskoivutiheiköistä voi tulla jopa hiilinieluja eli koivikkoon sitoutuu enemmän hiiltä kuin kasvupaikan jäännösturpeesta vapautuu (Hytönen ym. 2018). Metsityksen ei ole havaittu vähentävän turpeen typpioksiduulipäästöjä (Maljanen ym. 2012). Metsityksen ilmastovaikutuksiin vaikuttaa voimakkaasti varsinkin pitkällä aikavälillä metsien käsittely. Turvemailla etenkin avohakkuiden hiilidioksidipäästöt ovat suuret (Korkiakoski ym. 2023). Ilmastonäkökulmasta metsityksessä tulisi tehdä mahdollisimman vähän maanmuokkauksia ja suosia jatkuvaa kasvatusta tai jättää metsät hakkaamatta.

Metsitys kohentaa turpeennostosta poistuneiden alueiden maisemakuvaa ja parantaa virkistyskäyttömahdollisuuksia (Vikberg & Sikström 1996, Selin 1999, Salo & Savolainen 2008). Lannoitus on olennainen osa suonpohjien metsitysketjuja. Sen ansiosta turpeennoston jäljiltä paljaalle maanpinnalle syntyy hiiltä sitovaa kasvillisuutta (Kuva 17; Huotari ym. 2011, Aro ym. 2016), joka aikanaan vähentää myös eroosiota ja vesistökuormitusta (esim. Leiviskä ym. 2002). Metsitysvaiheessa vesistökuormitus kuitenkin lisääntyy, jos alueella täytyy kunnostaa ojitusta tai muokata maata (Perälä ym. 2005). Suonpohjalle kehittyvä kasvillisuus lisää luonnon monimuotoisuutta houkuttelemalla paikalle uusia eliölajeja (esim. Siira 1996, Selin 1999, Rintala ym. 2000). Metsitys kuitenkin lisää lähinnä tyypillistä metsälajistoa eikä palauta alueelle turvetuotantovaihetta edeltänyttä suokasvillisuutta (Woziwoda & Kopeć 2014).

Männyn ainespuun kasvatusta voi olla kannattavaa: männiköiden paljaan maan arvo vaihteli 1 102 ja 3 216 €/ha välillä viljelymenetelmästä, kuivatustehokkuudesta ja maantieteellisestä sijainnista riippuen, kun laskentakorkokanta oli kolme prosenttia (Aro ym. 2020). Myös energiapuun kasvatusta voi olla kannattavaa. Hieskoivun tuotantokustannukset jäävät pieniksi ja biomassatuotos voi olla melko suuri. Hieskoivun biomassakasvatuksessa energiapuuksi paljaan maan arvoksi saatiin 2 000–2 500 €/ha, kun laskentakorkokanta oli kolme prosenttia (Jylhä ym. 2015, 2020). Pajun lyhytkiertoviljely suonpohjilla on lyhytaikainen ratkaisu hiilipäästöjen vähentämiseen (esim. Aro & Kekkonen 2022). Toistaiseksi pajunviljely on kannattamatonta (Kuva 18). Harmaalepän biomassatuotos ja hiilensidontakyky voivat olla suuria (Hytönen & Saarsalmi 2009), ja sen lannoitustarve on pajuun verrattuna vähäinen. Korkeat metsikön perustamiskustannukset heikentävät lepänkasvatusta kannattavuutta.



Kuva 17. Kasvillisuuden kehittyminen voi olla hidasta lannoittamattomalla turpeella (vas.; Kihniö, Aitoneva, yli 30 vuotta turpeenoston päättymisestä), mutta tuhkalannoituksella sitä voidaan nopeuttaa (oik.; Isojoki, Helmikäiskeidas, 10 vuotta tuhkalannoituksen jälkeen). Kuvat: Lasse Aro.



Kuva 18. Energiapajun tuotannon kannattavuus investoinnin nettonykyarvolla mitattuna. Esimerkissä käytettiin kolmen prosentin korkokantaa ja Jylhän (2022) laskelmien oletuksia.

4. Kasvinviljely ja maatalous

4.1. Suonpohjan edut ja haitat kasvinviljelyssä

Vain osa suonpohjista soveltuu maatalouskäyttöön. Merkittävin suonpohjan viljelyyn vaikuttava tekijä on jäännösturpeen paksuus. Se vaikuttaa sekä viljelyn toteuttamiseen että satovasteeseen. Nurmi- ja viljanviljelyssä on eduksi, jos turpeen paksuus on enintään 20–40 cm (Luhtala 2021, Aalto 2022). Toinen merkittävä tekijä on pohjamaan laatu (esim. Virkajärvi & Huhta 1993, 1998). Tasaiset, kivettömät ja kuivat suonpohjat soveltuvat kasvinviljelyyn (Virkajärvi & Huhta 1998). Suuret ja suorarajaiset kuviot sekä valmis tiestö ovat myös eduksi kasvinviljelykäytössä (Latva-Krekola & Luhtanen 2021). Ensimmäisinä vuosina suonpohjilla ei ole juuri rikakasveja tai maalevintäisiä tauteja ja tuholaisia, joten torjunta-aineita ei tarvita. Suuret lämpötilavaihtelut, ajoittainen kuivuus ja kevättulvat vaikeuttavat viljelyä. Myös suuri etäisyys maatalon tai yrittäjän talouskeskuksesta voi heikentää viljelyn kannattavuutta. Maataloustuki lisää kasvinviljelyn kannattavuutta, mutta tuen saantiehtot suonpohjille ovat viime aikoina kiristyneet.

Suonpohjan turve on hapanta, joten viljelyn alussa tarvitaan useimmiten kalkitus (Virkajärvi & Huhta 1998, Luhtala 2021, Aalto 2022). Suonpohjien ravinnevarat eivät riitä viljelykasvien tarpeisiin, joten yleensä tarvitaan lannoitteita eli tärkeysjärjestyksessä typpi-, kalium- ja fosforilannoitteita ja mahdollisesti hivenravinteita kuten kuparia, sinkkiä ja booria (Virkajärvi & Huhta 1993, 1994, 1998, Virkajärvi ym. 1997a).

Käytännön kokemusten mukaan suonpohja muuttuu noin kymmenen vuoden kuluessa – riip-puen turvekerroksen paksuudesta ja sen alapuolisen kivennäismaan koostumuksesta – pellon kaltaiseksi, ja sato sekä lannoitemäärät vastaavat normaalin maatalousmaan tasoa (Virkajärvi & Huhta 1998) tai jäävät vähän heikommiksi (Latva-Krekola & Luhtanen 2021). Suonpohjilla voidaan viljellä mm. nurmikasveja, siirtonurmikkoa, viljaa (erityisesti kauraa), energiakasveja, erilaisia kosteikko- ja yrttikasveja, sipulia, marjoja ja poronhoitoalueella myös porojen ravintokasveja (Virkajärvi ym. 1997a, 1997b, Virkajärvi & Huhta 1998, Selin 1999, Lamminen ym. 2005, Salo & Savolainen 2008, Mäkäräinen 2019, Latva-Krekola & Luhtanen 2021, Luhtala 2021, Tarvainen ym. 2021).

Alavimmat turvetuotantoalueiden osat sopivat kosteikkoviljelyyn, jossa vedenpintaa hallitaan padoilla tai säätökaivoilla. Viljelykasviksi valitaan kosteissa olosuhteissa viihtyvä laji, jonka sato korjataan. Tutkittuja kasvilajeja ovat mm. timotei, nurminata, ruokonata, rehukattara ja ruokohelpi rehuksi (Virkajärvi & Huhta 1993, 1994, Lamminen ym. 2005). Maan jatkuva märkyys estää tai hidastaa turpeen hajoamista ja sitä kautta kosteikkoviljelyllä voidaan vähentää haitallisia ilmastovaikutuksia.

Suomessa kosteikkoviljelyyn sopivia kasveja on vähän. Ruokohelpeä voidaan kasvattaa esimerkiksi bioenergiaksi, rehuksi tai kuivikkeeksi ja rahkasammalta kasvaturpeen korvaajaksi (esim. Silvan ym. 2019, Naukkarinen 2021). Osmankäämi soveltuu rakennuksien eristemateriaaliksi ja bioenergian tuotantoon (esim. Naukkarinen 2021). Kosteikkoviljelyn haasteina ovat vielä mm. kehittymätön viljely- ja korjuutekniikka, korkeat kustannukset ja viljelytuotteiden markkinan puuttuminen (Lång ym. 2022).

4.2. Nurmiviljely

Turpeennostosta poistunut suonpohja soveltuu hyvin nurmiviljelyyn ja myös nurmiheinien siementuotantoon (Kuva 19; Virkajärvi & Huhta 1993, 1994, 1998, Lamminen ym. 2005, Luhtala 2021, Aalto 2022). Kasvilaji ja -lajike valitaan vallitsevien olosuhteiden mukaisesti. Tärkeimmät tekijät ovat maaperän ominaisuudet ja maantieteellinen sijainti. Hyväksi havaittu menetelmä on perustaa suonpohjalle ensin ruokohelpiviljelmä, vaikka sen hävittäminen ennen nurmiviljelyä voi olla työlästä.

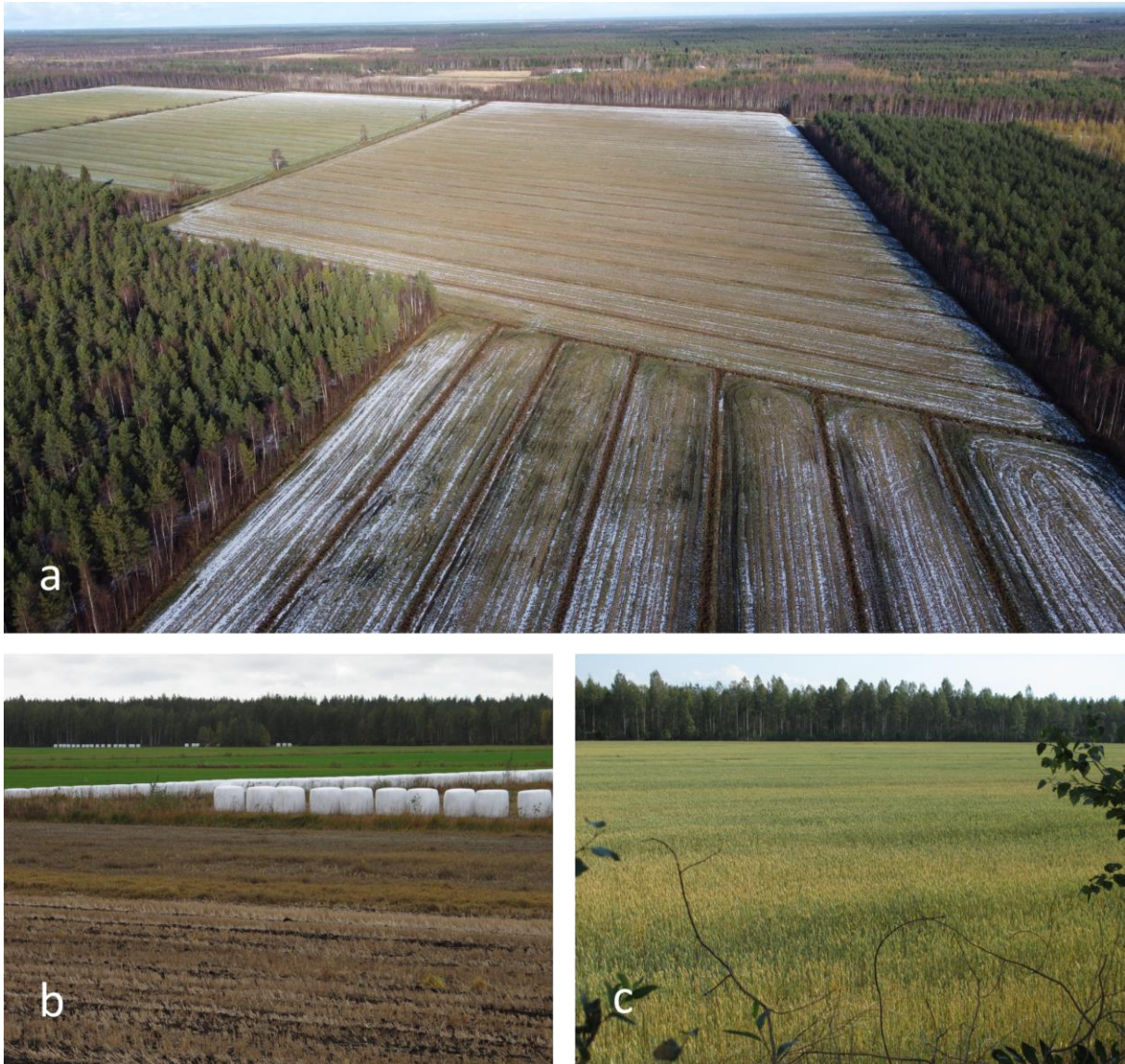
Ruokohelpin jälkeen, kun maan tuottokyky on kohentunut, suonpohjalle voidaan kylvää esimerkiksi timotei-nurminataseosta (Lamminen ym. 2005). Suonpohjan viljely voidaan aloittaa myös yksivuotisilla kasveilla kuten raiheinällä, jolloin nurmi perustetaan joka vuosi uudelleen. Näin vältetään monivuotisten kasvien ongelmat talvenkestävyyden ja liiallisen märkyiden osalta.

Nurmiviljelyssä maan happamuus ei saa laskea kovin alhaiseksi (Virkajärvi & Huhta 1998). Kalkitusta tarvitaan myös pääravinteiden käyttökelpoisuuden varmistamiseksi. Lannoitus kannattaa tehdä kevät- ja perustamispainotteisesti. Kaupallisten mineraalilannoitteiden ohella voidaan käyttää kuivalantaa, lietelantaa tai muita orgaanisia lannoitteita.

Vaikka turpeen kokonaistyyppipitoisuus on korkea, on viljelyn alussa kasveille käyttökelpoista tyyppiä vähän. Koska typen satovaste on nurmikasveilla suuri, on typen vaikutus satoon myös turvesuonpohjilla suuri (kokeissa luokkaa 14–25 kg ka/kg N) sillä ehdolla, etteivät kalium ja fosfori rajoita kasvua (Virkajärvi & Huhta 1993, 1994).

Kasvualustan fosforin, kaliumin ja hivenravinteiden puute korjataan vuosittain lannoituksella (Virkajärvi & Huhta 1993, 1994). Virkajärvi ja Huhta (1993) suosittelivat fosforilannoituksen määräksi nurmiviljelyn alussa 40–50 kg/ha ja myöhemmin 10–20 kg/ha. Fosforilannoitussuosituksia on tarkennettu tämän jälkeen, ja uusi Valtioneuvoston asetus fosforin käytöstä maaja puutarhataloudessa sekä viher- ja ympäristörakentamisessa säätelee käytettävää lannoitusta. Yleensä suonpohjat kuuluvat fosforin osalta alimpiin viljavuusluokkiin eli nurmenviljelyssä ylin mahdollinen fosforilannoitus on 48 kg P/ha/v.

Kalium on nurmenviljelyssä typen jälkeen eniten satoon vaikuttava ravinne. Kaliumlannoituksen toteutuksessa otetaan ensimmäiseksi huomioon turvekerroksen paksuus, ja muutoin seurataan voimassa olevia suosituksia (Virkajärvi & Huhta 1994, Virkajärvi ym. 2014). Koska kalium pidättyy heikosti eloperäiseen maahan, on lannoitus annettava joka sadolle erikseen. Biotiitti soveltuu hidasliukoisena kaliumlannoitteena turvemaille, ja sitä kannattaa täydentää tarvittaessa helppoliukoisella kaliumilla (Linna & Jansson 1994). Paksuturpeisilla kohteilla on eduksi, jos keskikarkeata tai karkeata pohjamaata voidaan sekoittaa turvekerrokseen.



Kuva 19. Suonpohjia maatalouden käytössä: laajat ja tasaiset lohkot sopivat maanviljelyyn (Limingan Hirvineva; a), nurmiviljelyä Pohjois-Satakunnassa Iso-keitaalla (b) ja viljanviljelyä Tohmajärven Valkeasuolla (c). Kuvat: Johannes Karhula (a) ja Lasse Aro (b, c).

4.3. Viljanviljely

Käytännön kokemusten perusteella suonpohjan viljelyä ei kannata aloittaa suoraan viljakasveilla, vaan ensimmäiset vuodet tulisi viljellä nurmilajeja tai ruokohelpiä (esim. Aalto 2022). Viljojen happamuuden sietokyky on nurmia heikompi, joten yleensä suonpohja on kalkittava useita kertoja happamuuden vähentämiseksi (Luhtala 2021, Aalto 2022). Lajeista kaura kestää lievää happamuutta muita viljakasveja paremmin. Suonpohjilla on yleensä liian vähän niin pää- kuin hivenravinteita suotuisan satotason saavuttamiseen.

Viljanviljelyyn sopivimmiksi kohteiksi ovat osoittautuneet ohutturpeisista suonpohjista ne, joissa turpeen alla on hietainen tai keskikarkea moreenimaa pohjamaana. Niiden vedenpidätys- ja läpäisevyysominaisuudet ovat viljelyn kannalta parhaat. Myös ravinteikas hiesu on osoittautunut joissakin tapauksissa toimivaksi pohjamaaksi. Suonpohjien paksuturpeisissa

kohdissa orgaanisen aineksen hajoamisen yhteydessä vapautuva tyyppi saattaa johtaa viljojen lakoonumiseen kuten turvepelloillakin.

Suonpohjat ovat usein alavia, hallanarkoja kasvupaikkoja. Viljeltävän lajin ja lajikkeen valinnassa tulee ottaa huomioon hallankestävyys. Hyvin maatunut suonpohjaturve pysyy kastuttuun märkänä pitkään, mutta toisaalta hyvin kuivuttuaan alkaa hylkimään vettä. Näin ollen ajoittaisiin kevät- ja kesätulviin tulee varautua, mutta myös poutiminen on kuivina kausina mahdollista. Maan kosteuden tasainen ylläpito kuivatusjärjestelyillä on eduksi. Kasvualustan märkyys saattaa tuottaa vaikeuksia myös puintiaikaan.

