



metsäkeskus



*Soiden ennallistamisen tarpeet,  
halukkuus sekä tavoitteet ja  
niiden toteutuminen  
Lounais-Suomessa*  
**Suomen metsäkeskus 2015**

Timo Silver, Sanna Kittamaa ja Markku Saarinen

## **Soiden ennallistamisen tarpeet, halukkuus sekä tavoitteet ja niiden toteutuminen Lounais-Suomessa**

**Luonnonhoitohankeraportti 4.2.2013, päivitys 10.2.2015.**

- Tekijät:** Timo Silver Suomen metsäkeskus  
Sanna Kittamaa Metsäntutkimuslaitos Parkano  
Markku Saarinen Metsäntutkimuslaitos Parkano
- Kiitokset:** Kiitokset metsäneuvoja Merja Lahdelle ja henkilöstöasiantuntija Hanna Saarelle asiantuntija-avusta aineiston hankinta – ja käsittelyasioissa.
- Kannen kuva:** Näkymä ennallistetun Kämpinsaarensuon laideosalta. Puuton, pullosaravaltainen laide vaihettuu vähitellen tupasvillavaltaiseksi koivutaimikoksi siirryttäessä suon keskustaa kohti.  
Kuva: Timo Silver.
- Taitto:** Terttu Välikkilä
- Paino:** Painosalama Oy, Turku, 2015

ISBN 978-952-283-027-2, nid.  
ISBN 978-952-283-028-9, pdf



# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	4
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Metsäojitettujen soiden ennallistaminen .....	6
1.2 Ennallistaminen ja sen ohjauskeinot Suomessa .....	8
1.3 Ennallistaminen Lounais-Suomessa ja luonnonhoitohankkeen tavoitteiden asettelu .....	9
2 AINEISTO.....	11
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	14
3.1 Metsänomistajakysely.....	14
3.2 Ennallistamisen onnistuminen .....	16
3.2.1 Pohjavedenpinnan taso.....	16
3.2.2 Kasvillisuus .....	19
3.2.3 Rahkasammalen pituuskasvu.....	28
3.2.4 Puustokehitys.....	30
4 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	38
KIRJALLISUUS .....	41



## Tiivistelmä

Metsänomistajille suunnattiin kysely suojelualueisiin rajoittuvien ojitettua suomet-sää kasvavien tilojen käytöstä. Kysely lähetettiin 343 metsänomistajalle. Metsätilat sijaitsivat Lounais-Suomen metsäkeskuksen alueella (Varsinais-Suomi ja Satakunta). Kysely lähetettiin alkuvuodesta 2011 ja vastausaikaa oli useampi viikko. Vastauksia saatiin 91 vastausprosentin ollessa 27 %. Vastausten määrää voidaan pitää tulosten yleistettävyyden kannalta hyvänä.

Kyselyn tuloksena 88 % vastanneista metsänomistajista haluaa pitää tilansa jatkossa metsätalouksikäytössä. Ainoastaan 3 metsänomistajaa eli 3 % vastanneista oli kiinnostuneita ojitusalueensa ennallistamishankkeesta. Yhteenvedona kyselytutkimuksesta voitaneen todeta, että yksityisten metsänomistajien halukkuus soiden ennallistamiseen on ainakin Lounais-Suomessa hyvin vähäistä.

Metsänomistajien asenteet ojitusalueensa ennallistamiseen saattavat muuttua, kun ensimmäinen puusukupolvi on kasvatettu ja hakattu, ja edessä on uudistamiseen, ojituksiin ja myös tietyillä suotyypeillä lannoituksiin liittyvät investointitarpeet.

Hankkeessa tarkasteltiin myös soiden ennallistamiskehitystä kolmella suokohteella Länsi-Suomessa. Yhteenvedona tarkasteltujen soiden (Yläneen Mustarahka, Mynämäen Kämpinsaarensuo ja Virtain Haukkaneva) ennallistamisen tuloksesta voidaan todeta, että lyhyellä aikavälillä (7 - 10 vuotta ennallistamisesta) on saatu palautettua soille ekosysteemitason toiminnallisuutta, jossa pohjavesipinta on noussut lähelle luonnontilaista tasoa (lukuun ottamatta kuivinta kesäaikaa Mustarahkalla) ja suokasvillisuus rahkasammaliseen on palautunut.

Toisaalta ennallistamiseen liittyvä alkuperäisen suotyypin palautuminen on epäonnistunut alun perin saraisten kuvioiden kohdalla. Niillä tupasvillan dominoima kasvillisuus, joka on aiheuttanut myös suon rakenteellisen muutoksen, ja suursarajien vähäisyys poikkeavat radikaalisti alkuperäisen suotyypin kasvillisuudesta ja nevapintaisesta rakenteesta. Vaikka voimaperäiset ennallistamishakkuut tehtiin alkuperäisen puustokuvan palauttamiseksi, on sekä Yläneen Mustarahkalle että Mynämäen Kämpinsaarensuolle syntynyt täystiheä hieskoivikko, joka poikkeaa lähes täysin saranevan avoimesta tai sararämeen aukkoisesta, yleensä harvapuustoisesta luonnontilaisesta suosta. Avoimen maisemakuvan palautuminen on tärkeä useiden eliölajien, mm. tiettyjen suolintulajien ja perhosten menestymiselle.



Karulla rahkarämeellä kasvillisuusmuutokset ja puustokuvan muutokset ovat sekä ojituksen että ennallistamisen jälkeen olleet selvästi vähäisempiä, mutta rahkarämeelläkin on syntynyt ennallistamisen jälkeen runsaasti männyn taimia, jota tosin pienemmässä mittakaavassa tapahtuu luonnontilaisellakin karulla suolla kuivempina jaksoina.