Viljanviljelyssä suonpohjan ojitus on yleensä kunnostettava (Luhtala 2021, Aalto 2022). Ojista nousevat ojamaat levitetään tuotantosaroille. Turvetuotannosta poistuneita sarkoja on usein hyödyllistä myös tasoittaa (Luhtala 2021, Aalto 2022). Seuraavaksi maa muokataan esimerkiksi kyntämällä (Aalto 2022). Tämän jälkeen maa kalkitaan ja tehdään normaalit viljanviljelyn vaatimat toimenpiteet. Lannoituksessa voidaan käyttää mineraalilannoitteiden ohella myös kotieläintalouden kuiva- ja lietelantaa tai muita orgaanisia lannoitteita. Paksuturpeisilla suonpohjilla lannoitemääriä on lisättävä erityisesti kaliumin ja fosforin osalta. Suonpohjan viljelyn alussa myös typen vapautuminen on hidasta, mutta nopeutuu myöhempinä vuosina, kun turve alkaa hajoamaan. Suonpohjilla viljellään kauraa, ohraa, ruisvehnää ja heinäsiementä (Salo & Savolainen 2008, Luhtala 2021). Luhtalan (2021) mukaan kaurasato on ollut keskimäärin 3 500 kg/ha ja ohran sekä vehnän sato noin 2 000 kg/ha.

Kotieläintalous ja laidunmaat

Suonpohjat sopivat nurmi- ja viljanviljelyyn yhdistettynä kotieläintalouden laidunmaiksi, jos maapohja on kantava ja kuivatus hyvin järjestetty. Laajat, yhtenäiset lohkot mahdollistavat suuretkin eläinmäärät. Laidunmaiden kuivatukseen suositellaan salaojitusta. Jos suonpohja sijaitsee kaukana tilakeskuksesta, täytyy laidunmaan aitaus rakentaa kestäväksi. Tämä lisää kustannuksia, samoin kuin eläinten kuljetus tilakeskuksen ja laidunmaan välillä. Laidunalueelta tulisi löytyä luontaisesti hyvälaatuisia, juomakelpoista vettä. (Lamminen ym. 2005).

4.4. Ruokohelppi

Ruokohelppi soveltuu viljeltäväksi kaikilla maalajeilla, mutta suurimmat sadot on saatu multa- ja turvemailta. Ruokohelppi selviää hengissä niukoissa ravinteisuusoloissa ja sietää hyvin kasvualustan kosteutta. Vanhemmat kasvustot sietävät hyvin myös kuivuutta. Näin ollen ruokohelppi soveltuu hyvin ensimmäiseksi viljeltäväksi kasvilajiksi suonpohjalle, minkä jälkeen voidaan jatkaa esimerkiksi nurmi- tai viljanviljelyllä. Jos ruokohelppiviljelmästä tavoitellaan hyvää satoa, tarvitaan lannoitus pääravinteilla. Lannoitusmääriä voidaan pienentää kasvuston kehityksessä. Viljelylle on eduksi, jos suonpohjalle on jäänyt turvetta vähintään 10–20 cm:n kerros. Tasainen ja kivetön viljelyala mahdollistaa tehokkaan sadonkorjuun. (Pahkala ym. 2005).

Ruokohelpistä voi korjata säilörehua emolehmien talvirehuksi ja pisimmälle edenneen kasvuston voi käyttää kuivikkeiksi (Lamminen ym. 2005, Pahkala ym. 2005). Ruokohelppi sopii tuoreena biokaasun tuottamiseen (Laasasenaho ym. 2020) ja kuivana seospolttoaineena bioenergian tuotantoon (Kuva 20), mistä on kertynyt paljon kokemuksia 1990-luvulta lähtien (Paappanen ym. 2008, Lötjönen & Knuutila 2009). Tosin keveytensä takia sitä ei ole kannattavaa kuljettaa pitkiä matkoja. Viljelyalojen tulisi sijaita lähellä voimalaitoksia. Bioenergian ohella

ruokohelpin kasvatuksen tavoitteena voi olla jokin tulevaisuuden biojaloste, mutta siinä tutkimus on vasta alkuvaiheissaan (esim. Fidelis ym. 2023).

Ruokohelpiviljelmän perustaminen aloitetaan kalkitseamalla maaperä. Happamuuden vähentäminen saadaan aikaiseksi myös puutuhkalla, joka samalla parantaa kasvupaikan ravinnetilaa mm. fosforin ja kaliumin osalta. Ruokohelpi kylvetään keväällä, tarvittava siemenmäärä on 11–16 kg/ha. (Pahkala ym. 2005).

Kylvön yhteydessä lannoitetaan typellä, fosforilla ja kaliumilla. Typen määräksi suositellaan 40 kg/ha, fosforin määräksi 50 kg/ha ja kaliumin määräksi 90 kg/ha. Fosforin ja kaliumin määrää pienennetään, jos kalkitukseen on käytetty puutuhkaa. Seuraavina vuosina, satovuosina, lannoitusta jatketaan typellä (alle 60 kg/ha/v), fosforilla (30 kg/ha/v) ja kaliumilla (60 kg/ha/v). Lannoituksessa voidaan käyttää myös lietalantoja. (Pahkala ym. 2005).

Ruokohelpi tuottaa hyvin satoa noin kymmenen vuotta, jos se korjataan keväällä kuloheinänä (Pahkala ym. 2005). Kevätkorjuu on suositeltavin vaihtoehto energiantuotannon kannalta, sillä keväällä korren osuus ruokohelpin kuivamassasta on suurimmillaan (Lötjönen & Knuuttila 2009). Ensimmäinen sato voidaan korjata energiantuotantoon kahden vuoden kuluttua kylvöstä. Tämän jälkeen vuosittaiset satomäärät nousevat selvästi ja voivat olla 6–8 tonnia hehtaarille kuiva-aineena (Pahkala ym. 2005). Ruokohelpin kosteikkoviljelystä on niukasti kokemuksia suonpohjilta.

Viljelyn lopetuksessa ruokohelpikasvusto korjataan myöhään syksyllä ja maa kynnetään. Kolmena seuraavana vuonna viljellään esimerkiksi yksivuotisia kasveja ja kynnetään maa vuosittain (Pahkala ym. 2005).



Kuva 20. Suonpohjalle perustettu ruokohelpipelto. Kuvassa myös paalattua, keväällä korjattua ruokohelpeä. Teuva, Ukkoharjunneva. Kuva: Niko Silvan.

4.5. Kosteikkoviljely

4.5.1. Rahkasammal

Luontaisesti uusiutuvaa rahkasammalbiomassaa on viime vuosina tuotettu vaaleaa kasvuturvettä korvaavaksi kasvualustaksi lasinalaisviljelyyn 20 000–30 000 m³ vuodessa (Silvan ym. 2019, Aro ym. 2021). Sitä kerätään suhteellisen luonnontilaisen kaltaisina säilyneiltä metsäojitetuilta kitumaan soilta (Silvan ym. 2019). Uusiutuvilla rahkasammalbiomassaan perustuvilla kasvualustatuotteilla on tällä hetkellä hyvä kysyntä Suomessa ja ulkomailla. Rahkasammalbiomassan keruun lisäksi sitä voidaan kasvattaa myös siihen soveltuvilla turvetuotannosta poistuneilla suonpohjilla ja turvepelloilla, joilla on mahdollisuus vedenpinnan säätelyn kautta kosteikkoviljelyyn (Silvan ym. 2019, Miettinen ym. 2022).

Kanadalaiset ovat kehittäneet rahkasammalten siirrostukseen perustuvan viljelytekniikan. Tässä tekniikassa rahkasammalkasvuston ylin osa kuoritaan suon pinnasta 10–15 cm paksuudelta (Quinty & Rochefort 2003). Rahkasammalet uudistuvat parhaiten viimeisten vuosien kasvusta, joten siirrostusmateriaalin keruuta ei ole syytä ulottaa 30 cm syvemmälle.

Rahkasammalkasvusto siirrostetaan viljelyalueelle (Kuva 21), jonka vedenpinnan taso pidetään riittävän korkealla, vähintään noin 10 cm syvyydellä maanpinnasta, mieluummin hieman korkeammallakin. Alueelle saadaan nopeasti haluttu rahkasammallajisto, jolloin muiden kasvilajien leviäminen hidastuu (Lumme ym. 2016).



Kuva 21. Ennallistettavalle suonpohjalle keväällä lumen pinnalle siirtoistutettua rahkasammalta. Kihniö, Aitoneva. Kuva: Niko Silvan.

Rahkasammalten sopiva keruu/kylvösuhde on noin 1:10–1:15, mikä toimii useimmilla rahkasammallajeilla. Kanadassa on käytäntönä, että rahkasammalten päälle levitetään vielä olkikate (2 000–3 000 kg/ha), mikä suojaa kasvustoa kuivumiselta mantereisen ilmaston keskikesän kuumien helleaaltojen aikana (Quinty & Rochefort 2003).

Suomen ilmasto-oloissa olkikate ei liene välttämätön, joskaan ei haitallinenkaan (Kuva 22). Rahkasammalten siirrostus onnistuu periaatteessa ympäri vuoden lukuun ottamatta keskikesän kuivinta kautta (Lumme ym. 2016). Rahkasammalviljelyn erikoispiirteenä on korjuun toteutus, joka todennäköisesti olisi parasta tehdä esimerkiksi joka kolmas vuosi (Miettinen ym. 2022).



Kuva 22. Ennallistettavalle suonpohjalle siirtoistutettua rahkasammalta oljella peitettynä. Peräseinäjoki, Haukineva. Kuva: Niko Silvan.

4.5.2. Muut kosteikkokasvit

Muiden kosteikkokasvien viljelystä suonpohjilla on hyvin niukasti kokemuksia (esim. kihokit, raate, suomyrtti; Galambosi & Jokela 2008). Periaatteessa suonpohjille voisivat sopia samat lajit kuin turvepelloille kunhan suonpohjaturpeen happamuus huomioidaan lajivalinnassa. Suomen ilmasto-olosuhteissa kosteikkoviljelyyn sopivia lajeja ovat pajun, rahkasammalten ja ruokohelpin ohella mm. osmankäämi, järviruoko, kihokit, suomyrtti, suopursu, mesiangervo ja raate (Laurila 2018, Naukkarinen 2021).

Osmankäämin ja järviruokon kasvatus vaatii, että kasvupaikan happamuus on lähellä neutraalia tai hieman emäksinen, joten näiden lajien viljely aloitetaan kasvupaikan kalkitsemisellä

(Naukkarinen 2021). Kumpikin laji tuottaa suurimman sadon viljavilla kasvupaikoilla, joten suonpohjilla tarvitaan lisäravinteita. Osmankäämi ja järviruoko soveltuvat rehuksi, kasvualustoihin, rakennuksien eristemateriaaliksi ja bioenergian tuotantoon (Ajosenpää 2014, Naukkarinen 2021). Kihokki viihtyy happamassa ja niukkaravinteisessa maassa (Baranyai & Joosten 2016). Kihokkia, suomyrttiä, suopursua, mesiangervoa ja raatetta käytetään lääkekasveina (Laurila 2018, Naukkarinen 2021).

4.6. Vihannekset ja yrttikasvit

Vihannesten viljelyä on kokeiltu jonkin verran suonpohjilla, mutta tutkimustuloksia on julkaistu niukasti. Kokemuksia on kertynyt muun muassa herneestä, sipulista, nauriista, porkkanasta ja purjosta (Uosukainen 1996, Rökköläinen ym. 1999, Salo & Savolainen 2008, Luhtala 2021). Suonpohjan rikkaruohottomuus ja kasvitautien puuttuminen ovat eduksi perustamisvaiheessa. Vihannesten viljelyssä suonpohja tasoitetaan, kalkitaan ja lannoitetaan viljeltävän lajin vaatimusten mukaisesti. Lannoitteita tarvitaan enemmän kuin tavanomaisessa peltoviljelyssä. Suonpohjille tyypilliset suuret vaihtelut lämpötilassa ja kosteudessa saattavat heikentää sato-tasoa.

Yrttikasvien viljelyä on kokeiltu jonkin verran suonpohjilla, mutta tutkimustuloksia on julkaistu niukasti. Suonpohjilla viljeltäviksi sopivat parhaiten ne kasvit, jotka sietävät kasvualustan happamuutta ja ovat hallankestäviä. Suonpohjilla kokeiltuja lajeja ovat mm. ampiaisyrtti, anisiiso, basilika, iisoppi, kirveli, kuismat, kultapiisku, kynteli, liperi, maustefenkoli, mäkimeirami, ratamot, salvia, tilli, timjami, ukontulikukka ja viherminttu (Uosukainen 1996, Rökköläinen ym. 1999, Galambosi & Jokela 2008, Salo & Savolainen 2008). Yrttikasvien lisäksi suonpohjilla on kokeiltu niittykasvien siemenviljelyä (ruiskaunokki; Kukkonen ym. 1999).

Suonpohjan rikkaruohottomuus ja kasvitautien puuttuminen ovat eduksi perustamisvaiheessa. Yrttikasvien viljelyssä suonpohja tasoitetaan, kalkitaan ja lannoitetaan fosforilla ja kaliumilla viljeltävän lajin vaatimusten mukaisesti. Liukoisen typen on havaittu lisäävän erityisesti salvian, heinäratamon, kirvelin ja anisiisopin satoa. Lannoitteita tarvitaan enemmän kuin normaalissa peltoviljelyssä.

Suotuisissa olosuhteissa ja riittävästi lannoitettuna yrttien satotasot olleet samaa luokkaa kuin kivennäismaalla. Myös yrttien ulkoinen laatu ja haihtuvien öljyjen pitoisuudet on havaittu hyväksi, kun viljely on onnistunut.

4.7. Marjat

4.7.1. Karpalot

Tässä tarkastelussa kotimainen karpalo käsitetään isokarpaloksi (*Vaccinium oxycoccos*), koska toisen kotoperäisen karpalomme pikkukarpalon (*Vaccinium microcarpum*) satoisuus on niin pieni, ettei sillä ole juuri taloudellista merkitystä. Karpalon kosteikkoviljelyssä pohjaveden pinta on lähellä maan pintaa, esimerkiksi 0–10 cm maanpinnan alapuolella. Karpalo on suhteellisen tarkka pohjaveden pinnan tasosta, joten säätöpadot ovat kasvatuksessa välttämättömiä. Suonpohjilla vallitsevat korkeuserot luovat tässä suhteessa ongelmia, koska korkeammat kohdat jäävät väistämättä karpalolle liian kuiviksi, alavampien kohtien ollessa taas helposti liian märkiä. Ravinteiden, etenkin typen, suhteen karpalo on vaatimaton kasvi. Tämän vuoksi

karpalon viljelyllä on vain vähäisiä vesistövaikutuksia, toisin kuin monella muulla maatalous-toiminnalla.

Tietyistä eduistaan huolimatta karpalon viljelyssä on monta ongelmaa. Ensimmäinen on Suomessa menestyvien lajien (isokarpalo ja pikkukarpalo) huono satoisuus verrattuna pohjois-amerikkalaiseen lajiin, amerikankarpaloon (*Vaccinium macrocarpon*), mikä vaikeuttaa kilpailua tuontitavarana myytävän amerikankarpalon kanssa. Myös amerikankarpalon viljely on haasteellista Suomessa: itäsuomalaisella suonpohjalla pakkasvauriot ja rikkakasvit aiheuttivat huomattavaa tuhoa amerikankarpalon taimille (Kieksi & Salo 1996). Toinen ongelma on suonpohjien melko huono soveltuvuus intensiiviseen karpalon viljelyyn.

Pohjois-Amerikassa (Kanadan kaakkois- ja Yhdysvaltain koillisosat) viljely toteutetaan avoimilla hiekkakentillä, joiden pohjaveden pintaa voidaan säädellä laajalla vaihtelualueella.

Kasvatusvaiheessa pohjaveden pinta pidetään lähellä maan pintaa. Korjuuvaiheessa vedenpinta nostetaan jopa metrin verran maan pinnan yläpuolelle, jolloin marjat irtoavat ja jäävät kellumaan veden pinnalle. Tämän jälkeen ne kootaan kelluvilla puomeilla kokoon. Yllä mainitusta kuvauksesta voi päätellä, että suomalaiset suonpohjat eivät ainakaan nykyisillä Suomessa käytettävissä olevilla menetelmillä ja lajikkeilla tule olemaan kilpailukykyisiä kasvatuspaikkoja karpalolle. Kannattava karpalonviljely edellyttäisikin Suomen oloihin jalostettuja, satoisia lajikkeita, kehittyntä korjuutekniikkaa sekä toimivia markkinoita.

4.7.2. Mansikka

Mansikan viljelyssä vaaditaan suonpohjan kalkitus ja lannoitus kivennäisravinteilla (Kukkonen ym. 1997). Erityisesti liukoista fosforia ja kaliumia tarvitaan suuremmat määrät kuin mansikkapelloilla. Suonpohjien hallanarkuuden takia viljeltävä lajike tulee valita huolellisesti.

Mansikan viljelystä suonpohjilla on saatu vaihtelevia kokemuksia. Parhaimmillaan mansikkasato on ollut samaa luokkaa kuin kivennäismaapelloilta saadut sadot (Kukkonen ym. 1997). Myös marjojen koko ja laatu ovat olleet samaa luokkaa kuin peltoviljelyssä. Kokemusta on kertynyt ainakin Boynty, Jonsok ja Senga Sengana -lajikkeista (Kukkonen ym. 1997). Eteläisimmässä Suomessa suonpohja saattaa ensimmäisinä vuosina turpeennoston jälkeen soveltua mansikan taimituotantoon, jossa suonpohjien kasvitaudeista ja rikkakasveista vapaa kasvu-alue on eduksi (Salo & Savolainen 2008). Taimituotanto vaatii pitkän kasvukauden.

4.7.3. Muut marjat

Muiden marjojen viljelystä suonpohjilla on hyvin niukasti kokemuksia (Salo & Savolainen 2008). Pensasmustikan viljelykokeissa tarvittiin runsas lannoitus, joka puolestaan aiheutti rikkakasviongelman. Pensasmustikka sopii vain maamme eteläisimpiin osiin.

Mustamarja-aroniasta on saatu hyviä tuloksia turvetuotannosta poistuneilla suonpohjilla Kanadassa (Bussières ym. 2008). Mustamarja-aronia viihtyy happamillakin kasvupaikoilla ja sietää vaihtelevia kosteusolosuhteita, mutta tarvitsee hyvään kasvuun lisäravinteita lannoitteista.

Mesimarja kärsii suonpohjien ajoittaisesta kuivuudesta, hallowista ja pölyttäjien puutteesta (Salo & Savolainen 2008). Suomurain viihtyy happamilla kasvupaikoilla, mutta kasvaa huonosti, jos kasvualustana on hyvin maatunut turve (Hoppula ym. 2006). Sen avomaaviljelyssä turvepelloilla on havaittu ongelmiksi mm. pölyttäjien puute, halla ja taimien hidas kasvu

sadontuottovaiheeseen. Samat haasteet ovat odotettavissa suonpohjillakin. Viljeltäväksi lajiksi saattaisi sopia myös juolukka, jota tutkitaan parhaillaan kosteikkoviljelyyn sopivana marjakasvina turvepelloilla.

4.8. Poron ravintokasvien viljely

4.8.1. Suonpohjat sopivat porojen laidunalueiksi

Luonnontilaiset märät suot ovat tärkeitä porojen kesälaitumia, joiden määrä on vähentynyt soiden ojituksen ja turvetuotannon seurauksena. Porotalouden näkökulmasta suonpohjien paras käyttömuoto onkin uusien laidunalueiden perustaminen istuttamalla tai palauttamalla niille sellaista suokasvillisuutta, jota poro käyttää luontaisesti ravinnokseen. Mikäli suonpohjille palautuva kasvillisuus saa porot kerääntymään niille ruokailemaan, tarve peltojen aitaamiselle voi vähentyä. Tämä helpottaisi myös porotalouden ja maatalouden välisiä ristiriitoja. (Tarvainen ym. 2021)

Suonpohjien varaaminen porolaitumiksi soveltuu hyvin kosteikon rakentamisen yhteyteen, jolloin alue hyödyttää monipuolisesti myös vesilintuja. Kasvillisuuden palauttamisessa huomioidaan porolle luontaisten ravintokasvien kasvupaikkavaatimukset, mikä vaikuttaa lannoitus-tarpeeseen ja vesiensäätelyyn. Ravintokasvien saatavuuden lisäksi porolle tärkeää on myös, että alueella on tarjolla kasvittomia tuulisia alueita räkkäaikana, mikäli ympäristöluvan määräykset mahdollistavat tämän. Tällaisia kohteita ei pidä lannoittaa. Esimerkiksi muuta aluetta korkeammalla olevat aumanpohjat sopivat tällaisiksi kohteiksi. (Tarvainen ym. 2021)

Poron ravinnoksi siirrettävien luonnonkasvien ottoon tarvitaan lupa maanomistajalta. Lupa pitää hankkia hyvissä ajoin, jotta siirron ajankohdasta voidaan sopia huomioiden sääolosuhteet ja turvemaan kyky kantaa koneita. Siirrettävät kasvustot pyritään löytämään mahdollisimman läheltä käyttöpaikkaa. Lisäksi kasvustojen tulee sijaita niin, että niitä päästään helposti koneellisesti nostamaan. Suurin osa kustannuksista syntyy siirrosta aiheutuvasta koneiden käytöstä. (Tarvainen ym. 2021)

Tuotannon päättymisestä kulunut aika, pohjavedenpinnan tason vaihtelut sekä lannoitus ja muut mahdolliset hoitotoimet vaikuttavat merkittävästi kasvillisuuden kehittymiseen suonpohjille. Luonnonkasvien siirrolla voidaan edistää porolle soveltuvien ravintokasvien leviämistä. (Tarvainen ym. 2021)

4.8.2. Poron ravintokasvien valinta

Porolle mieluisia ravintokasveja, kuten tupasvillaa, järvikortetta ja raatetta, on kokeiluissa siirtoistutettu koneellisesti. Tupasvillan siirtoistutus onnistuu hyvin, ja kasvit lähtevät nopeasti leviämään. Helposti leviävän tupasvillan koneellinen siirtoistutus voi olla perusteltua silloin, kun lajia ei esiinny luontaisesti alueella. (Tarvainen ym. 2021)

Järvikortteen ja raatteen alkukehityksen on havaittu olevan hidasta pian siirron jälkeen, mutta nopeutuvan myöhemmin. Järvikorte ja raate tarvitsevat erittäin kosteita olosuhteita ja leviävät parhaiten ojissa ja ojien reunoilla, jotka ovat ainakin osan vuodesta veden alla. (Tarvainen ym. 2021)

Timoteita, puna-, valko- ja alsikeapilaa, englanninraiheinää ja sikuria sisältävien riistalaidunkasviseosten kylvö nopeuttaa kasvipeitteen kehittymistä kuivemmilla suonpohjilla, joilla koneiden kantavuus on hyvä. (Tarvainen ym. 2021)

4.8.3. Poron ravintokasvien siirtoistutus

Kasvustojen siirtoon vaikuttaa nostokohteen ja istutuspaikan turvekerroksen paksuus. Ohuturpeinen suonpohja todennäköisemmin kantaa koneita paremmin, mutta käytettävät nostimet voivat vaurioitua, jos pohjamaa on kivinen. Toisaalta paksu turvekerros saattaa vaikuttaa konekaluston toimivuuteen nostossa, siirrossa ja istutuksessa. Työ on hitaampaa ja koneet jättävät märkään turpeeseen syvät jäljet. Istutuspaikan valinnassa on huomioitava vedenpinnan tason vaihtelut, jotka vaikuttavat erityisesti löyhästi istutettujen tai juurtumattomien kasvien menestymiseen. Maanpintaa voidaan muotoilla ja vesien kulkua ohjailla kaivinkoneilla, jotta vaihtelu saadaan minimoitua. (Tarvainen ym. 2021)

Siirtoistutus tulee tehdä kasvien lepokauden aikana. Syksyllä on odotettava maan jäätymistä kantavuuden paranemiseksi, jolloin riskinä on toimenpiteiden viivästyminen. Syksyllä siirron etuna on kuitenkin kasvustojen asettuminen talven aikana sekä kevätkesteyden hyödyntäminen juurtumiseen ja kasvuun lähtöön. Keväällä tehtävässä siirrossa riskinä on ahavan aiheuttama kuivuminen ennen kasvustojen juurtumista. (Tarvainen ym. 2021)

4.8.4. Poron ravintokasvien kylvö

Poron monivuotisten laidunkasvien kylvön tarkoituksena on nopeuttaa kasvipeitteen kehittymistä paljaalle suonpohjalle. Elävän kasvillisuuden avulla sidotaan ravinteita ja kiintoainesta, joiden huuhtoutumisriski on korkea. Menestyäkseen laidunkasvit tarvitsevat lannoitusta. Tällöin tulee huomioida riittävä typpitaso ja lannoituksen ajoitus suhteessa kasvukauteen ja vedenpinnan vaihteluun. (Tarvainen ym. 2021)

Laidunseoksissa käytetään usein nurmipalkokasveja sitomaan typpeä. Juuristossa tapahtuva typensidonta vaihtelee isäntäkasvilajin, juurinysträbakteerikannan sekä maaperän ominaisuuksien, kasvuedellytysten ja viljelytoimenpiteiden myötä. Turvemaidilla apilakasvustojen menestymiseen vaikuttavat kasvualustan märkyys ja happamuus. Alhainen ravinteiden saatavuus voi haitata tai jopa estää typensidontaprosessin. (Tarvainen ym. 2021)

Laidunkasvien laji- ja lajikeseoksella on merkittävä vaikutus satotasoon. Kannattaa käyttää lajikkeita, jotka lähtevät nopeasti kasvamaan laidunnuksen jälkeen. Lisäksi voidaan huomioida kasvilajin ja -lajikkeen sulavuus, jonka on todettu vaihtelevan eri kasvuvaiheissa. Porolaidunnuksen näkökulmasta kasvien jälkikasvukyky lienee merkittävin tekijä valintoja tehdessä, kun taas ympäristönäkökulmasta kasvillisuuden ravinteidensidontakyky vaikuttaa valintoihin. (Tarvainen ym. 2021)

Esimerkiksi timotein satotaso alkaa laskea jo kolmannen kasvukauden jälkeen, joten uusintakylvö voi tulla ajankohtaiseksi esimerkiksi neljäntenä vuonna, mikäli laidunnurmi on menestynyt suonpohjalla. Muokkaus uudistamistyön yhteydessä voinee tuottaa piikin ravinnehuuhtoumaan ja kasvihuonekaasupäästöihin, mikä on siis uudistamista vaativien laidunnurmien käytön huono puoli. (Tarvainen ym. 2021)

4.9. Kasvinviljelyn ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- ja talousvaikutukset

Etenkin perinteinen maatalous on huono jatkokäyttövaihtoehto ympäristövaikutusten kannalta. Kun turvepohjaista kasvupaikkaa kuivatetaan, muokataan ja lannoitetaan tehokkaasti, maaperässä tehostuu hajotustoiminta, joka vapauttaa turpeesta hiilidioksidia ja typpioksiduulia ilmakehään. Siten perinteisen maatalouden ilmastovaikutukset ovat negatiiviset. Yleisesti ottaen kosteikkoviljely on ilmastovaikutusten osalta paras kasvinviljelyn vaihtoehto suonpohjille.

Rahkasammalten ja karpalon kosteikkoviljely turvepellolla pienentää kasvihuonekaasupäästöjä huomattavasti enemmän kuin rehukauran viljely kuivatetulla turvepellolla (Miettinen ym. 2022). Päästövähennys rehukauran viljelyyn verrattuna on vuosittain 33 hiilidioksidiekvivalentitonnia hehtaaria kohden ja luonnonhoitopeltonurmeen verrattuna 22 tonnia (Miettinen ym. 2022). Myös ruokohelpiviljelmä on kasvihuonekaasutaseeltaan monia muita kasveja parempi (Mander ym. 2012).

Kasvinviljelyn vesistövaikutuksista on vähän mitattua ja julkaistua tietoa. Turvepelloilta saatujen tulosten perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että viljelytavalla on merkitystä ympäristökuormitukseen myös suonpohjilla (Pham ym. 2023). Todennäköisesti viljanviljelystä huuhtoutuu enemmän ravinteita kuin nurmiviljelystä, sillä monivuotiset nurmikasvit ottavat maasta vettä ja ravinteita pidemmän jakson ilman maanmuokkausta kuin yksivuotiaat lajit (Pham ym. 2023).

Turvekerroksen paksuus vaikuttaa voimakkaasti ravinteiden, erityisesti typen, huuhtoutumiseen turvepelloilta (Ylihalla ym. 2022, Pham ym. 2023). Vaikka suopohjat ovat tasaisia, voi pintavalunta olla merkittävää etenkin lumien sulamisaikaan, kun maa on vielä roudassa. Ilmiö on todennäköisesti sama kuin tasaisilla turvepelloilla, joilla pintavalunta on muodostanut merkittävän osan fosforin kokonaisvalunnasta (Ylihalla ym. 2022, Pham ym. 2023). Sen sijaan ruokohelpiviljelmän kokonaistypen ja -fosforin huuhtoutuminen talvikauden ulkopuolella voi olla pienempää suonpohjalta kuin pelloilta (Hyvönen ym. 2013). Ruokohelpiviljelmän vesistökuormituksen osalta on havaittu, että valumavesien typpi- ja kiintoainepitoisuudet sekä orgaanisen aineen pitoisuudet vähenevät mutta fosforipitoisuus pysyy turvetuotannon aikaisella tasolla (Perälä ym. 2005). Huolellisesti toteutetun kosteikkoviljelyn vesistövaikutukset lienevät pienet.

Periaatteessa jo yhdenkin kasvilajin viljely lisää turvetuotannosta poistuneen kasvipeitteettömän suonpohjan monimuotoisuutta. Pian viljelyn aloittamisen jälkeen viljelmälle tulee hyönteisiä ja eläimiä. Rahkasammalten ja joidenkin muiden kosteikkokasvien viljelyssä sallitaan muitakin kasvilajeja, mikä lisää monimuotoisuutta. Poron ravintokasvien viljely lisää heti suonpohjan monimuotoisuutta (Tarvainen ym. 2021). Kuitenkin hoidettujen maatalousympäristöjen luonnon monimuotoisuus on paljon alempi kuin suoksi ennallistetuilla kohteilla ja esimerkiksi kosteikoilla.

Kasvinviljely voi olla taloudellisesti kannattavaa, jos suonpohjien viljelyssä onnistutaan huomiomaan niillä esiintyvät haittatekijät ja viljeltävät lajit valitaan olosuhteisiin sopiviksi, tuotteelle on kysyntää ja katetuotto kattaa myös kiinteät kustannukset. Jos esimerkiksi rahkasammalviljelyn satotaso olisi maltillinen 20 tonnia korjuukosteudessaan hehtaarille vuodessa, sen katetuotto olisi kolmannesta vuodesta lähtien hieman suurempi kuin luonnonhoitonurmella ja

hieman alempi kuin rehukauralla (Miettinen ym. 2022). Karpalonviljelyn katetuotto voi olla kolmannelta vuodelta lähtien suurempi kuin rehukauralla, mikäli karpalon sato on vähintään 1000 kg hehtaarilta (Miettinen ym. 2022). Tällainen hehtaarisato on karpalolle vaatimaton ja realistisesti saavutettavissa. Kosteikkoviljelyn kasveille ei vielä ole toimivia markkinoita, joten kosteikkoviljelyn käyttöönottoa pitää edistää. Vaihtoehtoja ovat tuet ja uudenlaiset hiilikompensaatiojärjestelmät, jolloin kosteikkoviljelyn päätuote olisikin päästövähennys (Lång ym. 2022). Lisäksi kosteikkoviljelyn ohjauskeinoissa on kehittämisen tarvetta, esimerkkinä rahkasammalen korjuu (Laakso & Heinilä 2023).

5. Ennallistaminen suoksi

5.1. Ennallistamisen tavoite ja sopivuus suonpohjille

Yleisesti ennallistamisella tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla ihmistoiminnan takia heikentynyt, vahingoittunut tai tuhoutunut ekosysteemi palautetaan kohti luonnontilaa. Ennallistamisen tavoitteena on elinympäristöjen ja luontotyyppien laadun parantaminen ja sitä kautta sekä lajien että luontotyyppien uhanalaistumisen hidastaminen ja pysäyttäminen (Gann ym. 2019).

Suonpohjien ennallistamisen tarkoituksena on luoda sellaiset olosuhteet, joissa suokasvillisuus ja turpeen kertyminen palautuvat. Tärkein ennallistamisen edellytys on suokasvillisuudelle sopiva, läpi vuoden riittävän korkeana pysyvä pohjavedenpinnan taso. Ilman riittävän korkeaa pohjavedenpinnan tasoa suokasvillisuutta on mahdoton palauttaa alueelle, tehtiinpä mitä muita toimenpiteitä tahansa (Tuittila 2000). Suonpohjan ennallistaminen toteutetaan yleensä nostamalla pohjavedenpinta lähelle maan pintaa patojen ja pengerryksien avulla. Tätä kutsutaan alueen vettämiseksi. Suomessa ei perinteisesti ole toteutettu suokasvillisuuden siirrostuksia ennallistamisen yhteydessä (Tuittila 2000). Muualla maailmassa, erityisesti Kanadassa, suokasvillisuuden, etenkin rahkasammalten, siirtoistutukset kuuluvat olennaisena osana ennallistamisprosessiin (Quinty & Rochefort 2003).

Suonpohjien olosuhteet ovat ilman jatkotoimenpiteitä yleensä epäedulliset suokasvien leviämiseksi ja kasvulle. Suonpohjan jäännösturve on kuivaa, ja tuulen ja veden aiheuttama eroosio on voimakasta. Turpeen pinnan lämpötilat ovat hyvin ääreviä; aurinkoisina kesäpäivinä lämpötilat voivat kohota korkeiksi, öisin taas saattaa esiintyä kasvukaudellakin herkästi hallaa. Jäännösturpeen siemenpankin puuttuminen, sarkaojia ja niiden reunoja lukuun ottamatta, viivästyttää kasvillisuuden luontaista leviämistä (Huotari ym. 2009). Suonpohjien jäännösturpeen paksuus ja fysikaaliskemialliset ominaisuudet saattavat vaihdella huomattavasti eri alueilla ja alueiden sisällä. Tämä vaikeuttaa ennallistamisen suunnittelua ja toteutusta. Myös suotuisan vedenpinnan tason määrittäminen erityyppisille kohteille voi olla vaikeaa, koska suonpohjien korkeusasema vaihtelee ennallistettavan alueen sisälläkin yleensä niin paljon, että koko alueelle ei välttämättä saada riittävän korkeana pysyttelevää pohjavedenpinnan tasoa.

Sarakasvit saadaan leviämään suonpohjalle nopeasti pelkällä vedenpinnan nostamisella (Kuva 23). Sen sijaan rahkasammalten leviäminen on epävarmempaa ja se kestää joka tapauksessa huomattavasti kauemmin, luontaisesti yleensä useita vuosia, jopa vuosikymmeniä. Siirtoistutukset nopeuttavat rahkasammalten ja myös muiden kasvien leviämistä alueelle (Gonzalez & Rochefort 2014). Perustamisongelmistaan ja mahdollisesta osittaisesta epäonnistumisestaan huolimatta suonpohjan ennallistaminen on aina sekä ilmasto- että monimuotoisuusnäkökohdat huomioiden hyvä vaihtoehto (Räsänen ym. 2023a).

5.2. Toteutus

Pumppaamalla kuivattujen alueiden vedenpinta nostetaan sopivalle korkeudelle patojen ja maansiirtojen avulla. Painovoimaisesti kuivattujen suonpohjien padotuksen säätö vaatii yleensä suurempia massansiirtoja kuin pumppukuivatulla alueilla. Vettämisessä onnistumiseksi padoissa tarvitaan ylivirtaamaputkia, joilla vedenpintaa voidaan tarvittaessa säätää muun muassa vuodenaikaisvaihtelun mukaan. Patojen lisäksi tarvitaan yleensä myös entisten

tuotantosarkojen pengerryksiä, joilla tavoitellaan alueen sisälle tasaisempaa vedenpinnan tasoa vähentämällä korkeuseroja tuotantosarkojen sisällä ja niiden välillä.