Tarkastelluilla soilla käytettiin järeitä ja kustannuksiltaan kalliita ennallistamismenetelmiä. Yleisesti voidaan sanoa kunnostusojituksen ja vastaavasti ennallistamisessa tapahtuvan ojien tukkimisen ja patoamisen olevan kustannuksiltaan samaa suuruusluokkaa. Kämpinsaarensuolla toteutetulla avohakkuulla saatiin osa ennallistamiskustannuksista takaisin. Sen sijaan Mustarahkalla kantorahatulo jäi vähäiseksi puuston pienuuden takia, ja puuston raivaus ja kuljetuskustannukset nousivat korkeiksi. Vaikka tarkastelluissa kohteissa on kyseessä suhteellisen lyhyen aikavalin ennallistamistulos, voidaan ko. hankkeiden kustannustehokkuus asettaa kyseenalaiseksi. Onko järkevää sijoittaa näin paljon rahaa luonnontilan palauttamiseen ojitusalueella, jos tulos on näinkin epätydyttävä, kun ottaa huomioon vielä mahdolliset vesistöhaitat. Kustannustehokkuutta heikentää vielä se, että puustot olivat pääosin hyvässä kasvussa olevia nuoria kasvatusmetsiä.

Yleisesti ei ole kovinkaan paljon mietitty ennallistamisen kustannustehokkuutta eli saatuja tuloksia suon luonnontilaan palautumisen osalta suhteessa kustannuksiin ja syntyneisiin ympäristöhaittoihin. Lähtökohta on kuitenkin yleensä se, että täysin samanlaista suota kuin se, mitä alueella oli ennen kunnostusojitusta, ei ole mahdollista palauttaa (Vasander 1999, 2002).

Soiden ennallistamisen mielekkyydestä voidaan esittää erilaisia arvioita. Yleisesti hyväksytty näkemys on, että varsinkin kansallispuistoissa on perusteltua hävittää ojituksen jäljet tukkimalla ojat nopealla aikataululla jo pelkästään visuaalisista ja mielikuvallisista syistä. Sen sijaan mm. yksityismailla soiden ennallistaminen on perusteltua rajata sellaisiin suokuvioihin, jotka rajoittuvat suojelualueisiin ja joiden ennallistaminen on välttämätöntä suojelualueen hydrologian kannalta sekä harvinaisiin suotyyppeihin, joiden ojitus on alun perin teknisesti epäonnistunut ja niillä esiintyy suokasvillisuutta.



# 1 Johdanto

## 1.1 Metsäojitettujen soiden ennallistaminen

Suomen alkuperäisestä noin 10,7 miljoonasta hehtaarista luonnontilaista suota on noin 5,7 miljoonaa hehtaaria ojitettu metsätaloudellista käyttöä varten (Vasander 1998). On arvioitu, että noin 0,83 miljoonaa hehtaaria tästä metsäojitetusta alasta ei sovellu toisen puusukupolven kasvatukseen (Ehdotus soiden ja turvemaiden... 2011). Luonnontilainen suo voi puolestaan toimia hiiltä sitovana ekosysteeminä (Clymo 1984, Gorham 1991, Bubier ym. 2003), jolloin sillä on ilmaston lämpenemistä hillitsevä vaikutus. Luonnontilaisella suolla on myös oma merkityksensä Suomen luonnon monimuotoisuuden ja lajirikkauden ylläpitämisessä. Yksi vaihtoehto metsänkasvatukseen soveltumattomille metsäojitetuille soille onkin ennallistaminen.

Metsäojitettujen soiden ennallistamisen tavoitteena on palauttaa suo mahdollisimman luonnontilaisen kaltaiseksi (esim. Vasander & Tuittila 1996, Ennallistaminen suojelualueilla 2003). Aapala ym. (2008) tarkentavat, että ensisijaisena tavoitteena on palauttaa suon ekosysteemitason toiminnallisuus. Keskeistä on suon ekohydrologisten ominaisuuksien – suolle tulevan veden määrä ja laatu, vesien liikkuminen suolla, suovedenpinnan taso ja sen vuotuinen vaihtelu - palautuminen. Myös rahkasammalien ja muiden turpeen muodostujien elpyminen ja sitä kautta turpeen kertymisen käynnistyminen ja pintaturpeen ominaisuuksien palautuminen ovat keskeisiä toiminnallisia tavoitteita.

Ennallistamisen tavoitteena on myös soiden eliöyhteisöjen palautuminen rakenteeltaan (esim. lajikoostumus ja lajien runsaus) ja prosesseiltaan (esim. kasvillisuuden ja puuston sukkessio) luonnontilaisen kaltaiseksi. Tahvanaisen (2006) mukaan turpeen muodostumisessa suon pintakerroksen kehitys, sammalkasvusto ja sen vedenpidätyskyky on ratkaisevassa asemassa. Ennallistamisen onnistumisen kriteerinä voidaan pitää vettä pidättävän uuden pintaturpeen kehittymistä. Kun suoveden pinta asettuu uuden pintaturvekerroksen sisälle, voidaan suon vesitaloutta pitää luonnontilaisen kaltaisena (Tahvanainen 2006).

Ennallistamisen onnistumisesta tiedetään, että mitä pidempi aika ojituksesta on kulunut, sitä hitaammin suo palautuu alkuperäisen kaltaiseksi (Vasander ym. 2003). Aapalan ym. (2008) mukaan ennallistamisen tavoitteiden saavuttaminen voi kestää muutamista vuosista (esim. suovedenpinnan tason nousu), muutamiin kymmeneen



vuosiin (esim. kasvillisuus) tai jopa satoihin vuosiin (esim. puustorakenne ja -dynamiikka). On realistisesti todettu, että täysin samanlaista suota kuin, mitä alueella oli ennen metsäojitusta, ei ole mahdollista palauttaa (Vasander 1999, 2002). Esimerkiksi Aapala ym. (2008) toteavat useimpien ennallistamiskohteiden poikkeavan vielä 10 vuotta ennallistamisen jälkeenkin kasvillisuudeltaan sekä luonnontilaisesta että metsäojitetusta suosta. Ne ovat eräänlaisessa välitilassa.