Vettäminen sopii ohut- ja paksuturpeisille suonpohjille. Paksuturpeisilla alueilla jäännösturve voi irrota alustastaan ja päästä valumaveden mukana alapuolisiin vesistöihin. Alueen kasvituminen ennen vettämistä pienentää riskiä. Ohutturpeisilla alueilla huomion kohteena tulee pitää pohjamaasta mahdollisesti liukenevat mineraaliravinteet. Happamilla sulfaattimailla pitää tunnistaa valumavesien happamoitumisriski.



Kuva 23. Ennallistettava suonpohja (2003, a) maansiirtojen ja vettäamisen jälkeen (2004, b) sekä sille luontaisesti levinnyttä suokasvillisuutta kolme vuotta ennallistamisen jälkeen (2007, c). Kihniö, Aitoneva. Kuvat: Niko Silvan (a, c) ja Lasse Aro (b).

Vettämisessä tulee aina huomioida myös viereiset alueet, koska niille voi aiheutua ylimääräisestä vedestä huomattavaa vahinkoa. Tämä korostaa vettäamisen yhteydessä rakennettavien patojen ja ylivirtaamaputkien merkitystä entisestään. Toisaalta vettämisessä voi auttaa, jos ympäröiviltä alueilta johdetaan vettä turvekentälle. Tällöin saadaan vähennettyä märkysolosuhteiden ja vedenpinnan tason vaihtelua, mikä parantaa edellytyksiä suokasvillisuuden

palaamiselle. Samalla entinen turvekenttä voi toimia ympäröivien alueiden valuntavesien ravinteiden ja kiintoaineksen pidättäjänä ja siten vähentää vesistökuormitusta.

5.3. Ennallistamisen ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- ja talousvaikutukset

5.3.1. Ennallistamisen ilmastovaikutukset

Ennallistetun suonpohjan kasvihuonekaasujen päästöt riippuvat suuresti ravinteisuudesta, jäännösturpeen paksuudesta ja vedenpinnan tasosta (Minkkinen & Ojanen 2013). Vedenpinnan noustua maanpinnan tasolle suonpohja voi muuttua hiilen päästölähteestä hiilinieluksi muutamassa vuodessa vettäamisen jälkeen, mutta suonpohjan jäädessä kuivaksi hiilipäästöt jatkuvat (Tuittila ym. 1999). Kasvipeitteetön suonpohja on hiilen päästölähde mutta kasvipeitteellinen, erityisesti rahkasammalvaltaisena, toimii hiilinieluna (Tuittila ym. 2000a, Kivimäki ym. 2008). Vedenpinnan noston johtaa suonpohjan metaanipäästöjen kasvamiseen (Tuittila ym. 2000b, Yli-Petäys ym. 2007). Mitä ravinteisempi, paksaturpeisempi ja märempi suonpohja on, sitä enemmän muodostuu metaania (Minkkinen & Ojanen 2013). Vedenpinnan ollessa ylempanä metaania pääsee enemmän ilmakehään kuin kuivissa olosuhteissa, joissa osa metaanista hapettuu suon pintaosissa hiilidioksidiksi ennen kulkeutumistaan ilmakehään (Strack ym. 2016). Toisaalta rahkasammalten ja sarojen hiilensidonta on tehokkainta, kun vedenpinta on korkealla (Strack ym. 2016).

Vaikka sarakasvit ovat huomattavia hiilen sitoja ennallistetuilla suonpohjilla, niiden vaikutus ilmastolle on kaksijakoinen. Sarakasvit johtavat jäännösturpeen hapettomissa oloissa muodostuvan metaanin ilmakehään ja jopa kiihdyttävät juurissaan turpeeseen kulkeutuvilla hiililyhdisteillä metaanin muodostumista (Minkkinen & Ojanen 2013, Tuittila ym. 1999). Sadan vuoden tarkastelujaksolla metaanin ilmasto lämmittävä vaikutus on 27-kertainen hiilidioksiidiin verrattuna (Forster ym. 2021). Ennallistettu suonpohja voi siten olla ilmasto lämmittävä, vaikka sen kasvillisuus sitoisikin hiiltä (Frolking ym. 2006, Frolking & Rouet 2007, Mathijssen ym. 2014, 2017).

Hiilensidonta voi kuitenkin olla ennallistetun suoekosysteemin kehityksen varhaisvaiheessa niin tehokasta, että se kompensoi metaanipäästön määrän, jolloin suo viilentää ilmasto (Nugent ym. 2021). Ennallistetun suonpohjan viilentävä vaikutus voi kestää muutamista vuosista muutama vuosikymmeneen. Myöhemmissä kehitysvaiheissa metaania voi alkaa muodostua enemmän, jolloin suolla on ilmasto lämmittävä vaikutus.

Tupasvilla ja sarat antavat suojaa rahkasammalille ja luovat niille suotuisat olosuhteet, mikä nopeuttaa niiden leviämistä ennallistetulle alueelle. Rahkasammalten ja sarakasvien yhteiskasvustojen on havaittu olevan yhdenlajin kasvustoja tehokkaampia hiilensitojia. Tämän lisäksi rahkasammalet hyödyntävät osan poistuneesta metaanista hiilensidonnassaan (Mathijssen ym. 2017).

Ennallistetun suonpohjan hiilensidontaa voidaan tehostaa rahkasammalten siirtoistutusten avulla (Strack ym. 2016). Kaasunvaihtotutkimuksissa on todettu, että ennallistettu suonpohja vastaa luonnontilaista suota jo muutaman vuoden kuluttua ennallistamistoimien (vettäminen ja/tai rahkasammalten kylvö) aloittamisesta (Tuittila ym. 1999, Silvan ym. 2017), ja ennallistetun suon hiilensidonta jatkunee tehokkaana vähintään kymmeniä vuosia (Yli-Petäys ym. 2007).

5.3.2. Ennallistamisen vesistö- ja monimuotoisuusvaikutukset

Vaikka ennallistetut suonpohjat aiheuttavatkin lyhyellä aikavälillä (5–10 vuotta ennallistamisesta) negatiivisia vesistövaikutuksia, pidättävät ne pidemmällä aikavälillä tehokkaasti valumavesien ravinteita ja kiintoaineita (Kareksela ym. 2021). Ennallistaminen lisää aluksi etenkin liukoisen fosforin poistumista alapuolisiin vesistöihin (Kareksela ym. 2021). Tämä johtuu siitä, että kohonneen pohjaveden mukana poistuu jäännösturpeesta fosforia, jota ennallistamisen alkuvaiheen vähäinen kasvillisuus ei pysty sitomaan.

Suoksi ennallistamisen tavoite on palauttaa alkuperäistä vastaava suokasvillisuus suonpohjalle, joten luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta ennallistamista voidaan pitää parhaana jatkokäyttömuotona. Kasvillisuuden luontainen kehittyminen suonpohjalle on kuitenkin verraten hidasta (Pouliot ym. 2012). Yleiset valtalajit, etenkin sarakasvit ja tietyt märkien välipintojen rahkasammalet, voivat kuitenkin palautua suonpohjalle nopeasti, muutamassa vuodessa (Poulin ym. 2013).

Mikäli alueelle halutaan kohosille luonteenomaisia, mätästäviä rahkasammallajeja pian ennallistamisen jälkeen, tarvitaan rahkasammalten siirtoistutuksia (Pouliot ym. 2012). Ennallistetun suonpohjan mosaiikkimainen, kasvillisuuden ja avovesipintojen vuorottelema pinta on vesi- ja kahlaajalintujen sekä suohyönteisten elinympäristö.

5.3.3. Suoksi ennallistamisen kustannukset

Vedenpinnan nostaminen maansiirtojen ja patojen avulla maksaa 500–1000 € hehtaarille. Poikkeuksen muodostavat suuria massansiirtoja vaativat kohteet. Rahkasammalmateriaalin siirtoistutukset maksavat kohteen mukaan 5 000–10 000 € hehtaarille.

6. Kosteikot ja luonnonhoito

6.1. Lintukosteikko

6.1.1. Lintukosteikon ominaispiirteet

Suonpohjat ovat sopivia alueita lintukosteikkojen perustamiseen. Pohjamaa on usein vettä pidättävää hienojakoista ainesta, joka saattaa säilyttää avovesipinnan myös tulva-aikojen ulkopuolella. Hyvälle lintukosteikolle riittää matala vesi, jonka laatu on kohtuullinen. Lintukosteikko soveltuu erityisesti entisille pumppukuivatuille turvetuotantoalueille (Salo & Savolainen 2008).

Lintukosteikko vahvistaa alueella pesivien vesi- ja kahlaajalintujen kantoja ja toimii lintujen levähdys- ja sulkimisalueena (Kuva 24). Hyvä lintukosteikko on matalavetinen ja kasvillisuudeltaan monipuolinen alue, jossa linnut kykenevät turvallisesti pesimään (Vikberg 1998). Parhaat lintukosteikot lisäävät alueen monimuotoisuutta ja toimivat kosteikkopuhdistamojen tavoin (Kozlov ym. 2016, Lundin ym. 2017; Kuva 25).

Lintukosteikkoja on rakennettu turvetuotannosta poistuneille suonpohjille 1990-luvulta alkaen (Siira ym. 1994, Järvelä 1995, Vikberg & Sikström 1996, Selin 1999, Väyrynen & Heikkinen 2000; Kuva 26). Alkuvuosina lintukosteikkoja rakensivat suonpohjille lähinnä turvetta tuottavat organisaatiot ja Metsähallitus. Nykyisin lintukosteikkoja perustetaan myyntiä varten metsästysseuroille ja -seurueille. Lintukosteikkoja hankittaneen enenevästi luonnonsuojeluun.



Kuva 24. Kosteikoksi ennallistettu suonpohja sopii suo- ja vesilintujen elinympäristöksi monesti jo ensimmäisenä tai toisena vuonna ennallistamisen jälkeen. Kihniö, Aitoneva. Kuva: Niko Silvan.



Kuva 25. Vuonna 2006 rakennettu kosteikko 12 (a) ja 15 (b) vuoden jälkeen (Kihniö, Aitoneva). Pinta-ala oli perustamishetkellä 9,3 ha, josta pysyvää avovesipintaa 1,5 ha. Kosteikon ympärille rakennettiin maavallit, jotta vesi pysyy alueella. Hoitotoimenpiteinä kohde on vaatinut mm. pajukon raivausta. Kuvassa c on soistunut, heinittynyt ja pensoittunut kosteikko, jossa vapaita vesialueita on suhteellisen vähän (kokonaispinta-ala noin 5 ha, turpeennoston päättymisestä alle 20 vuotta; Kankaanpää (Honkajoki), Satamakeidas). Kuvassa d on luontaisesti syntynyt kosteikko tuhkalannoitetulla saralla (Isojoki, Helmikäiskeidas). Kuvat: Lasse Aro.

6.1.2. Lintukosteikon perustaminen suonpohjalle

Maamassojen siirto ja patojen rakentaminen tehdään yleensä lannoitetulle maapohjalle (Heikkinen & Väyrynen 2004). Suonpohjan kasvittuminen käynnistyy ympäristöstä leviävien siementen ja osin myös ojien lajipankin avulla (Kuva 27; Väyrynen 2008). Kasvillisuuden leviämistä voidaan tarvittaessa nopeuttaa siirtoistutuksilla tai kylvämällä sopiva kasviseos suonpohjalle ennen veden nostamista kosteikolle. Kasvillisuus suojaa rantavyöhykettä eroosiolta ja sitoo ravinteita (Väyrynen 2008).

Ellei suojaavaa kasvillisuutta ole, etenkin rantavyöhykkeeseen kohdistuvat voimakkaat aallokon ja jään prosessit. Nämä vaikeuttavat kasvillisuuden leviämistä ja vakiintumista, ja sitä kautta kosteikon kehittymistä tuottavaksi lintukosteikoksi. Kasvipeitteinen rantavyöhyke toimii lintujen pesimis-, suoja- ja ravinnonhankinta-alueena.



Kuva 26. Vuonna 1995 perustettu lintukosteikko lokakuussa 2023. Liminka, Hirvineva.
Kuva: Johannes Karhula.

Lintukosteikkojen rannoille leviävät luontaisesti pajukko ja lintujen suosima sarakasvillisuus (Kozlov ym. 2016). Ilmaversoiset kookkaat lajit, kuten järvikorte, järviruoko, järvikaisla ja osmankäämi, ovat vesilintujen viihtyvyyden kannalta tärkeitä lajeja (Väyrynen 2008). Vettämisestä jälkeen vesirajaan vakiintuvat vihvilät, sarat, palpakko ja säderusokki (Väyrynen 2008). Hieman ylemmäksi rannalle leviävät rahkasammalet sekä ylimmäksi puuvartiset kasvit, kuten pajut, lepät, hieskoivu ja mänty (Väyrynen 2008).

Lintukosteikkojen reunoille sopivat oivallisesti riistapelot, jos aluetta käytetään metsästyksessä (Vikberg 1998). Lintukosteikkojen kasvittuminen voi olla liian nopeaa, mikä johtaa koko kosteikon umpeenkasvuun. Tällöin kasvillisuutta on raivattava ja vesialueita ruopattava, jotta vältetään rantojen pensastuminen ja avoimen vesipinnan häviäminen.

6.2. Riistapelto

6.2.1. Mikä on riistapelto?

Riistapellolla tarkoitetaan viljeltyä peltoa, jolla kasvatetaan riistaeläimille ravinnoksi kelpaavia kasveja ja jolla riistaeläimet käyvät vapaasti ruokailemassa. Riistapellon satoa ei yleensä korjata, vaan riistaeläimet syövät kasvit suoraan pellostaan kesän, syksyn ja alkutalven aikana. Riistapeltoon kylvetään riistalle sopivia lajeja.

Varsinaisia hoitotoimenpiteitä riistapelloille on vähän. Riistapellon niitto tulisi suorittaa vasta elokuun lopulla, jotta ei aiheuteta turhaa haittaa luonnonvaraisille eläimille. Kasvinsuojelun käyttöä riistapelloilla tulisi välttää.



Kuva 27. Rakennettavalle kosteikolle säästetään alueella jo kasvavia pensaita ja puiden taimia. Alue lannoitetaan puutuhkalla. Penkereiden ja saarekkeiden paljaalle turpeelle kylvetään valmista siemenseosta, jossa on esimerkiksi hunajakukan, valkoapilan, ruokohelven ja jäykkänatan siemeniä. Pensaat ojien varsilla ja kasvit edistävät alueen monimuotoisuutta ja sitovat maa-aineita pidättäen ravinnevalumia. Varhain keväällä kukkivat pajut ovat ensimmäisiä ravinnonlähteitä pölyttäjille, joita hunajakukka ruokkii pitkälle syksyyn. Iin Komppasuo kevät- ja syysasussa. Kosteikko rakennettiin kesällä 2023. Kuvat: Airi Matila.

6.2.2. Riistapellon perustaminen suonpohjalle

Suonpohjille perustettavat riistapellot voivat sijaita joko peltojen yhteydessä erillisinä lohkoina tai esimerkiksi metsästyskäytössä olevan lintukosteikon ranta-alueilla. Suonpohjan varustaminen riistapelloksi soveltuu hyvin kosteikon rakentamisen yhteyteen, jolloin toimenpiteissä huomioidaan riistalle luontaisten ravintokasvien kasvupaikkavaatimukset (Vikberg & Sikström 1996, Vikberg 1998).

Riistapeltoon kylvetään vähintään kahta vaihtoehtoa seuraavista: viljat, herne, rypsi, rapsi, heinäkasvit (esim. timotei), apilat, auringonkukka, rehukaali, rehurapsi, öljyretikka, öljypellava, tattari, sinappi tai rehujuurikkaat (turnipsi, naattinauris tai rehusokerijuurikas) (esim. Vikberg 1998). Riistakasviseoksessa olisi hyvä olla heinäkasveja tai apilaa sekä jonkin yksivuotisen kasvin siemeniä (Muntola 2012). Valitut kasvit voidaan kylvää myös kaistoina kasvilajeittain (Muntola 2012). Kalkitus ja moniravinnelannoitus varmistavat sadon (Vikberg & Sikström 1996). Myös kasvien laji- ja lajikeseoksella on merkittävä vaikutus satotasoon. On syytä käyttää lajikkeita, joilla on hyvä jälkikasvukyky eläinten laidunnuksen jälkeen (Tarvainen ym. 2021).

Ympäristönäkökulmasta merkittävin tekijä kasvilajien valintaan on kasvillisuuden kyky sitoa ravinteita. Esimerkiksi timotein satotaso alkaa kuitenkin laskea jo kolmannen kasvukauden

jälkeen, joten uusintakylvö voi tulla ajankohtaiseksi esimerkiksi neljäntenä vuonna, mikäli laidunnurmi on menestynyt suonpohjalla (Muntola 2012). Muokkaus uudistamistyön yhteydessä voinee tuottaa piikin ravinnehuhtoumaan ja kasvihuonekaasupäästöihin, mikä on uudistamista vaativien laidunkasvien käytön huono puoli (Muntola 2012).

6.3. Riistametsikkö

Riistametsän tarkoituksena on tarjota riistaeläimille ravintoa ja suojaa sekä paikka pesintään. Riistametsikössä suositetaan eri-ikäisiä ja kokoisia puita niin, että puulajivalikoima olisi monipuolinen ja puuston tiheys vaihteleva (Miettinen ym. 2019). Sekapuustoisessa metsikössä tulisi olla vähintään kolmea eri puulajia. Kuusi on riistatiheikön tärkein puulaji, koska se tarjoaa parhaiten suojaa eläimille (Miettinen ym. 2019). Riistametsiköt sopivat erinomaisesti muiden jatkokäyttövaihtoehtojen yhteyteen.

Turvetuotannosta poistuneelle suonpohjalle riistametsikkö perustetaan luontaisesti, kylväen tai istuttaen. Kylvämällä tai istuttamalla saadaan riistametsikköön tavoitellut puulajit sopivassa tiheydessä. Mänty on tärkeä puulaji metson, koivu teeren ja leppä pyyn talviravinnon saannin osalta (Miettinen ym. 2019).

Taimikon varhaisperkauksessa ja harvennuksessa jätetään vaihtelevan kokoisia alueita käsittelemättä. Riistatiheikköjä säästetään erityisesti kosteisiin painanteisiin. Riistan tarpeet otetaan huomioon metsikön myöhemmissä kehitysvaiheissa hakkuiden yhteydessä koko kiertoajan kattaen. (Miettinen ym. 2019)

6.4. Lintupelto

Lintupelloseksi kutsutaan peltolohkoa, joka houkuttelee rauhoitettuja lintuja ja tarjoaa niille mahdollisuuden ruokailuun ja lepoon häiriöttä. Häiriötön ruokailu lintupellosella vähentää lintujen ylimääräistä lentelyä ja tätä kautta niiden energian kulutusta ja edelleen satovahinkoja. Lintupellose sopii mm. hanhien, joutsenten ja kurkien aiheuttamien satovahinkojen vähentämiseen (Autio ym. 2020). Lintupelloseilla voi olla merkittävä rooli myös rauhoitettujen valkoposkihanhien aiheuttamien maatalouden satovahinkojen torjunnassa, erityisesti hanhien arktisen muuton reitillä Etelä- ja Pohjois-Karjalassa (ELY-keskus 2020).

Viljeltävä kasvilaji valitaan ja lohkon rakenne suunnitellaan satovahinkoja aiheuttavien lintujen näkökulmasta (Autio ym. 2020). Lohkolta on mahdollista korjata satoa, mutta päätarkoituksena on houkutella levähtävät linnut kyseiselle lohkolle ja siten vähentää lintujen ympäröiville viljelyksille aiheuttamia vahinkoja.

Eryteisesti vesistöjen äärellä lintupelloseista voi olla yleisempääkin hyötyä luonnon monimuotoisuudelle. Tällöin ne saattavat tarjota elinympäristön esimerkiksi äärimmäisen uhanalaiselle heinäkurpalle tai muille kahlaajalajeille.

6.5. Luonnonravintolammikot

Luonnonravintolammikolla tarkoitetaan vesialuetta, jossa kasvatettavat kalanpoikaset käyttävät ravinnokeeseen pääasiassa lammikon tuottamaa ravintoa kuten planktonia ja pohjaeläimiä (Janatuinen 1999). Turvetuotannosta poistuneelle suonpohjalle lammikko voidaan rakentaa, jos sieltä löytyy tasaisesti viettävä lohko, joka on selvästi ympäristöään alempana ja jolle

voidaan keväällä johtaa lumen sulamisvesiä (Salo & Savolainen 2008). Lammikon pohjaan ei saa jäädä veden laatua heikentävää turvekerrosta ja lammikon ympärille tarvitaan usein tiiviit pengert- ja patorakenteet. Lisäksi vedenpinnan korkeutta on pystyttävä säätelemään.

Lammikon koko ja syvyys suunnitellaan kasvatettavan kalalajin vaatimuksien mukaisesti. Yleisesti altaan tulisi olla kooltaan vähintään puoli hehtaaria. Veden laatua ja vaihtuvuutta on seurattava tarkasti. Kalanpoikasia kasvatetaan lammikossa yleensä yhden kesän ajan (Janatuinen 1999).

6.6. Ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- ja talousvaikutukset

Lintukosteikot avovesipintoineen ja turvepohjineen vastaavat ekologiaaltaan matalia humuspi-toisia lampia. Niiden vesi on yleensä melko vähäravinteista, mutta humuksen vahvasti värjää-mää. Lintukosteikkojen pohjasedimentti koostuu tavallisimmin orgaanisesta aineksesta, jossa tapahtuu aktiivista mikrobitoimintaa.

Pohjasedimentit ovat yleensä hapettomia tai vähähappisia. Anaerobisten mikrobiprosessin tuloksena metaania poistuu joskus merkittäviä määriä ilmakehään. Tätä korostaa ranta-vyöhykkeen runsas sarakasvillisuus, joka toimii metaania ilmakehään johtavana "putkistona" (Jordan ym. 2016, Minke ym. 2016). Kuitenkin kosteikot ja rantavyöhykkeet sitovat hiilidioksi-dia ilmakehästä (Jordan ym. 2016, Minke ym. 2016). Runsaiden metaanipäästöjensä vuoksi lintukosteikot voivat olla jonkin verran ilmastoja lämmittäviä.

Lintukosteikot toimivat ranta- ja matalikkovyöhykkeiden kasvillisuuden vakiinnuttua kosteik-kopuhdistamojen tavoin. Ne tasaavat ylivalumia sekä sitovat orgaanista ainesta ja liukoista tyypeä sekä jonkin verran fosforia (Lundin ym. 2016). Toisaalta välittömästi vettä seuraavina vuosina lintukosteikko voi toimia fosforia alapuolisiin vesistöihin vapauttavana ekosys-teeminä, joten kosteikko voi vaatia alapuolisia vesiensuojelurakenteita toimintansa alkuvai-heessa. Vastaavalla tavalla tapahtuu ojitettuja suometsiä ennallistettaessa. Fosforin poistumi-nen jää yleensä lyhytaikaiseksi ilmiöksi (Kareksela ym. 2021).

Linnustoseurannoissa on havaittu lintujen lajimäärän ja pesivien parien määrän hyvin nopea lisääntyminen välittömästi lintukosteikon perustamisen jälkeen (Siira ym. 1994, Vikberg 1998, Selin 1999). Linnustossa tapahtuu vettä seurauksena merkittäviä lajistomuutoksia. Ta-valliset suonpohjien varpuslinnut korvautuvat sorsa- ja kahlaajalinnuilla, joista osa on vaaran-tuneita ja jopa uhanalaisluokituksen mukaisia lajeja. Uhanalaisia lajeja ovat haapana, jouhi-sorsa, lapasorsa ja heinätavi. Lintukosteikolla on myönteisiä aluetaloudellisia vaikutuksia met-sästysmatkailuun ohjelmalvelujen, majoitusten sekä elintarvikkeiden ja polttoaineiden myynnin muodossa.

Lintu- ja riistapeltojen ilmasto- ja vesistövaikutukset ovat samanlaisia kuin kasvinviljelyssä. Riistametsiköiden perustamisella voidaan kompensoida jäännösturpeen hajoamisessa synty-viä kasvihuonekaasujen päästöjä ja lieventää haitallisia vesistövaikutuksia.

Parhaimmillaan riistapelto esimerkiksi lintukosteikkojen reuna-alueella lisää vesilintujen poi-kastuottoa ja kerää lintuja ympäröiviltä alueilta. Tällöin metsästyskäytössä olevalta lintukos-teikolta saadaan korkeammat pinta-alakohtaiset poikastuotot verrattuna puhtaisiin luonnon-ravintokohteisiin. Samalla lisätään mahdollisuuksia sorkkariistan metsästykseen. Kasvipeittei-nen riistapelto voi toimia ravinteidensitojana, mikäli lannoitustasot pidetään alhaisina ja riista-pelto jatkuvasti kasvipeitteisenä sekä vältetään turhaa maanmuokkausta.

7. Aurinko- ja tuulivoima

Aurinko- ja tuulivoima ovat yleistäviä uusiutuvia energiamuotoja, jotka tarvitsevat suuria pinta-aloja suhteessa tuottamaansa tehoon. Ne ovat sääriippuvaisia ja voivat täydentää toisiinsa energiantuotannossa.

Turvetuotannosta poistuneet suonpohjat soveltuvat aurinko- ja tuulienergian tuotantoon. Ne tarjoavat laajoja yhtenäisiä alueita aurinkopaneelien ja tuuliturbiinien käyttöön. Aurinkopaneeleja voidaan sijoittaa tuuliturbiinien väliseen tilaan. Aurinko- ja tuulivoiman rakentamisessa ja niiden huoltotoiminnassa voidaan myös hyödyntää turvetuotannon aikana rakennettua tieverkostoa. Toisaalta monet kohteet vaativat uusien sähkönsiirtolinjojen perustamisen, mikä aiheuttaa metsäkatoa ja hiilinielujen pientymistä turvetuotantoalueen ulkopuolella. Suonpohjien vuokraus tuo tuloja maanomistajille: maankäyttökorvaus voi olla jopa samaa suuruusluokkaa kuin turvetuotannon aikana (Laasasenaho & Lauhanen 2022).

Sekä aurinko- että tuulivoimalan perustamiseen tarvitaan sopimuksia maanomistajien kanssa. Ympäristölupien osalta energiamuodot eroavat toisistaan. Aurinko- ja tuulivoima ovat teollista toimintaa, joka vaikuttaa alueen muuhun käyttöön ja luonnon monimuotoisuuteen.

Aurinkovoima suonpohjilla on pääosin vielä suunnitteluvaiheessa oleva jatkokäyttömuoto. Sen oletetaan yleistyvän voimakkaasti lähivuosina, ja teollisen mittakaavan voimaloita on jo suunnitteilla eri puolilla Suomea (Laasasenaho & Lauhanen 2022). Aurinko paistaa avoimille suonpohjille esteettä, joten aurinkopaneelit voidaan sijoittaa käytännössä koko suonpohjan alueelle, mahdollisesti märempiä kohteita lukuun ottamatta.

Aurinkovoiman etuna tuulivoimaan verrattuna on se, että se ei vaikuta visuaaliseen maisemaan muutoin kuin itse toiminta-alueella. Toisaalta aurinkovoiman pinta-alatarve suhteessa tuotettuun tehoon on tuulivoimaan verrattuna moninkertainen.

Koska suonpohjat usein sijaitsevat kaukana asutuksesta, niille rakennettujen tuuliturbiinien vaikutus maisemaan, meluun ja välkkeeseen jää ihmisten kannalta vähäisemmäksi, jolloin sijoittamisen hyväksyttävyyttä kasvaa (Kuva 28). Tuulivoima on aurinkovoimaan verrattuna pinta-alatehokkaampi energiamuoto. Nykyiset turbiinit ovat niin korkeita, että tuulen saatavuus ei ole niissä yleensä rajoitteena.

Turvetuotantoalueet ovat valmiiksi hyvin voimakkaasti muokattuja alueita ja niillä on vähän nykyisiä luontoarvoja, joten sinänsä ne soveltuvat hyvin aurinko- ja tuulivoiman tuotantoon. Kuitenkin, jos aurinko- ja tuulivoiman perustaminen vaatii alueen kasvittumisen estämisen ja kuivattamisen, maaperästä aiheutuu hiilidioksidipäästöjä eivätkä vaikutukset ole positiiviset myöskään luonnon monimuotoisuuden tai vesistökuormituksen kannalta. Siksi aurinko- ja tuulivoima tuotannossa olisi oleellista antaa alueen vettyä ja kasvittua. Kuitenkin ennallistaminen, kosteikot ja kuivilla alueilla metsitys ovat parempia jatkokäyttövaihtoehtoja ympäristövaikutusten kannalta.

Kun tuulivoimapuistoja perustetaan turvetuotantoalueiden läheisyyteen, niin nykyisin tuulivoimayksiköt sijoitetaan käytännössä aina aluetta ympäröiville kivennäismaille kasvulliselle metsämaalle, mistä aiheutuu metsäkatoa. Tuulivoiman hyvä puoli toisaalta on, että se ei aseta suonpohjan käytölle juuri minkäänlaisia rajoitteita, vaan kaikki maankäyttömuodot, esim. metsitys, ennallistaminen ja vaikkapa rahkasammalen kasvatus, ovat sallittuja, ja sopivat hyvin tuulivoiman tuotannon yhteyteen.



Kuva 28. Suonpohjaa ympäröiville kivennäismaille perustettu Rustarin tuulivoimapuisto, josta kuvassa näkyy neljä tuulivoimayksikköä. Varsinainen suonpohja on maatalouskäytössä. Jalasjärvi, Korvaneva. Kuva: Niko Silvan.

8. Muut maankäyttömuodot

8.1. Terminaali-alueet

Turvetuotantoa varten on rakennettu kantava tieverkosto, jolla voidaan liikennöidä raskaalla kalustolla ympäri vuoden. Suonpohjien tuotantolohkot ovat laajoja, joten ne sopivat hyvin esimerkiksi puun ja muiden biomassojen (Kuva 29), maa-ainesten sekä kierrätysmateriaalien käsittelyyn ja varastointiin (esim. Salo & Savolainen 2008).

Terminaaleissa voidaan esimerkiksi hakettaa ja murskata puupolttoaineita ja sekoittaa eri polttoainelajeja toisiinsa, ja terminaalien puskurivarastot turvaavat metsähakkeen ympäri- vuotiset toimitukset. Kuljetuskustannusten minimoimiseksi terminaalien tulisi sijaita raaka-ai- nelähteisiin ja materiaalien käyttäjiin nähden keskeisellä paikalla, mutta riittävän kaukana asu- tuksesta.

8.2. Virkistyskäyttö

Suonpohjat sopivat monipuoliseen virkistyskäyttöön. Ennallistetuille ja metsitetyille suonpoh- jille voi sijoittaa mielenkiintoisia luontopolkuja (esim. Selin 1999, Sipilä & Korttesluoma 2004). Lintukosteikkojen läheisyyteen voidaan rakentaa lintutorneja (Kuva 30) varsinkin alueilla, jotka sijaitsevat lintujen muuttoreiteillä (Selin 1999). Suonpohjilla on mahdollista esitellä myös tur- peennoston historiaa (esim. Sipilä & Korttesluoma 2004; Kuva 30).

Suonpohjilla on harrastettu eri palloilulajeja, kuten jalka- tai lentopallo ja sähly (esim. Salo & Savolainen 2008). Hyvin kuivatetulle, kantavalle ja ohutturpeiselle suonpohjalle lienee mah- dollista rakentaa myös golfkenttä. Syrjäisinä paikkoina suonpohjat sopivat hyvin meluisiin ur- heilulajeihin, kuten ammunta eri muodoissaan ja moottoriurheilu, kunhan ympäristömääräyk- set huomioidaan (esim. Selin 1999). Suonpohjalle voidaan rakentaa jopa pienlentokenttä har- rastustoimintaan, mutta se vaatii jäännösturpeen poistamisen ja edellyttää tiiviin ja tasaisen pohjamaan (Selin 1999, Salo & Savolainen 2008).



Kuva 29. Energiapuutermiini Pudasjärven Iso-Ahmasuolla. Kuva: Lasse Aro.



Kuva 30. Turvetuotannosta vapautuneella alueella voidaan esitellä suonpohjien jatkokäyttöä ja turvetuotannon historiaa eri tavoin. Kihniö, Aitoneva. Kuvat: Lasse Aro.

9. Maankäytön ympäristö- ja talousvaikutusten vertailu

9.1. Vaikutusten arviointi

Turvetuotannosta vapautuvien alueiden jatkokäytön ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- ja talousvaikutuksia on kuvailtu tarkemmin kunkin jatkokäyttömuodon esittelyn yhteydessä. Kokonaiskuvan kannalta vaikutuksia on tarkasteltava myös jatkokäytön eri vaihtoehtojen välillä.

Jatkokäytön vaikutuksista ei ole julkaistu kattavia vertailevia tutkimuksia (Räsänen ym. 2023a). Myös erilliset, numeerisia tuloksia sisältävät selvitykset suonpohjien erilaisten jatkokäyttötapojen ilmasto-, vesistö-, monimuotoisuus- tai talousvaikutuksista ovat hyvin niukat. Näin ollen tämäkin arviointi perustuu toistaiseksi asiantuntija-arvioihin.

Vaikutusarvioinnissa jatkokäyttöä verrattiin suonpohjaan välittömästi turvetuotannon päättymisen jälkeen. Koska jatkokäytön vaihtoehdot eivät ole yhteismitallisia vaikutusten keston osalta, tässä arvioinnissa keskitytään maankäytön suoriin vaikutuksiin ensimmäisen 20 vuoden aikana turvetuotannon päättymisestä. Lisäksi arvioitiin erikseen joidenkin maankäyttömuotojen ilmastovaikutuksia 15 vuoden aikajaksoin vuoteen 2050 (Taulukko 1) ja lisäksi 20, 50, 80 ja 100 vuotta toimenpiteestä eteenpäin (Taulukot 2–5). Maankäytön suorien vaikutusten arvioinnissa oletetaan, että suunniteltu toimenpide onnistuu tai sillä on onnistumismahdollisuudet.

Arvioinnissa käytettiin asteikkoa, jossa oli viisi tasoa: jatkokäytöllä on hyvin myönteinen (++) , myönteinen (+) , neutraali (0) , kielteinen (-) tai hyvin kielteinen (--) vaikutus (Kuva 31). Arviointiin sisällytettiin ilmasto-, vesistö- ja monimuotoisuusvaikutus. Kaikissa tilanteissa arviointia ei ollut mahdollista tehdä, ja ne merkittiin erikseen (?).

Jatkokäytön taloudellisia vaikutuksia ei ole mielekästä vertailla 20 vuoden ajanjaksolla, sillä esimerkiksi mahdolliset tulot sijoittuvat muutamasta vuodesta kymmeneen vuosiin eteenpäin maankäyttömuodosta riippuen. Talousvaikutusten sijasta voidaan tarkastella elinkeinotoiminnan mahdollisuuksia kunkin jatkokäyttövaihtoehdon osalta. Tutkimustulosten ja käytännön kokemusten kautta maa- ja metsätalous, aurinko- ja tuulivoima, terminaalialueet ja virkistyskäyttö ovat maankäyttömuotoja, joilla on suoraan mahdollisuuksia elinkeinotoiminnassa. Ennallistaminen suoksi, kosteikkojen rakentaminen ja luonnonhoito tuottavat elinkeinomahdollisuuksia oheistoimintojen kautta. Riista- ja lintupelloilla turvataan puolestaan naapuripeltojen elinkeinotoimintaa.

9.2. Maankäytön suorat vaikutukset

Kosteikkojen ja luonnonhoidon osalta, kasvinviljelyssä sekä muussa maankäytössä ilmasto- ja vesistövaikutus riippuu viljeltävistä lajeista ja viljelyn edellyttämistä toimenpiteistä, ja se voi olla joko myönteinen tai kielteinen. Riista- ja lintupeltojen osalta oletettiin, että suonpohjalla viljeltäviä lajeja ei lannoiteta tyypellä. Aurinkovoimalan ilmastovaikutus tarkoittaa suonpohjan tarkastelua voimalan rakennusmaana, ei aurinkovoiman hyötyjä esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden korvaajana.