Tahvanainen (2007) tarkastelee julkaisussaan noin kymmenen vuotta sitten ennallistettujen soiden kehitystä. Hän toteaa noin puolella kohteista vettymisen onnistuneen ainakin kohtalaisen hyvin, mutta kasvillisuuden poikkeavan yleisesti luonnontilaisista soista. Hän nimeää myös voimakkaan männyn taimettumisen ja hieskoivun vesomisen yleisiksi ongelmiksi tutkituilla kohteilla.

Ennallistamisen vaikutuksista kasvihuonekaasuihin on vähän tutkittua tietoa. Soille tyypillinen prosessi on hiilidioksidin sitoutuminen orgaanisena hiilenä turpeeseen. Maan hiilitase näyttäisi kääntyvän suhteellisen nopeasti ennallistamisen jälkeen positiiviseksi, mutta toistaiseksi asiasta on niukasti tutkimustietoa (Ehdotus soiden ja turvemaiden... 2011). Metaaniemissiot kasvavat vettämisen jälkeen, mutta ne jäävät ainakin ennallistamista seuraavina vuosina alhaisemmalle tasolle kuin vastaavilla luonnontilaisilla kasvupaikoilla (Laine ym. 2004).

Soiden ennallistamisella on havaittu olevan myös ei-toivottuja ympäristövaikutuksia mm. vesistökuormituksen osalta. Fosforin huuhtoutuminen ennallistetulta suolta saattaa olla suurempaa kuin metsäojitetulta suolta. Sallantauksen (2010) seurannoissa soiden ennallistaminen lisäsi voimakkaasti fosforihuuhtoutumia Seitsemisen karuilta soilta. Kaikkiaan fosforin ylimäärähuuhtouman määrä oli 1,5 – 3,6 kg/ha kuuden vuoden summana. Tämän jälkeen fosforipitoisuudet palasivat lähelle lähtötasoaan. Runsastyyppisillä korpisoilla on fosforihuuhtoumien lisäksi tavattu myös korkeita typpihuuhtoumia. Ennallistamisen seurauksena myös liukoista orgaanista ainesta lähtee liikkeelle. Ennallistetun alueen osuus valumavedet vastaanottavan ekosysteemin valuma-alueesta on tärkein tekijä, joka määrää vesistövaikutusten suuruutta.

Lisävaikuttavana tekijänä on niiden vesien osuus, jotka purkautuvat ennallistetun alueen kautta. Kohdistettaessa paljon toimenpiteitä suppealle valuma-alueelle on mahdollista, että joissakin tapauksissa suojelualueiden ennallistamisella voitaisiin väliaikaisesti merkityksellisesti heikentää Natura 2000 – verkostoon kuuluvan alueen niitä luontoarvoja, joiden perusteella alue on valittu verkostoon (Sallantaus



2010). Tietyissä tapauksissa suota ennallistamalla voidaan kuitenkin myös torjua tiettyjä vesistöhaittoja. Ennallistettu suo voi toimia pintavalutuskenttänä ja pidättää tehokkaasti kiintoainesta yläpuolisen alueen kunnostusojituksen yhteydessä (Salantaus ym. 1998).

Ennallistamisen vesistökuormituksen riskiä ei ehkä tiedosteta riittävästi ympäristöpuolella. Tätä kuvastaa Lounais-Suomen ympäristökeskuksen Lounais-Suomen metsäkeskukselle 2005 antama kielteinen lausunto noin 18 ha:n karuhkon ITR-rämeen kunnostusojitushankkeesta (Ympäristökeskus 2005). Ojitusvedet laskevat noin 1 km etäisyydellä sijaitsevaan Savojärveen, joka kuuluu Kurjenrahkan kansallispuistoon. Kuitenkin Metsähallitus ennallisti noin 80 ha Savojärveä ympäröivää suota voimaeräisesti vuosina 1997 - 98 (Metsähallitus 2006). Vesistöhaitat olivat ennallistamisessa todennäköisesti monikymmenkertaiset suhteessa toteutettuun kunnostusojitukseen.

## 1.2 Ennallistaminen ja sen ohjaukset Suomessa

Ennallistamistoimintaa on harjoitettu Suomessa vuodesta 1972 lähtien. Ensimmäisillä soiden ennallistamistoimilla pyrittiin oja patoamalla pelastamaan uhanalaisen taarnan (*Cladium mariscus*) kasvupaikka Joroisilla. Laajamittaisempaa soiden ennallistamista kokeiltiin 1980-luvun lopulla muun muassa Seitsemisen kansallispuistossa (Haapalehto ym. 2006). Metsähallitus teki vuonna 1993 päätöksen, jonka mukaan kaikki suojelualueiden ojitetut suot ennallistetaan, mikäli se on mahdollista ja taloudellista (Metsähallitus 1993). Valtion suojelualueilla onkin ennallistettu ojitettuja soita yhteensä noin 18 000 ha vuosina 1989 - 2010. Ennallistamatta on vielä noin 35 000 ha. Tästä alasta noin 5 000 ha ennallistetaan EU:n Life-rahoituksella toteutettavassa Suoverkosto Life-projektissa ja METSO-ohjelmassa vuosina 2010 - 2016. Jäljelle jäävästä alasta on Metsähallituksen arvioiden mukaan maanomistusolojen puolesta mahdollista, ekologisesti perusteltua ja kustannustehokasta ennallistaa 10 000 ha.