Jatkokäytön hyvin kielteiset vesistövaikutukset aiheutuvat vuosittain tarvittavasta lannoituksesta, mihin liittyy suuri riski ravinnehuuhtoumien osalta. Suonpohjan jatkokäytön vaikutus monimuotoisuuteen on pääosin myönteinen useimmissa vaihtoehdoissa, koska mikä tahansa kasvillisuus lisää monimuotoisuutta verrattuna turvetuotannosta juuri vapautuneeseen suonpohjaan, ja kasvillisuus houkuttelee paikalle myös muita eliölajeja.

Uusi maankäyttömuoto	Maankäytön suorien vaikutusten arviointi			Selite
	Ilmasto	Monimuotoisuus	Vesistö	
ennallistaminen suoksi	++	++	++	aluksi voi aiheuttaa vesistökuormitusta (ks. Turvetyöryhmän raportti)
metsitys				
ainespuu	++	+	+	
lyhytkiertopuu	++	+	+	myönteiset vaikutukset onnistuessaan; ensimmäiset 20 vuotta myönteiset vaikutukset, mutta seuraavalla 20-vuotisjaksolla tilanne on heikompi, kun sato korjataan
kosteikat ja luonnonhoito				
kosteikat	+	++	++	
riista- ja lintupellot	--	+	+	nurmi/viljan/kasvinviljelyllä, jota näissä tarvitaan, on negatiivinen ilmasto- ja vesistövaikutus; oletus: ei typpilannoitusta
riistametsikkö	++	++	++	
kasvinviljely				
pajut	+	+	0	kiertoaika lähes käytetty 20 v:ssä, minkä jälkeen mahdollisesti haitallisia ympäristövaikutuksia
raikasammal	++	+	++	myönteiset vaikutukset onnistuessaan; ensimmäiset 20 vuotta myönteiset vaikutukset, mutta seuraavalla 20-vuotisjaksolla tilanne on heikompi, kun sato korjataan
ruokohelvi	+	+	0	vuosittainen lannoitus: riski ravinnehuuhtoumille
muut kosteikkokasvit	+	+	0	ilmasto- ja vesistövaikutus viljeltävästä lajista riippuen myönteinen tai kielteinen; poron ravintokasvien viljely sisältyy tähän
nurmiviljely	--	+	--	vuosittainen lannoitus: riski ravinnehuuhtoumille
viljanviljely	--	+	--	vuosittainen lannoitus: riski ravinnehuuhtoumille
marjat ja erikoiskasvit	0	+	0	ilmasto- ja vesistövaikutus viljeltävästä lajista riippuen myönteinen tai kielteinen
aurinko- ja tuulivoimat				
aurinkovoima	0	0	0	ilmasto- ja vesistövaikutus myönteinen tai kielteinen kasvillisuuden perusteella; ilmasto- ja vesistövaikutus tarkoittaa suonpohjan tarkastelua, ei aurinkovoiman hyötyjä
tuulivoima	0	0	0	
muu maankäyttö				
terminaalialueet	0	0	0	
virikistyskäyttö	?	?	?	ei ole arvioitavissa
laidunmaat	--	+	--	

Kuva 31. Uuden maankäytön suorien ympäristövaikutusten arviointi.

9.3. Ilmastovaikutukset

9.3.1. Ilmastovaikutukset 2021–2050

Kasvihuonekaasujen päästöt entiseltä turvetuotantoalueelta ovat keskimäärin 10,6 tonnia CO₂-ekv/ha/v. Vuosittaiset päästöt ennallistetulta, metsitetyltä tai kasvinviljelyssä olevalta suonpohjalta vaihtelevat 1,2–35,1 tn CO₂-ekv/ha 15-vuotisjaksoittain toimenpiteen jälkeen (Taulukko 1). Jälkimmäisellä 15-vuotisjaksolla 2036–2050 metsitetyllä suonpohjalla hiiltä kertyy kasvupaikalle enemmän kuin jäännösturpeesta vapautuu. Vain ennallistamisella ja metsityksellä päästään positiiviseen ilmastovaikutukseen entiseen turvetuotantoalueeseen verrattuna seuraavan 30 vuoden kuluessa.

Laasasenahon ym. (2023) tutkimuksen mukaan suonpohjien jatkokäyttö aiheuttaa Suomessa 0,35 miljoonan tonnin suuruisen vuosittaisen CO₂-ekv-päästön vuoteen 2035 asti. Noin 30 % suonpohjien jatkokäytön CO₂-ekv-päästöstä syntyy Etelä-Pohjanmaalla, jossa maanomistajia kiinnostaa erityisesti suonpohjien maatalouskäyttö (Laasasenaho ym. 2023).

Taulukko 1. Kasvihuonekaasujen päästöt (tai kertymät) käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla ja jatkokäytössä sekä jatkokäytön aiheuttama muutos 15 vuoden aikajaksoilla vuoteen 2050 asti. Taulukossa negatiivinen lukuarvo ilmaisee hiilen kertymää tai päästön pienentymistä ja positiivinen luku kasvihuonekaasujen päästöä tai päästön kasvua (yksikkönä on tonni CO₂-ekv/ha/v; Lehtonen ym. 2021).

Maankäyttömuoto	Aikajakso, vuodet	
	2021–2035	2036–2050
Entinen turvetuotantoalue	10,6	10,6
Jatkokäyttö		
Ennallistaminen suoksi	1,2	1,2
Metsitys	2,8	-0,2
Viljelysmaa, 1-vuotiset kasvit	35,1	35,1
Viljelysmaa, monivuotiset kasvit	25,3	25,3
Viljelysmaa, ruohikkoalue	15,5	15,5
Jatkokäytön aiheuttama muutos (jatkokäyttö - entinen turvetuotantoalue)		
Ennallistaminen suoksi	-9,4	-9,4
Metsitys	-7,8	-10,8
Viljelysmaa, 1-vuotiset kasvit	24,5	24,5
Viljelysmaa, monivuotiset kasvit	14,7	14,7
Viljelysmaa, ruohikkoalue	4,9	4,9

9.3.2. Ilmastovaikutukset 20–100 vuoden kuluessa

Kun ilmastovaikutusten tarkastelujaksoa pidennetään sataan vuoteen asti, ennallistaminen suoksi tai metsitys ovat ilmastolle ylivoimaisesti edullisimpia suonpohjien maankäyttömuotoja verrattuna muihin tarkasteltuihin vaihtoehtoihin (Taulukot 2–5). Ennallistamisen ja metsityksen positiivinen ilmastovaikutus jatkuu tässä tarkastelussa käytettyyn maksimiin, 100 vuoteen saakka. Ennallistamisen ilmastohyödyt ovat alle 50 vuoden aikajäniteillä jonkin verran metsitystä suuremmat, mutta yli 50 vuoden aikajäniteillä ennallistamisella ja metsityksellä ei ilmastollisesti katsottuna ole enää juurikaan eroa (Taulukot 2–5).

Tehokasta kuivatusta ja lannoitusta vaativa perinteinen maanviljely on ilmaston kannalta selkeästi huonoin suonpohjan jatkokäyttömuoto riippumatta viljeltävästä kasvilajista.

Nämä pitkän aikavälin arviot kasvihuonekaasujen päästöistä ja kertymistä pohjautuivat Luonnonvarakeskuksen hallinnassa olevaan aineistoon ja laskentapohjiin. Tähän tarkasteluun ei tehty uusia kasvihuonekaasumittauksia maastossa. Etenkin pidemmän aikavälin tarkasteluissa epävarmuustekijöiksi muodostuvat laskennoissa käytetyt oletukset KHK-päästöjen kehittymisestä sekä ilmasto-oloista tulevana vuosikymmeninä.

Taulukko 2. Kasvihuonekaasujen päästöt/kertymät turvetuotantoalueilla, käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla ja jatkokäytössä sekä jatkokäytön aiheuttama muutos keskimäärin ensimmäisten 20 vuoden aikana (Korhonen ym. 2021). Negatiivinen lukuarvo ilmaisee aineen kertymää ja positiivinen luku päästöä.

Maankäyttömuoto	Kasvihuonekaasupäästö tai -kertymä, tn CO ₂ -ekv/ha/v			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Yhteensä
Turvetuotantoalue	14,64	0,62	0,90	16,20
Entinen turvetuotantoalue	9,54	0,13	0,95	10,57
Jatkokäyttö				
Metsitys	1,68	0,30	0,24	2,26
Ennallistaminen suoksi	-1,88	3,10	0	1,82
Viljelysmaa	24,96	0	4,40	28,99
Ruohikkoalue (nurmi)	12,84	0	2,70	15,31
Jatkokäytön aiheuttama muutos (jatkokäyttö - entinen turvetuotantoalue)				
Metsitys	-7,86	0,17	-0,71	-8,31
Ennallistaminen suoksi	-11,42	2,97	-0,95	-8,75
Viljelysmaa	15,42	-0,13	3,45	18,43
Ruohikkoalue (nurmi)	3,30	-0,13	1,75	4,75

Taulukko 3. Kasvihuonekaasujen päästöt/kertymät turvetuotantoalueilla, käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla ja jatkokäytössä sekä jatkokäytön aiheuttama muutos keskimäärin ensimmäisten 50 vuoden aikana. Negatiivinen luku arvioi aineen kertymää ja positiivinen luku päästöä.

Maankäyttömuoto	Kasvihuonekaasupäästö tai -kertymä, tn CO ₂ -ekv/ha/v			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Yhteensä
Turvetuotantoalue	14,64	0,62	0,90	16,20
Entinen turvetuotantoalue	7,63	0,13	0,95	8,66
Jatkokäyttö				
Metsitys	-0,23	0,30	0,24	0,35
Ennallistaminen suoksi	-1,88	3,10	0	1,82
Viljelysmaa	24,96	0	4,40	28,99
Ruohikkoalue (nurmi)	12,84	0	2,70	15,31
Jatkokäytön aiheuttama muutos (jatkokäyttö - entinen turvetuotantoalue)				
Metsitys	-7,86	0,17	-0,71	-8,31
Ennallistaminen suoksi	-9,51	2,97	-0,95	-6,84
Viljelysmaa	17,33	-0,13	3,45	20,33
Ruohikkoalue (nurmi)	5,21	-0,13	1,75	6,66

Taulukko 4. Kasvihuonekaasujen päästöt/kertymät turvetuotantoalueilla, käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla ja jatkokäytössä sekä jatkokäytön aiheuttama muutos keskimäärin ensimmäisten 80 vuoden aikana. Negatiivinen luku arvioi aineen kertymää ja positiivinen luku päästöä.

Maankäyttömuoto	Kasvihuonekaasupäästö tai -kertymä, tn CO ₂ -ekv/ha/v			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Yhteensä
Turvetuotantoalue	14,64	0,62	0,90	16,20
Entinen turvetuotantoalue	5,91	0,13	0,95	6,94
Jatkokäyttö				
Metsitys	-1,14	0,30	0,24	-0,57
Ennallistaminen suoksi	-1,88	3,10	0	1,82
Viljelysmaa	24,96	0	4,40	28,99
Ruohikkoalue (nurmi)	12,84	0	2,70	15,31
Jatkokäytön aiheuttama muutos (jatkokäyttö - entinen turvetuotantoalue)				
Metsitys	-7,06	0,17	-0,71	-7,51
Ennallistaminen suoksi	-7,79	2,97	-0,95	-5,1
Viljelysmaa	19,05	-0,13	3,45	22,05
Ruohikkoalue (nurmi)	6,92	-0,13	1,75	8,37

Taulukko 5. Kasvihuonekaasujen päästöt/kertymät turvetuotantoalueilla, käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla ja jatkokäytössä sekä jatkokäytön aiheuttama muutos keskimäärin ensimmäisten 100 vuoden aikana. Negatiivinen lukuarvo ilmaisee aineen kertymää ja positiivinen luku päästöä.

Maankäyttömuoto	Kasvihuonekaasupäästö tai -kertymä, tn CO ₂ -ekv/ha/v			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Yhteensä
Turvetuotantoalue	14,64	0,62	0,90	16,20
Entinen turvetuotantoalue	5,52	0,13	0,95	6,55
Jatkokäyttö				
Metsitys	-1,97	0,30	0,24	-1,40
Ennallistaminen suoksi	-1,88	3,1	0	1,82
Viljelysmaa	24,96	0	4,40	28,99
Ruohikkoalue (nurmi)	12,84	0	2,70	15,31
Jatkokäytön aiheuttama muutos (jatkokäyttö - entinen turvetuotantoalue)				
Metsitys	-7,49	0,17	-0,71	-7,94
Ennallistaminen suoksi	-7,40	2,97	-0,95	-4,73
Viljelysmaa	19,44	-0,13	3,45	22,45
Ruohikkoalue (nurmi)	7,32	-0,13	1,75	8,77

Viitteet

- Aalto, J. 2022. Turvetuotannosta poistuneen suonpohjan viljelykuntoon saattaminen. Case Peurainneva. Opinnäytetyö, Seinäjoen ammattikorkeakoulu. 56 s.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/731596/Aalto_Jukka.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- AFRY 2020. Selvitys turpeen energiakäytön kehityksestä Suomessa. Raportti työ- ja elinkeinoministeriölle, 8/2020. Pöyry Management Consulting Oy / AFRY Management Consulting. 69 s.
- Ajosenpää, T. 2014. Suunnittelulla ja ruo'on hyötykäytöllä tehokkuutta rantojen hoitoon: Tuloksia ja kokemuksia VELHO-hankkeesta. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Raportteja 55/214. 112 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-057-8>
- Alatalo, I. 2020. Tuhkalannoitettujen suonpohjien luontaisen taimettumisen onnistuminen. Helsingin yliopisto, Maatalous- ja metsätieteellinen tiedekunta, maisterintutkielma. 54 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-202006052606>
- Aro, L. 2000. Root penetration of Scots pine and silver birch on cut-away peatlands. Teoksessa: Rochefort, L. & Daigle, J.-Y. (toim.). Sustaining Our Peatlands. Proceedings of the 11th International Peat Congress, Quebec City, Canada, August 6-12, 2000, Volume II: 932–936.
- Aro, L. 2022a. Pajuviljelmän perustaminen ja kasvatusketjut: Kasvupaikan valinta, viljelmän perustaminen ja hoito. Teoksessa: Viherä-Aarnio, A., Jyske, T. & Beuker, E. (toim.). Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä? Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 19–20.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-368-8>
- Aro, L. 2022b. Tuotos. Teoksessa: Viherä-Aarnio, A., Jyske, T. & Beuker, E. (toim.). Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä? Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 22–24.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-368-8>
- Aro, L., Ahtikoski, A. & Hytönen, J. 2020. Profitability of growing Scots pine on cutaway peatlands. *Silva Fennica* 54(3): article id 10273. 18 s. <https://doi.org/10.14214/sf.10273>
- Aro, L., Hotanen, J.-P. & Nousiainen, H. 2016. Suonpohjan viljavuuden arviointi turveanalyysin, kasvillisuuskuvausten ja puuston kasvun perusteella. *Suo* 67(1): 7–10.
- Aro, L. & Hytönen, J. 2019. Suonpohjasta metsäksi. Suomen metsäkeskus. 24 s.
<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/suonpohjasta-metsaksi-opas.pdf>
- Aro, L., Hytönen, J. & Jylhä, P. 2021. Afforestation as a means of offsetting CO₂ emissions on cutaway peatlands. Teoksessa: Peatlands and Peat – Source of Ecosystem Services. The 16th International Peatland Congress, Tallinn 2021. Abstract book – oral presentations: 78–82.

- Aro, L. & Kaunisto, S. 1996. Tuhkalannoitus erällä suonpohjien metsityskokeilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 31–41. <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/-521222/951-40-1502-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aro, L. & Kaunisto, S. 1998. Nutrition and development of 7-17-year-old Scots pine and silver birch plantations in cutaway peatlands. Teoksessa: Malterer, T., Johnson, K. & Stewart, J. (toim.). Peatland Restoration and Reclamation. Techniques and Regulatory Considerations. Proceedings of the 1998 International Peat Symposium, Duluth, Minnesota USA. pp. 109–114.
- Aro, L. & Kaunisto, S. 2003. Jatkolannoituksen ja kasvatustiheyden vaikutus nuorten mäntymetsiköiden ravinnetilaan sekä puuston ja juuriston kehitykseen paksuturpeisella suonpohjalla. Suo 54(2): 49–68.
- Aro, L., Kaunisto, S. & Saarinen, M. 1997. Suopohjien metsitys. Hankeraportti 1986–1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 634. 51 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1558-4>
- Aro, L. & Kekkonen, H. 2022. Pajut hiilen sitoijina ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen turvemaidella. Teoksessa: Viherä-Aarnio, A., Jyske, T. & Beuker, E. (toim.). Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä? Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 45–48. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-368-8>
- Aro, L., Kotilainen, T., Latvala, T., Saastamoinen, M., Silvan, N. & Tolvanen, A. 2021. Viisi näkökulmaa turpeeseen maa- ja puutarhataloudessa. Teoksessa: Latvala, T., Niemi, J. & Väre, M. (toim.). Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2021. Luonnonvarakeskus, Helsinki. s. 59–63. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-207-0>
- Autio, O., Heliölä, J. & Rinkineva-Kantola, L. 2020. Lintupellot rauhoitettujen lintulajien aiheuttamien satovahinkojen ennaltaehkäisevänä keinona. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 16/2020. 46 s. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/177570/Raportteja%2016%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baranyai, B. & Joosten, H. 2016. Biology, ecology, use, conservation and cultivation of round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia* L.): a review. Mires and Peat 18. Article 18: 1–28. 10.19189/MaP.2015.OMB.212
- Bioenergia ry 2019. Turvetuotannosta poistuneet suonpohjat ovat jo hiilinieluja – metsitys tärkein jälkikäyttömuoto. Bioenergia ry, tiedote 8.3.2019.
- Bussières, J., Boudreau, S., Clement-Mathieu, G., Dansereau, B. & Rochefort, L. 2008. Growing Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) in Cut-over Peatlands. HortScience 43(2): 494–499. 10.21273/HORTSCI.43.2.494.
- ELY-keskus Varsinais-Suomi 2020. https://www.ely-keskus.fi/sv/tiedotteet-2020/-/asset_publisher/iCWWZEbHN7ZK. [viitattu: 1.11.2023]
- Ferm, A. & Kaunisto, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Folia Forestalia 558. 32 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-0618-6>

- Fidelis, M., Tienaho, J., Brännström, H., Korpinen, R., Pihlava, J.-M., Hellström, J., Jylhä, P., Liimatainen, J., Möttönen, V., Maunuksela, J. & Kilpeläinen, P. 2023. Chemical composition and bioactivity of hemp, reed canary grass and common reed grown on boreal marginal lands. *RSC Sustainability*. 22 s. DOI: 10.1039/d3su00255a
- Forster, P., Storelvmo, T., Armour, K., Collins, W., Dufresne, J.-L., Frame, D., Lunt, D.J., Mauritsen, T., Palmer, M.D., Watanabe, M., Wild, M. & Zhang, H. 2021. The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. Teoksessa: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. & Zhou, B. (toim.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. s. 923–1054. doi:10.1017/9781009157896.009.
- Frolking, S. & Roulet, N. 2007. Holocene radiative forcing impact of northern peatlands carbon accumulation and methane emissions. *Global Change Biology* 13: 1079–1088. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486-2007.01339.x>.
- Frolking, S., Roulet, N. & Fuglestvedt, J. 2006. How northern peatlands influence the Earth's radiative budget: Sustained methane emission versus sustained carbon sequestration. *Journal of Geophysical Research* 111: G01008. <https://doi.org/10.1029/2005JG000091>.
- Galambosi, B. & Jokela, K. 2008. Yrttien viljely turvemaalla. Teoksessa: Korhonen, R., Korpela, L. & Sarkkola, S. (toim.). *Suomi – Suoma. Soiden ja turpeen tutkimus sekä kestävä käyttö*. Suoseura ry & Maahenki Oy, s. 222–229.
- Galambosi, B. & Jokela, K. 2009. Viljellyn kalmojuuren (*Acorus calamus*) ja mustuvapajun (*Salix myrsinifolia*) sadot suonpohjalla. *Suo* 60(1–2): 45–57.
- Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J. & Dixon, K.W., 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology* 27 (S1): S1–S46.
- Gonzalez, E. & Rochefort, L. 2014. Drivers of success in 53 cutover bogs restored by a moss layer transfer technique. *Ecological Engineering* 68: 279–290. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.03.051>.
- Heikkinen, A. & Väyrynen, T. 2004. Rantsilan Kurunnevan lintuveden rakentaminen ja tarkkailu 1996–2003. Turveruukki Oy. Moniste. 14 s.
- Hoppula, K., Pirinen, H. & Miettinen, E. 2006. Lakasta viljelykasvi? Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 21. 6 s. <https://doi.org/10.33354/smst.76645>
- Huotari, N. 2011. Recycling of wood- and peat ash – a successful way to establish full plant cover and dense birch stand on a cut-away peatland. Tiiivistelmä: Puu- ja turvetuhka edistää kasvillisuuden muodostumista turvetuotannosta vapautuneilla suopohjilla. Oulun yliopisto, Oulu. *Acta Universitatis Ouluensis*. A576, 47 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:9789514295324>

- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Kauppi, A. & Kubin, E. 2007. Fertilization ensures rapid formation of ground vegetation on cut-away peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 874–883. <https://doi.org/10.1139/X06-292>
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E. & Kubin, E. 2009. Ground vegetation exceeds tree seedlings in early biomass production and carbon stock on an ash-fertilized cut-away peatland. *Biomass and Bioenergy* 33: 1108–1115. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.05.009>
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E. & Kubin, E. 2011. Ground vegetation has a major role in element dynamics in an ash-fertilized cut-away peatland. *Forest Ecology and Management* 261(11): 2081–2088. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.02.033>
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Pasanen, J. & Kubin, E. 2008. Ash-fertilization improves germination and early establishment of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) seedlings on a cut-away peatland. *Forest Ecology and Management* 255: 2870–2875. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.01.062>
- Hytönen, J. 1994. Effect of fertilizer application rate on nutrient status and biomass production in short-rotation plantations of willows on cut-away peatland areas. Tiivistelmä: Lannoitemäärän vaikutus lyhytkiertoviljelmien ravinnetilaan ja biomassatuotokseen suonpohjilla. *Suo* 45(3): 65–77.
- Hytönen, J. 1995a. Effect of fertilizer treatment on the biomass production and nutrient uptake of short-rotation willow on cut-away peatlands. *Silva Fennica* 29(1): 21–40. <https://doi.org/10.14214/sf.a9195>
- Hytönen, J. 1995b. Effect of repeated fertilizer application on the nutrient status and biomass production of *Salix 'Aquatika'* plantations on cut-away peatland areas. *Silva Fennica* 29(2): 107–116. <https://doi.org/10.14214/sf.a9201>
- Hytönen, J. 1996. Biomass production and nutrition of short-rotation plantations. The Finnish Forest Research Institute, Research Papers 586. 61 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1494-4>
- Hytönen, J. 2005. Effects of liming on the growth of birch and willow on cut-away peat substrates in greenhouse. *Baltic Forestry* 11(2): 68–74. [https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/2005-11\[2\]/68_74%20Yrki%20Hytonen.pdf](https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/2005-11[2]/68_74%20Yrki%20Hytonen.pdf)
- Hytönen, J. 2016. Wood ash fertilisation increases biomass production and improves nutrient concentrations in birches and willows on two cutaway peats. *Baltic Forestry* 22(1): 98–106. https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/2016-22%5b1%5d/e-Baltic%20Forestry%202016.1_98-106%20psl.pdf
- Hytönen, J. & Aro, L. 2012. Biomass and nutrition of naturally regenerated and coppiced birch on cutaway peatland during 37 years. *Silva Fennica* 46(3): 377–394. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.48>
- Hytönen, J., Aro, L., Issakainen, J. & Moilanen, M. 2016. Peat ash and biotite in fertilization of Scots pine on an afforested cutaway peatland. Tiivistelmä: Turvetuhka ja biotiitti männyn metsityslannoituksessa suonpohjilla. *Suo* 67(2): 53–66.

- Hytönen, J., Aro, L. & Jylhä, P. 2018. Biomass production and carbon sequestration of dense downy birch stands on cutaway peatlands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33(8): 764–771. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1500636>
- Hytönen, J., Jylhä, P., Vihanta, S. & Issakainen, J. 2015. Energiapuun aktiivituotannon lähtökohdat ja toimenpiteet 2012–2014. Loppuraportti. Luonnonvarakeskus, 46 s.
- Hytönen, J. & Saarsalmi, A. 2009. Long-term biomass production and nutrient uptake of birch, alder and willow plantations on cut-away peatland. *Biomass & Bioenergy* 33: 1197–1211. DOI: 10.1016/j.biombioe.2009.05.014
- Hytönen, J. & Saarsalmi, A. 2015. Harmaaleppä energiapuuna. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2015: 153–164. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016102425501>
- Hytönen, J., Saarsalmi, A. & Rossi, P. 1995. Biomass production and nutrient uptake of short-rotation plantations. *Silva Fennica* 29(2): 117–139. <https://doi.org/10.14214/sf.a9202>
- Hyvönen, N.P., Huttunen, J.T., Shurpali, N.J., Lind, S.E., Marushchak, M.E., Heitto, L. & Martikainen, P.J. 2013. The role of drainage ditches in greenhouse gas emissions and surface leaching losses from a cutaway peatland cultivated with a perennial bioenergy crop. *Boreal Environment Research* 18: 109–126.
- Isoniemi, M. 2020. Potentiaalisten metsityskohteiden kartoitus suonpohjilla ja peltoheitoilla. Suomen metsäkeskus. 26 s. <https://www.slideshare.net/Metsakeskus/potentiaalisten-metsityskohteiden-kartoitus-suonpohjilla-ja-peltoheitoilla>
- Janatuinen, J. 1999. Valtion kalanviljelyn luonnonravintolammikoiden tuotto, viljellyt kalalajit ja -kannat, istutusmäärät, kalanpoikasten pituus ja paino, kuolleisuus, istutus- ja tyhjennyspäivämäärät sekä kasvukausi vuosina 1971–1997. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kala- ja riistaraportteja 159. 19 s. + 124 s. taulukot. https://juku.luke.fi/bitstream/handle/10024/536515/valtion_kalanviljelyn_luonnonravintolammikoiden_tuotto...._nro_159.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jordan, S., Stromgren, M., Fiedler, J., Lundin, L., Lode, E. & Nilsson, T. 2016. Ecosystem respiration, methane and nitrous oxide fluxes from ecotopes in a rewetted extracted peatland in Sweden. *Mires Peat* 17: 7. doi: 10.19189/MaP.2016.OMB.224
- Jylhä, P. 2022. Pajuntuotannon kannattavuus. Teoksessa: Viherä-Aarnio, A., Jyske, T. & Beuker, E. (toim.). Pajut biokiertotaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä? Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 28–32. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-368-8>
- Jylhä, P. & Bergström, D. 2016. Productivity of harvesting dense birch stands for bioenergy. *Biomass and Bioenergy* 88: 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.03.016>
- Jylhä, P., Ahtikoski, A., Hytönen, J. & Aro, L. 2020. Profitability of biomass production of downy birch on cutaway peatlands. *Suo* 71(2): 75–79.
- Jylhä, P., Hytönen, J. & Ahtikoski, A. 2015. Profitability of short-rotation biomass production on downy birch stands on cut-away peatlands in northern Finland. *Biomass and Bioenergy* 75: 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.02.027>

- Järvelä, J. 1995. Tekojärvet turvetuotantoalueiden jälkikäyttömuotona. Vesirakennuslaboratorion julkaisuja VRL-9. 102 s.
- Järvis, J., Ivask, M., Nei, L., Kuu, A. & Luud, A. 2016. Effect of Green Waste Compost Application on Afforestation. *Baltic Forestry* 22(1): 90–97.
- 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. Vertaisarvioitu raportti. Suomen Luontopaneelin julkaisu, Nro 3b, Suomen Luontopaneeli.
<https://doi.org/10.17011/jyx/SLJ/2021/3b>
- Kaunisto, S. 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeennoston jälkeisellä suonpohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. *Suo* 32(3): 53–60.
- Kaunisto, S. 1987. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutus- taimien kasvuun suonpohjilla. *Folia Forestalia* 681. 23 s. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/522264/951-40-0773-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kaunisto, S. & Viinamäki, T. 1991. Lannoituksen ja leppäsekoituksen vaikutus mäntytaimikon kehitykseen ja suonpohjaturpeen ominaisuuksiin Aitonevalla. *Suo* 42(1): 1–12.
- Kieksi, J. & Salo, K. 1996. Pensaskarpalon viljely, rikkakasvisukcessio ja rikkakasvillisuuden torjunta turvetuotannosta vapautuneella suolla. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 3/1996: 213–229. <https://doi.org/10.14214/ma.6285>
- Kikamägi, K., Ots, K., Kuznetsova, T. & Pototski, A. 2014. The growth and nutrients status of conifers on ash-treated cutaway peatland. *Trees* 28(1): 53–64.
- Kivimäki, S. K., Yli-Petäys, M. & Tuittila, E.-S. 2008. Carbon sink function of sedge and Sphagnum patches in a restored cut-away peatland: increased functional diversity leads to higher production. *Journal of Applied Ecology* 45: 921–929.
- Korhonen, R. 1999a. Jalasjärven Korvajärvennevan ja Löyhinkinevojen suonpohjien käyttövaihtoehdot. Geologian tutkimuskeskus, Etelä-Suomen aluetoimisto, tutkimusselostus 9/1999. 13 s. + liitteet.
- Korhonen, R. 1999b. Kuusiokuntien turvetuotantoalueiden tutkimukset ja uusiokäyttösuunnitelmat viidelle tuotantoalueelle Alavudella ja Ähtärissä. Geologian tutkimuskeskus, Etelä-Suomen aluetoimisto, tutkimusselostus 42/1999. 39 s. + liitteet.
- Korhonen, T., Hirvonen, P., Rämetsä, J. & Karjalainen, S. 2021. Turvetyöryhmän loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2021:24. 123 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-856-1>
- Korkiakoski, M., Ojanen, P., Tuovinen, J.-P., Minkkinen, K., Nevalainen, O., Penttilä, T., Aurela, M., Laurila, T. & Lohila, A. 2023. Partial cutting of a boreal nutrient-rich peatland forest causes radically less short-term on-site CO₂ emissions than clear-cutting. *Agricultural and Forest Meteorology* 332(1). <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109361>

- Kozlov, S.A., Lundin, L. & Avetov, N.A. 2016. Revegetation dynamics after 15 years of rewetting in two extracted peatlands in Sweden. *Mires and Peat* 18: 1–17. DOI: 10.19189/MaP.2015.OMB.204.
- Kukkonen, S., Uosukainen, M. & Tiainen, H. 1997. Mansikan viljely turpeenotosta vapautuneella suopohjalla. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A28, 21 s. <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja28.pdf>
- Kukkonen, A., Uosukainen, M. & Rökköläinen, M. 1999. Ruiskaunokin siementuotanto turvetuotannosta vapautuneella suopohjalla. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A68, 22 s. + 4 liites. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-559-6>
- Laakso, T. & Heinilä, A. 2023. Rahkasammalen korjuun ohjaukset ja niiden kehittäminen. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Social Sciences and Business Studies 20. 286 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-4908-0>
- Laasasenaho, K. & Lauhanen, R. 2022. Tuuli- ja aurinkovoima kasvattavat suosiotaan turvetuotannosta vapautuvien suopohjien jälkikäyttömuotona: Aluetarkastelu Etelä-Pohjanmaalta. *Suo* 73(2): 27–34.
- Laasasenaho, K., Lauhanen, R., Räsänen, A., Palomäki, A., Viholainen, I., Markkanen, T., Aalto, T., Ojanen, P., Minkkinen, K., Jokelainen, L., Lohila, A., Siira, O-P., Marttila, H., Päckilä, L., Albrecht, E., Kuittinen, S., Pappinen A., Ekman, E., Kübert, A., Lampimäki, M., Lampilahti, J., Shahriyer, A.H., Tyystjärvi, V., Tuunainen, A-M., Leino, J., Ronkainen, T., Peltonen, L., Vasander, H., Petäjä, T. & Kulmala, M. 2023. After-use of cutover peatland from the perspective of landowners: Future effects on the national greenhouse gas budget in Finland. *Land Use Policy* 134: 106926. 13 s. <https://doi.org/10.1016/j.landuse-pol.2023.106926>
- Laasasenaho, K., Renzi, F., Karjalainen, H., Kaparaju, P., Rintala, J. & Konttinen, J. 2020. Biogas and combustion potential of fresh reed canary grass grown on cutover peatland. *Mires and Peat* Volume 26 (2020) Article 10. 9 s. DOI: 10.19189/MaP.2019.OMB.StA.1786
- Lamminen, P., Isolahti, M. & Huuskonen, A. 2005. Turvesoiden jatkokäyttö kotieläintuotannossa. MTT:n selvityksiä 101. 31 s. ISBN 951-729-988-5 <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-989-3>
- Latva-Krekola, J. & Luhtanen, J. 2021. Turvetuotantoalueiden jälkikäyttö viljelyssä eteläpohjalaisilla tiloilla. Haastattelututkimus. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Agrologi (AMK) opinnäytetyö. 46 s.
- Laurila, M. (toim.) 2018. Kosteikkokasveista uusia elinkeinomahdollisuuksia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 159 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-560-8>
- 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., Rikkinen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soinne, 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. 121 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-275-9>

- Lehtonen, E.-M. & Tikkanen, E. 1986. Turvetuhkan vaikutus maahan sekä vesipajun (*Salix cv. aquatica*) ravinnetalouteen ja kasvuun turpeentuotannosta vapautuneella suolla. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. C 69. 100 s.
- Leiviskä, V., Selin, P. & Klemetti, V. 2002. Suopohjien metsitys hiilinieluisi ympäristövaikutukset halliten. PUUY17. Teoksessa: Alakangas, E. (toim.). Puuenergian teknologiaohjelman vuosikirja 2002. VTT Symposium 221, Espoo. s. 297–311.
- Linna, P. & Jansson, H. 1994. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 1/94. 13 s.
- Luhtala, M. 2021. Turvetuotantoalueiden jälkikäyttö peltoviljelyssä – opas entisen turvetuotantoalueen viljelijälle. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu, 65 s. + liitteet. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/499804/Luhtala_Menna.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Lumme, I. & Kiukaanniemi, E. 1987. Nopeakasvuisten pajujen (*Salix spp.*) lyhytkiertoviljelystä ja rauduskoivun (*Betula pendula*) viljelystä turvetuotannosta poistuneella suolla Limingan Hirvinevalla. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. C 77, 48 s.
- Lumme, I. & Törmälä, T. 1988. Selection of fast-growing willow (*Salix spp.*) clones for short-rotation forestry on mined peatlands in northern Finland. Tiivistelmä: Nopeakasvuisten pajukloonien valinnasta Pohjois-Suomen turvetuotannosta poistuvilla soilla. *Silva Fennica* 22(1): 67–88. <https://doi.org/10.14214/sf.a15499>
- Lumme, I., Ilvesniemi, H. & Silvan, N. 2016. Rahkasammalten (*Sphagnum sp.*) kasvatuksesta Etelä-Suomen turvemaidella. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2016. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 28 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-330-7>
- Lumme, I., Tikkanen, E., Huusko, A. & Kiukaanniemi, E. 1984. Pajujen lyhytkiertoviljelyn biologiasta ja viljelyn kannattavuudesta turpeentuotannosta poistuneella suolla Limingan Hirvinevalla. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos, C54, 79 s.
- Lumperoinen, M. & Hämäläinen, M. 2020. Metsitys kestävästi – paikkatietoanalyysi joutoalueiden metsityspotentialista Suomessa vuonna 2020. Tapio Oy, Raportti. 15 s. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2021/09/Raportti_Metsityspotentiali_Tapio_-_19_05_2020.pdf
- Lundin, L., Nilsson, T., Jordan, S., Lode, E. & Strömngren, M. 2016. Impacts of rewetting on peat, hydrology and water chemical composition over 15 years in two finished peat extraction areas in Sweden. *Wetlands Ecology Management* 25: 405–419. DOI 10.1007/s11273-016-9524-9.
- 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. 85 s. <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2022/04/ilmastopaneelin-raportti-2-2022-turvemaiden-kayton-vaihtoehdot-hiilineutraalissa-suomessa.pdf>