Tämän lisäksi suojelualueiden rajausten parannusten jälkeen suojelualueilla on vielä tarvetta ennallistaa noin 10 000 ha (Ehdotus soiden ja turvemaiden... 2011). Yksityismailla metsäojitettujen soiden ennallistamista on tehty huomattavasti vähemmän. Vuonna 2011 julkaistun suostrategian (Ehdotus soiden ja turvemaiden... 2011) mukaan yksityisillä suojelualueilla on vuoden 2010 loppuun mennessä ennallistettu Metsähallituksen toimesta noin 200 ha metsäojitettua suota. Jäljellä olevasta 5 000 ha alasta ovat Metsähallituksen luontopalvelut ja ELY-keskukset yksityisiä suojelualueita koskevissa yleissuunnitelmissaan arvioineet noin 2 200 ha olevan ennal-





listamisen tarpeessa. Näistä noin 350 ha ennallistetaan METSO-kauden aikana. Yksityisissä talousmetsissä on vuoden 2007 loppuun mennessä ennallistettu noin 200 ha metsäojitettua suota metsäkeskusten toimesta.

Suomen Nagoyassa 2010 allekirjoittama YK:n biodiversiteettisopimus velvoittaa osapuolia heikentyneiden luonnon alueiden ennallistamiseen. Tulevaisuus näyttää, missä määrin se tulee mahdollisesti muuttamaan ennallistamismäärien tavoitteita Suomenkin metsäojitusalueilla. Vuonna 2011 julkaistun suostrategian mukaan myös yksityismaiden talousmetsissä julkisella rahoituksella tapahtuvaa metsäojitettujen soiden ennallistamistoimintaa tulee lisätä. Toimintaa halutaan kohdistaa erityisesti suojelualueiden ympäristöihin ja uhanalaisten suoluontotyyppeihin sekä metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen tilaa parantaviin toimiin. Ehdotuksen mukaan toimintaan kaivataan Kemeran lisäksi lisää uusia rahoitusmuotoja ja selvitystä eri maanomistajaryhmien kiinnostuksesta ennallistamista kohtaan. (Ehdotus soiden ja turvemaiden... 2011)

Yksityismetsänomistajien halukkuutta metsäojitettujen soiden ennallistamiseen ei juurikaan ole selvitetty. Olennaista on saada ennallistamishankkeisiin hydrologisesti järkeviä kokonaisuuksia, tällöin ennallistumisella on parhaat mahdollisuudet onnistua. Kohteesta riippuen tämä tarkoittaa yleensä usean metsänomistajan osallistumista ennallistamishankkeeseen. Kallio ym. (2006) toteavat, että metsänomistuksen pirstoutuminen ja yhä pienenevät tilakoot vaikeuttavat myös metsäkokonaisuuksien hankintaa biodiversiteetin suojeluun. Horneen ym. (2004) valtakunnallisen kyselytutkimuksen tulosten mukaan myös metsänomistajien kiinnostus yhteistyöhön muiden metsänomistajien kanssa luonnonarvojen säilyttämisessä oli suhteellisen vähäistä.

Oman haasteensa tuo lisäksi se, että ennallistaminen muuttaa kohteen ekologisia piirteitä olennaisesti, metsänkasvatukseen palaaminen ei ennallistamisen jälkeen liene enää todennäköistä. Tämän takia ennallistettavat suokohteet sopinevat huonosti määräaikaiseen suojeluun, joka Horneen ym. (2006) mukaan olisi ainakin Satakunnan alueen metsänomistajille mieluisin suojeluvaihtoehto.

### **1.3 Ennallistaminen Lounais-Suomessa ja luonnonhoitohankkeen tavoitteiden asettelu**

Lounais-Suomen (Varsinais-Suomi ja Satakunta) soista on ojitettu n. 75 %. Jäljellä olevista luonnontilaisista soista peräti 70 % on ravinteisuusluokaltaan karuja rah-



kaisia – tupasvillaisia – isovarpuisia soita. Noin 15 % on suursaraisia – piensaraisia ja noin 15 % ruohoisia – lettoisia soita. Tämän perusteella esitettiin Lounais-Suomen metsäojitettujen soiden osalta linjaus, jossa todettiin nykykriteerien mukaisesti kunnostusojituskelvottomiksi katsottujen soiden (noin 6 - 7 % suoalasta) ennallistaminen perustelluksi vain tapauksissa, jossa ne rajoittuvat valtakunnallisiin suojelusoihin. Sen sijaan metsäojitettujen, suhteellisen harvinaisten ruohoisten soiden ja lettojen ennallistaminen katsottiin perustelluksi ja mahdolliseksi toimenpiteeksi tapauksissa, joissa niiden ojitus on teknisesti epäonnistunut ja suokasvillisuus on edelleen vallitsevana (Silver 1997). Metsähallitus on Lounais-Suomen suojelualueilla ennallistanut soita systemaattisesti, erottelematta suotyyppejä.

Suojelualueiden rajauksiin ei ole aina voitu sisällyttää koko suoaluetta. Usein suojelualueiden ulkopuolelle jääneet suon osat ovat ojitettuja. Ojitus muuttaa vesien virtauksia, jolloin myös suojelualueiden ulkopuoliset ojitukset voivat heikentää suojelualueiden soiden tilaa tai estää ekologisesti tarkoituksenmukaisen ennallistamisen suojelualueilla. Ongelman laajuuden arvioimiseksi tarvitaan valtakunnallinen selvitys (Ehdotus soiden ja turvemaiden... 2011).

Sama ongelma tulee vastaan metsälain 10 §:n perusteella suojelluilla soilla. Lounais-Suomen metsälakisoista 41 % on osana itse kohdetta laajempaa hydrologista suokokonaisuutta (Silver ym. 2008). Yksityismaiden luonnonhoitohankkeina toteutetuilla ennallistamiskohteilla ei myöskään ole systemaattista vaikutusten seurantaa eikä yksityisten metsänomistajien ennallistamishalukkuudesta ole tietoa (Ehdotus soiden ja turvemaiden... 2011).

Tämän hankkeen tarkoituksena on selvittää metsänomistajien asenteita suojelualueisiin rajoittuvien, metsäojitettujen soiden ennallistamista kohtaan. Lisäksi selvitetään Metsäkeskus Lounais-Suomen vuonna 2000 luonnonhoitohankevaroin ennallistaman Pöytyän, Mustarahkan suon ennallistamisen onnistuminen vesitalouden, kasvillisuuden ja puuston osalta noin 9 - 10 vuotta ennallistamisen jälkeen. Samoin selvitetään Metsähallituksen ennallistaman Mynämäen, Kämpinsaarensuon sara-nevan kehitystä 6 - 7 vuotta ennallistamisesta sekä selvitetään myös Metsähallituksen 2009- 2010 ennallistaman Virtain Haukkanevan kasvillisuuskehitystä kolmen vuoden ajalta Metsäntutkimuslaitoksen perustamalla koekentällä. Lopuksi arvioidaan yleisesti ennallistamisen perusteita saatujen tulosten ja kustannustehokkuuden näkökulmasta.



## 2 Aineisto

Lounais-Suomen metsäkeskuksen toimialueella (Varsinais-Suomi ja Satakunta) tehtiin yksityisille metsänomistajille kyselytutkimus, jossa selvitettiin heidän tavoitteitaan ojitusalueensa käytön suhteen. Kysely kohdistettiin niille ojitusaluetta omistaville tiloille, jotka rajoittuvat valtakunnalliseen suojelualueeseen, jotka olivat pääosin Natura-2000 ohjelmaan sisältyviä soidensuojelualueita. Mukana olivat myös luonnonpuistoihin ym. valtakunnallisiin suojelualueisiin rajoittuvat tilat. Kyselyssä selvitettiin aiemmat kunnostusojitukset, halukkuus jatkaa metsätaloutta ojitusalueellaan, yleensä halukkuus metsätaloustoimenpiteisiin jatkossa ja ojitusalueen ennallistamis- halukkuus. Kysely lähetettiin 343 yksityiselle metsänomistajalle.

Lisäksi hankkeessa tarkasteltiin soiden ennallistamiskehitystä kolmella ennallistamiskohteella: Pöytyän Mustarahkalla, Mynämäen Kämpinsaarensuolla ja Virtain Haukkanevalla.

Pöytyän Mustarahka uudisojitettiin 1987. Kyseessä on melko tyypillinen lounais-suomalainen paksuturpeinen (turvetta yli 1 m) kohosuo, jonka reunat olivat alun perin varsinaisia saranevoja tai sararämeitä (VSN – VSR). Suo vaihettui keskustaa kohti tupasvillasararämeen (TSR) ja lyhytkortisen rämeen (LkR) kautta keskustan ombrotrofiseksi rahkarämeeksi (RR). Isovarpuinen tupasvillaräme (ITR) sijaitsi eräänlaisessa suolahdekkeessa.

Osa Mustarahkasta (7,8 ha) ennallistettiin Lounais-Suomen metsäkeskuksen toimesta vuonna 2000. Tämä osa muodosti oman valuma-alueensa yhdessä luonnontilaisen ojitamattoman osan kanssa. Mustarahka hakattiin talvella 1999 – 2000 tavoitteena poistaa kaikki ojituksen jälkeen syntynyt puusto. Korjuukustannukset muodostuivat korkeaksi, koska ainespuukertymä oli vähistä ja riukuvaiheen puustoa piti kuitenkin poistaa runsaasti. Ennallistaminen toteutettiin kaivukoneella kesällä 2000. Ojat tukittiin katkonaisesti käyttäen ns. tikapuumenetelmää, jossa pyritään siihen, että ojamaat riittävät nostamaan täytetyn ojapätkän suon yläpuolelle levittäen ojamaita myös sivulle muutamia metrejä. Ojaa ei täytetty muulla kuin ojamailla ts. ojan sivusta ei otettu lisämaata.

Mustarahkalla selvitettiin 9 - 10 vuotta vanhan ennallistamisen onnistumista mitaamalla pohjavesitasoa, puustotunnuksia ja kasvillisuuden peittävyttä. Suolle sijoitettiin 2009 pistemäinen koealaverkosto pohjavesiputkista. Koealalinjoille sijoitettiin



systemaattisesti pohjavesiputkia siten, että putket olivat ojan reunassa, 4 m ojasta ja 15 m ojasta, mikä merkitsi suunnilleen keskisarkaa. Saraiselle reunaojalle koealalinjat sijoitettiin pääsääntöisesti 30 m välein kohtisuoraan ojaa vastaan. Rahkarämeelle tehtiin yksi pitkä koealalinja ja isovarpuiselle tupasvillarämeelle kolme koealalinjaa 5 m välein.

Pohjavesimittauksia tehtiin 2009 - 2011. Pohjaveden mittausta varten määritettiin lähtötasoksi tasapinta. Tasapinnan määrittelemisen varsinkin ennallistetulla suolla on haastavaa, ja muodostaa virhelähteen tuloksissa. Puustomittaukset (runkoluku, keskipituus) tehtiin 2010 käyttäen ympyräkiealan (säde 2,52 m) keskipisteenä pohjavesiputkea. Kasvillisuuden peittävyys arvioitiin 0,5 m<sup>2</sup> kokoisilta näytealoilta, jonka keskipisteenä olivat koepisteet (pohjavesiputket) samoin 2010. Mikäli koepisteestä 1 m etäisyydellä oli koivu, mitattiin sen juurenniskan etäisyys tasapinnasta (0-taso) käyttäen apuna vatupassia.

Rahkasammalen kasvu mitattiin syyskesästä 2011 käyttäen vertailutasona pohjavesiputkea, joka oli 2009 syksyllä asetettu 10 cm etäisyydelle tasapinnasta. Rahkasammalen kasvun mittaustulos kuvaa näin ollen kahden kasvukauden kasvua. Tällöin oli kulunut kaksi kasvukautta pohjavesiputkien asettamisesta. Mustarahkan kasvillisuuden peittävyys arvioitiin kaikilta ennallistetuilta VSN-VSR -koealoilta (21 kpl) ja samoin kaikilta luonnontilaisilta VSN-VSR (3 kpl) ja RR (3 kpl) koealoilta. Lopuilta suotyypeiltä kasvillisuuden peittävyys arvioitiin otannalla valituista koealoista, LkR-TSR 3 kpl, ITR 3 kpl ja RR 5 kpl.

Mynämäen Kämpinsaarensuo uudisojitettiin 1968 ja mätästettiin ja istutettiin männyllä samassa yhteydessä. Mätästysojat kaivettiin noin 15 m välein. Suo myös lannoitettiin PK:lla 1981. Tarkasteltu ennallistamisalue (noin 7 ha) oli alun perin osa kohosuon leveää, minerotrofista laidetta, jonka suotyyppi oli paksuturpeinen (turvetta yli 1 m) varsinainen - ruohoinen saraneva (VSN - RhSN).

Kämpinsaarensuo ennallistettiin metsähallituksen toimesta 2004. Paikalla kasvoi nuoren kasvatusmetsän männikkö, jossa oli sekapuuna harvakseltaan järeää koivua ja myös koivualikasvosta. Alue avohakattiin ja raivattiin puuttomaksi ennallistamisen yhteydessä. Ojat tukittiin kokonaan ottamalla ojamaiden lisäksi täytettä ojiin myös systemaattisesti sivusta niin pitkältä, kuin kauha yletti.

Kämpinsaarensuolle sijoitettiin 16 pohjavesiputken verkosto kesällä 2010 selvittämään alustavasti koekentän eri osien pohjavesisyvyyksiä. Varsinainen koealaver-



kosto perustettiin keväällä 2011. Kämpinsaarensuolla selvitettiin näin ollen noin 7 vuotta vanhan ennallistamisen onnistumista. Ennallistetulle alueelle sijoitettiin 5 koealalinjaa kohtisuoraan reunaojasta suon keskustaa kohti. Koealalinjojen etäisyys vaihteli noin 20 - 30 m välillä. Kullekin koealalinjalle perustettiin 8 koealaa, joiden kooksi rajattiin 10x10 m. Koealojen väliin jätettiin 10 m vaippa. Koealojen kokonaismäärä oli 40 kpl. Jokainen koeala jaettiin kahdeksi 5x10 m kokoiseksi osakoealaksi ja jokaisen osakoealan keskelle asetettiin kaksi pohjavesiputkea.

Kämpinsaarensuon mittaukset (pl. vesominen) tehtiin 2011 samalla periaatteella kuin Mustarahkalla. Mustarahkasta poiketen puusto (runkoluku, keskipituus) mitattiin koko koealalta. Rahkasammalennakasvu vastaa vain yhden kasvukauden kasvua (2011) poiketen näin Mustarahkan kahden vuoden mittaustuloksesta. Kasvillisuuden peittävyys arvioitiin 36 osakoealalta, mikä vastaa noin puolta osakoealoista.

Kämpinsaarensuolla raivattiin 2011 syyskesällä 2/3 koealoista (26 kpl) avoimeksi tarkoituksena selvittää jatkossa vesomisen määrää. Vuosi raivauksesta eli elokuussa 2012 mitattiin vesasyntyisten taimien määrä. Koska taimia oli yleensä runsaasti vesoneessa kannossa ja niiden laskeminen yksittäin ryhmässä oli hyvin työlästä, laskettiin tässä tarkastelussa vain vesaryhmien määrä.

Metsähallituksen 2009-2010 ennallistamalle Virtain Haukkanevalle perustettiin Metsäntutkimuslaitoksen ennallistamiskoe 2010 tarkoituksena seurata kasvillisuus- ja puustokehitystä sekä pohjaveden pinnan tasoa. Pohjavesi- ja kasvillisuusmittaukset tehtiin 2010 ennen ennallistamisen kaivutöitä hakkuun jälkeen sekä 2 ja 3 vuoden kuluttua ennallistamisesta. Koekenttä on ennen uudisojitusta ollut pääosin sararämettä ja ennallistettaessa Ptkg II - Mtkg II.