- Lötjönen, T. & Knuuttila, K. 2009. Pelloilta energiaa – opas ruokohelven käyttäjille. Jyväskylä Innovation Oy ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 42 s. https://www.motiva.fi/files/4244/Pelloilta_energiaa_opas_ruokohelven_kayttajille.pdf
- Maljanen, M., Shurpali, N., Hytönen, J., Mäkiranta, P., Aro, L., Potila, H., Laine, J., Li, C. & Martikainen, P.J. 2012. Afforestation does not reduce nitrous oxide emissions from managed boreal peat soils. *Biogeochemistry* 108(1–3): 199–218. <https://www.jstor.org/stable/41410591>
- Mander, U., Jarveoja, J., Maddison, M., Soosaar, K., Aavola, R., Ostonen, I. & Salm, J.O. 2012. Reed canary grass cultivation mitigates greenhouse gas emissions from abandoned peat extraction areas. *GCB Bioenergy* 4: 462–474. doi: 10.1111/j.1757-1707.2011.01138.x
- Mathijssen, P., Tuovinen, J.-P., Lohila, A., Aurela, M., Juutinen, S., Laurila, T., Niemelä, E., Tuittila, E.-S. & Väiliranta, M. 2014. Development, carbon accumulation and radiative forcing of a subarctic fen over the Holocene. *The Holocene* 24(9): 1156–1166. <https://doi.org/10.1177/0959683614538072>.
- Mathijssen, P., Kähkölä, N., Tuovinen, J.-P., Lohila, A., Minkkinen, K., Laurila, T. & Väiliranta, M. 2017. Lateral expansion and carbon exchange of a boreal peatland in Finland resulting in 7000 years of positive radiative forcing. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 122(3): 562–577. <https://doi.org/10.1002/2016JG003749>.
- Matila, A. ja Alatalo, I. 2023. Turvetuotannosta poistuvien alueiden maankäytön ohjauskeinot. Tapion raportteja nro 54. 66 s. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2023/02/Turvetuotannosta-poistuvien-alueiden-maankayton-ohjauskeinot_nro-54.pdf
- Miettinen, A., Koikkalainen, K., Laurila, M. & Silvan, N. 2022. Kosteikkoviljely ja viljely korotetulla pohjaveden pinnan tasolla – kustannukset ja hyödyt viljelijöille ja yhteiskunnalle. Teoksessa: Virkkunen, E. (toim.). Turvepeltojen kosteikkoviljely ja pohjaveden korkeuden säätely: Kannattavuus ja päästövähennysmahdollisuudet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 15–28.
- Miettinen, J., Rantala, M. & Svensberg, M. 2019. Riistametsänhoidon opas. Suomen riistakeskus. 56 s. https://riista.fi/wp-content/uploads/2019/02/riistametsan_hoidon_opas_-_WEB_pakattu.pdf [Viitattu 12.10.2023]
- Mikola, P. 1975. Turvetuotannosta vapautuvan maan metsittäminen. *Silva Fennica* 9(2): 101–115. <https://doi.org/10.14214/sf.a14776>
- Minke, M., Augustin, J., Burlo, A., Yarmashuk, T., Chuvashova, H., Thiele, A., Freibauer, A., Tikhonov, V. & Hoffmann, M. 2016. Water level, vegetation composition, and plant productivity explain greenhouse gas fluxes in temperate cutover fens after inundation. *Biogeosciences* 13(13): 3945–3970. doi: 10.5194/bg-13-3945-2016
- Minkkinen, K. & Ojanen, P. 2013. Pohjois-Pohjanmaan turvemaiden kasvihuonekaasutaseet. Metlan työraportteja 258: 75–111. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2412-2>.

- Muntola, S. 2012. Riistapellon perustaminen. AMK-opinnäytetyö. Hämeen Ammattikorkeakoulu, Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Maatilatalouden suuntautumisvaihtoehto. 37 s.
- Mäkiranta, P., Hytönen, J., Aro, L., Maljanen, M., Pihlatie, M., Potila, H., Shurpali, N., Laine, J., Lohila, A-L., Martikainen, P.J. & Minkkinen, K. 2007. Soil greenhouse gas emissions from afforested organic soil croplands and cutaway peatlands. *Boreal Environment Research* 12: 159–175. <http://www.borenv.net/BER/pdfs/ber12/ber12-159.pdf>
- Mäkäräinen, T.H. 2019. Ympäristöpoliittisten ohjauskeinojen vaikutus turvetuotantoalueen jälkikäytössä – Tapaustutkimus jälkikäytön ohjautumisesta ja jälkikäytön ekosysteemipalveluista Valkeasuolla Pohjois-Karjalassa. Maantieteen pro gradu -tutkielma. Itä-Suomen yliopisto. 84 s.
- Naukkarinen, V. 2021. Kosteikkoviljelyn kasviopas. Baltic Sea Action Group. 1. painos. 23 s. https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2021/02/Kosteikkoviljelyn_kasviopas_2021.pdf
- Neimane, S., Celma, S., Butlers, A. & Lazdiņa, D. 2019. Conversion of an industrial cutaway peatland to a Betulacea family tree species plantation. *Agronomy Research* 17(3): 741–753.
- Neimane, S., Celma, S., Zusevica, A., Lazdina, D.A. & Ievinsh, G. 2021. The effect of wood ash application on growth, leaf morphological and physiological traits of trees planted in a cutaway peatland. *Mires Peat* 27: 22. 12 s. doi: 10.19189/MaP.2020.GDC.StA.2146
- Nieminen, T.M., Ihalainen, A. & Uusi-Kämpä, J. 2020. Happamat sulfaattimaat ja ojitus. *Suo* 71(2): 211–218.
- Niemistö, P. 2013. Effect of growing density on biomass and stem volume growth of downy birch stands on peatland in western and northern Finland. *Silva Fennica* 47(4): article 1002. doi:10.14214/sf.1002.
- Nugent, K.A., Strachan, I.B., Strack, M., Roulet, N.T., Strom, L. & Chanton, J.P. 2021. Cutover Peat Limits Methane Production Causing Low Emission at a Restored Peatland. *JGR Biogeosciences* 126(12): e2020JG005909. doi: 10.1029/2020JG005909
- Paappanen, T., Lindh, T., Kärki, J., Impola, R., Rinne, S., Lötjönen, T., Kirkkari, A., Taipale, R. & Leino, T. 2008. Ruokohelven polttoaineketjun kehittäminen liiketoimintamahdollisuuksien parantamiseksi. VTT Tiedotteita 2452. 158 s. + liitt. 9 s. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2008/T2452.pdf>
- Pahkala, K., Isoahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A.-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. korjattu painos. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Maa- ja elintarviketalous 1. 31 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-943-5>
- Perälä, M., Kallionkoski, K. & Väisänen, T. 2005. Esiselvitys turvetuotannon jälkikäyttömuodoista ja niiden vesistökuormituksista. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen moniste 27. Oulu. 52 s <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134642/27%20-Esiselvitys%20turvetuotannon%20j%C3%A4lkik%C3%A4ytt%C3%B6muodoista.pdf?sequence=5>

- 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, 166769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166769>
- Picken, P. 2007. Geological factors affecting on after-use of Finnish cut-over peatlands with implications on the carbon accumulation. University of Helsinki, Publications of the Department of Geology D10, 40 s.
- Porola, T. 2011. Suopohjien metsitys Pohjois-Pohjanmaalla - inventaariotutkimus vuosien 1995–2001 välillä tehdystä entisten turvetuotantoalueiden metsityksistä. Pro gradu - tutkielma. Oulun yliopisto, maantieteen laitos. 82 s.
- Poulin, M., Andersen, R. & Rochefort, L. 2013. A new approach for tracking vegetation change after restoration: A case study with peatlands. *Restoration Ecology* 21(3): 363–371. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2012.00889.x>.
- Pouliot, R., Rochefort, L. & Karofeld, E. 2012. Initiation of microtopography in re-vegetated cutover peatlands: evolution of plant species composition. *Applied Vegetation Science* 15(3): 369–382. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2011.O1164.x>.
- Quinty, F. & Rochefort, L. 2003. Peatland Restoration Guide, second edition. Canadian Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources and Energy. Quebec, Canada. 107 s. ISBN 0-9733016-0-0.
- Reinikainen, A., Veijalainen, H. & Nousiainen, H. 1998. Puiden ravinnepuutokset – metsänkasvattajan ravinneopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 688. 44 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1629-7>
- Rintala, T., Toivanen, T., Ahlroth, P., Hyvärinen, E., Mattila, J., Nevalainen J., Päivinen, J. & Suhonen, J. 2000. Hyönteis- ja linnustotutkimukset turvetuotannosta vapautuneilla alueilla Kihniön Aitonevalla ja Rautalammin Rastunsuolla vuosina 1997–1999. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylän yliopiston museon julkaisuja 13. 69 s. ISBN 951-39-0836-4.
- Rytter, L. 1996. Grey alder in forestry: a review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Supplement 24: 65–84. https://www.researchgate.net/publication/285307993_Grey_alder_in_forestry_A_review
- Räkköläinen, M., Vestberg, M., Simojoki, P., Kytölä, V. & Rahtola, M. 1999. Lannoituksen ja mykorrhizasiiroituksen vaikutus yrtti- ja sipulikasvien menestymiseen turvetuotannosta vapautuneella suopohjalla. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A48. 45 s. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/439474/asarja48.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Räsänen, A., Albrecht, E., Annala, M., Aro, L., Laine, A.M., Maanavilja, L., Mustajoki, J., Ronkainen, A.-K., Silvan, N., Tarvainen, O. & Tolvanen, A. 2023a. After-use of peat extraction sites – a systematic review of biodiversity, climate, hydrological and social impacts. *Science of The Total Environment* 882: 163583. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.-163583>

- Räsänen, A., Mustajoki, J., Aro, L., Ulvi, T., Annala, M. & Marttunen, M. 2023b. Turvetuotantoalueiden jatkokäytön tavoitelähtöinen ja moniarvoinen suunnittelu. *Suo* 74(1): 3–26.
- Salo, H. 2020. Suonpohjista hiilinieluja? *Bioenergia* 1/2020: 36–37.
- Salo, H. & Savolainen, V. (toim.) 2008. Turvetuotantoalueiden jälkikäyttö. Opas alan toimijoille. Turveteollisuusliitto ry. 71 s. <https://docplayer.fi/6111505-Jalkikaytto-opas-alan-toimijoille.html>
- Salonen V. 1992. Plant colonization of harvested peat surfaces. Biological research reports from the University of Jyväskylä. No. 29. 29 s.
- Selin, P. 1999. Turvevarojen teollinen käyttö ja suopohjien hyödyntäminen Suomessa. University of Jyväskylä. Jyväskylä studies in biological and environmental sciences 79. 239 s.
- Siira, J. 1996. Eliöstön paluu suopohjille. Teoksessa: Nuuja, I. & Selin, P. (toim.). Suopohjasta uutta voimaa. Vapo Oy, Jyväskylä. s. 58–67.
- Siira, J., Aalto, P., Eskonen, K., Siira, O.-P. & Sutela, T. 1994. Hirvinevan turvetuotantoalueen tekojärvien ekologinen tutkimus vuonna 1993. Oulun yliopisto, Perämeren tutkimusaseman julkaisuja 1, 68 s.
- Silvan, N., Jokinen, K., Näkkilä, J. & Tahvonen, R. 2017. Swift recovery of Sphagnum carpet and carbon sequestration after shallow Sphagnum biomass harvesting. *Mires and Peat* 20: 1–11.
- Silvan, N., Sarkkola, S. & Laiho, R. 2019. Rahkasammalbiomassa ja sen korjuuseen soveltuvat suot Suomessa. *Suo* 70(2–3): 41–53.
- Sipilä, A. & Kortessuoma, S. 2004. Aitoneva – työtä, turvetta ja elämää. Pirkanmaan museorautatie ry. Otavan kirjapaino Oy, Keuruu. ISBN 952-91-7623-6. 232 s.
- Strack, M., Cagampan, J., Hassanpour Fard, G., Keith, A.M., Nugent, K., Rankin, T., Robinson, C., Strachan, I.B., Waddington, J.M. & Xu, B. 2016. Controls on plot-scale growing season CO₂ and CH₄ fluxes in restored peatlands: Do they differ from unrestored and natural sites? *Mires and Peat* 17: 1–18. DOI: 10.19189/MaP.2015.OMB.216.
- Tarvainen, O., Hökkä, H., Kumpula, J., Höyhty, I., Jokikokko, M. & Tolvanen, A. 2021. Turvetuotannosta vapautuneiden suonpohjien kasvittaminen poron ravintokasveilla. Luonnonvara ja biotalouden tutkimus 31/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 37 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-203-2>
- Tilastokeskus 2023. Energian hankinta ja kulutus: Energian kokonaiskulutus energialähteittäin [verkkojulkaisu]. Tilastokeskus [viitattu 2.11.2023]. Saantitapa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ehk/statfin_ehk_pxt_12vq.px/
- Tuittila, E.-S. 2000. Restoring vegetation and carbon dynamics in a cut-away peatland. Helsingin yliopiston kasvitieteen julkaisuja 30. Sivut+netti. 38 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-45-9609-9>

- Tuittila, E.-S., Komulainen, V.-M., Vasander, H. & Laine, J. 1999. Restored cut-away peatland as a sink for atmospheric CO₂. *Oecologia* 120: 563–574.
<https://doi.org/10.1007/s004420050891>.
- Tuittila, E.-S., Vasander, H. & Laine, J. 2000a. Impact of rewetting on the vegetation of a cut-away peatland. *Applied Vegetation Science* 3: 205–212.
<https://doi.org/10.2307/1478999>.
- Tuittila, E.-S., Komulainen, V.-M., Vasander, H., Nykänen, H., Martikainen, P.J. & Laine, J. 2000b. Methane dynamics of a restored cut-away peatland. *Global Change Biology* 6: 569–581.
- Uosukainen, M. 1996. Yrttitarhat ja mansikkamaat. Teoksessa: Nuuja, I. & Selin, P. (toim.). Suopohjasta uutta voimaa. Vapo Oy, Jyväskylä. s. 12–19.
- Valtioneuvosto 2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Marinin hallitusohjelma 2019. 213 s.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-808-3>. [Viitattu 28.9.2023]
- Viherä-Aarnio, A. 2022. Pajuviljelmien tuhot. Teoksessa: Viherä-Aarnio, A., Jyske, T. & Beuker, E. (toim.). Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä? Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 21–22.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-368-8>
- Vikberg, P. 1998. Suopohjien riistanhoidollinen jälkikäyttö. Teoksessa: Vasander, H. (toim.). Suomen suot. Suoseura ry. s. 138–142.
- Vikberg, P. & Sikström, K. 1996. Lintujärvi riistanhoidossa ja metsästyksessä. Teoksessa: Nuuja, I. & Selin, P. (toim.). Suopohjasta uutta voimaa. Vapo Oy, Jyväskylä. s. 94–109.
- Virkajärvi, P. & Huhta, H. 1993. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 7/93. 27 s. + liitteet. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014042925260>
- Virkajärvi, P. & Huhta, H. 1994. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla: timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 13/94. 23 s. + liitteet. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014042925285>
- Virkajärvi, P. & Huhta, H. 1998. Turvetuotannosta vapautuneiden suopohjien maatalouskäyttö. Teoksessa: Vasander, H. (toim.). Suomen suot. Suoseura ry. s. 135–137.
- Virkajärvi, P., Huhta, H. & Tuuri, H. 1997a. Effect of nitrogen fertilization, grass species and cultivar on sod production on Valkeasuo peat bog - a case study. *Agricultural and Food Science* 6(3): 269–281. doi: 10.23986/afsci.72790
- Virkajärvi, P., Huhta, H. & Tuuri, H. 1997b. Polttoturvesoiden jälkikäyttö: siirtonurmikon tuotanto Tohmajärven Valkeasuolla. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja B7, 28 s. + liitteet. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014042524973>
- 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, 52 s.

- Väyrynen, T. 2008. Turvesuosta lintujärveksi. Teoksessa: Korhonen, R., Korpela, L, Sarkkola, S. (toim.). Suomi – Suomea. Suoseura ry. s. 234–238.
- Väyrynen, T. & Heikkinen, K. 2000. Water quality changes in a peat-based artificial lake in northern Europe. Teoksessa: Rochefort, L & Daigle, J.-Y. (toim.). Sustaining Our Peatlands. Proceedings of the 11th International Peat Congress, Quebec. Canadian Society of Peat and Peatlands & International Peat Society. Volume II, s. 907–912.
- Woziwoda, B. & Kopec, D. 2014. Afforestation or natural succession? Looking for the best way to manage abandoned cut-over peatlands for biodiversity conservation. *Ecological Engineering* 63: 143–152. doi: 10.1016/j.ecoleng.2012.12.106
- Yli-Halla, M., Lötjönen T., Kekkonen J., Virtanen S., Marttila H., Liimatainen M., Saari, M., Mikkola, J., Suomela, R. & Joki-Tokola, E. 2022. Thickness of peat influences the leaching of substances and greenhouse gas emissions from a cultivated organic soil. *Science of the Total Environment* 806: 150499. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150499>
- Yli-Petäys, M., Laine, J., Vasander, H. & Tuittila, E.-S. 2007. Carbon gas exchange of a re-vegetated cut-away peatland five decades after abandonment. *Boreal Environment Research* 12(2): 177–191.
- Åman, P. & Heikkinen, S. 2002. Geographical features and the re-use plan of Kuikkasuo peat production site. Teoksessa: Schmilewski, G. & Rochefort, L. (toim.). Proceedings of the International Peat Symposium "Peat in Horticulture. Quality and Environmental Challenges." Pärnu, Estonia, 3-6 September 2002. International Peat Society, Jyväskylä, Finland. s. 187–198.



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi