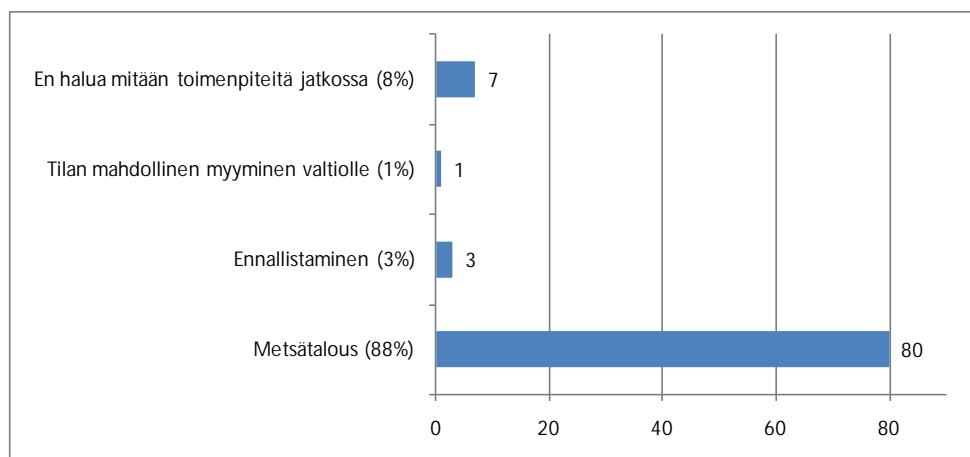


## 3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 3.1 Metsänomistajakysely

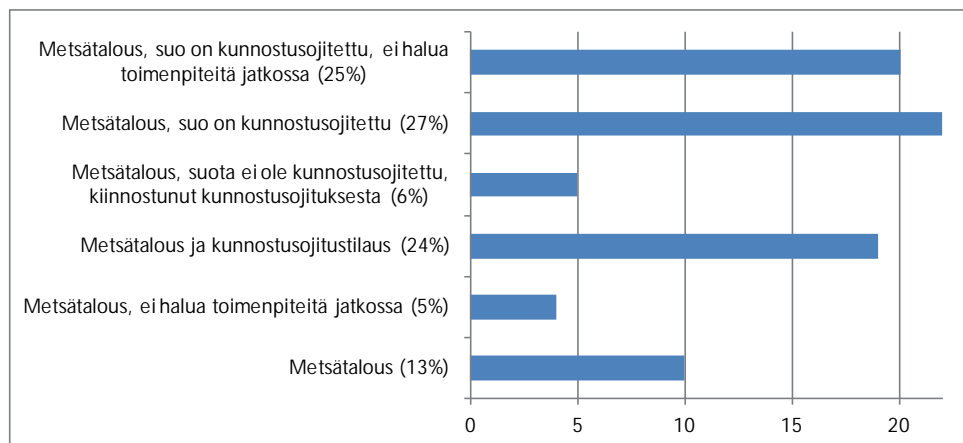
Metsänomistajille suunnattiin kysely suojelualueisiin rajoittuvien ojitettua suomet-sää kasvavien tilojen käytöstä. Kysely lähetettiin 343 metsänomistajalle. Metsätilat sijaitsivat Lounais-Suomen metsäkeskuksen alueella (Varsinais-Suomi ja Satakunta). Kysely lähetettiin alkuvuodesta 2011 ja vastausaikaa oli useampi viikko. Vastauksia saatiin 91 vastausprosentin ollessa 27 %. Vastausten määrää voidaan pitää tulosten yleistettävyyden kannalta hyvänä.

Kyselyn tuloksena 88 % vastanneista metsänomistajista haluaa pitää tilansa jatkossa metsätalouksikäytössä. Ainoastaan 3 metsänomistajaa eli 3 % vastanneista oli kiinnostuneita ojitusalueensa ennallistamishankkeesta. Myönteisesti ennallistamiseen suhtautuvista metsänomistajista vain yksi metsänomistaja halusi ennallistaa koko suojelualueeseen rajoittuvan ojitusalueensa heti. Lopuista kahdesta myönteisesti ennallistamiseen suhtautuvasta metsänomistajasta toinen halusi ennallistaa ojitusalueensa vain osittain ja toinen vasta sitten, kun ensimmäinen puusukupolvi on kasvatettu. Lisäksi yksi metsänomistaja oli kiinnostunut tilan myymisestä valtiolle. Vastanneista 8 % ei halunnut tilalleen minkäänlaisia toimenpiteitä jatkossa (kuva 1).



**Kuva 1.** Metsänomistajien vastausten jakaantuminen metsätilan eri käyttömuotojen kesken.





**Kuva 2.** Metsätalouden käyttömuodoksi valinneiden metsänomistajien metsätilan käyttötavoitteet jatkossa.

Suuri osa metsänomistajista oli jo toteuttanut kunnostusojituksen tilallaan. Metsänomistajilla, jotka ilmoittivat pitävänsä tilansa metsätalouksikäytössä, 52 % tiloista oli jo toteutettu kunnostusojitus (kuva 2). Näistä noin puolet ei halunnut tilalleen jatkossa toimenpiteitä. Lisäksi 30 % metsätalouksikäytön valinneista tiloista joko tilattiin kunnostusojitus (19 tilaa) tai ne olivat kiinnostuneita kunnostusojituksesta (5 tilaa). Niillä metsätalouksikäytössä pidettävillä tiloilla, joilla ei oltu toteutettu kunnostusojitusta, 5 % ei haluttu mitään toimenpiteitä jatkossa.

Kyselyn tulosten perusteella vain pieni osa yksityisistä metsänomistajista oli kiinnostunut muista käyttömuodoista kuin metsätaloudesta. Pieni, mutta kiinnostava ryhmä ovat ne metsänomistajat, jotka vastasivat, etteivät halua tilalleen jatkossa minkäänlaisia toimenpiteitä. Tämän kyselyn perusteella on vaikea tulkita heidän tarkoituseriään. Yksi vaihtoehto tulkinnalle voi olla esimerkiksi se, että päätös metsätilan jatkokäytöstä halutaan jättää seuraavalle sukupolvelle.

Yhteenvetona kyselytutkimuksesta voitaneen todeta, että yksityisten metsänomistajien halukkuus soiden ennallistamiseen on ainakin Lounais-Suomessa hyvin vähäistä. Metsänomistajien suhtautumisesta soiden ennallistamiseen ei ole aiempaa tutkimustietoa, ainoastaan jotain arvioita. Nivala (2006) arvioi Pohjois-Pohjanmaan tilannetta siten, että valtaosa metsänomistajista suhtautuu periaatteessa myönteisesti soiden ennallistamiseen, mutta ennallistamiskohteen koskiessa omaa tilaa, asenne muuttuu varovaiseksi.

Yksityisten metsänomistajien haluttomuus ojitusalueensa ennallistamiseen on ymmärrettävää, kun muistetaan, että ojitusalueet ovat yleisesti Lounais-Suomessa puustoisia, usein parhaassa arvokasvun vaiheessa olevia metsiä, joihin on vuosikymmenten aikana valtion tuella investoitu ojitukseen ja lannoitukseen. Ojitusalueeseen investoidut kustannukset koetaan järkeväksi hyödyntää kasvattamalla puustot kier-toajan loppuun, jolloin suometsästä saadaan täysimääräinen rahallinen hyöty. Osalla metsänomistajista ennallistamishaluttomuuteen liittyy myös epäoikeudenmukaiseksi koettu Natura-2000 valmistelu, jossa tehdyt suojelualueiden laajennukset koettiin useiden metsänomistajien kohdalla tilan perusteettomaksi pakkosuojeluksi. Tästä kertovat myös muutamat kyselytutkimuksen vastauksiin liitetyt voimakkaasti suojelua vastustavat kommentit.

Metsänomistajien asenteet ojitusalueensa ennallistamiseen saattavat muuttua, kun ensimmäinen puusukupolvi on kasvatettu ja hakattu ja edessä on uudistamiseen, ojitukseen ja myös tietyillä suotyypeillä lannoitukseen liittyvät investointitarpeet. Nyt n. 80 % ojitusaluepuustoista Lounais-Suomessa on nuoria ja varttuneita kasvatusmetsiä, jotka kehittyvät noin 10 – 50 vuoden kuluessa uudistuskypsiksi metsiksi. Tällöin suhtautuminen ojitusalueen ennallistamiseen saattaa monella metsänomistajalla olla erilainen kuin tällä hetkellä.

## 3.2 Ennallistamisen onnistuminen

### 3.2.1 Pohjavedenpinnan taso

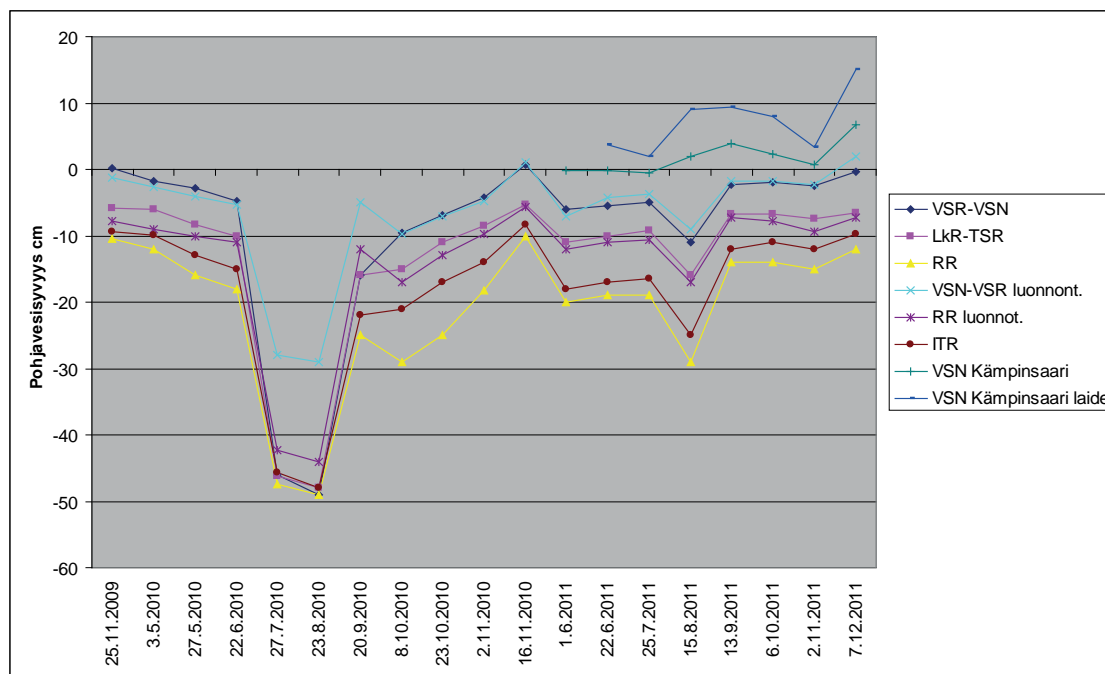
Pohjavesipinnan syvyydet Mustarahkan ja Kämpinsaarensuon ennallistetuilla soilla on esitetty kuvassa 3 ja taulukossa 1.

Mustarahkalla on nähtävissä suuri pohjavedenpinnan tason vaihtelu eri vuosina ja myös saman vuoden aikana riippuen sademäärästä. Tarkasteltaessa vuoden 2011 keskimääräisiä pohjavedenpinnan tasoja *saraisilla* soilla (kuva 3 ja taulukko 1), havaitaan ennallistettujen alojen tason asettuneen yleisesti suunnilleen samalle tasolle verrattaessa arvoja Lakkasuon luonnontilaisiin saranevoihin ja sararämeisiin. Poikkeuksena tästä, kuivana kesänä 2010 Mustarahkan ennallistetun VSR – VSN osan pohjavedenpinnan taso laski keskikesällä todella alas, noin -50 cm pohjavesitasolle.

Mustarahkalla vertailuna olevalla luonnontilaisella VSN – VSR linjalla pohjavedenpinnan taso laski tuolloin alimmillaan tasolle -28 cm, kun se koko muun tarkastelu-







**Kuva 3.** Pohjavedenpinnan taso ja sen vaihtelu suotyypeittäin Mustarahkalla loppuvuodesta 2009 vuoden 2011 loppuun. Samoin pohjavedenpinnan taso Kämpinsaarensuolla 2011 (merkinnällä Kämpinsaari). Plusmerkkinen lukema merkitsee pohjavedenpinnan tason nousua tasapinnan yläpuolelle.

**Taulukko 1.** Keskimääräiset pohjavedenpinnan tasot 2010 ja 2011 Mustarahkalla ja 2011 Kämpinsaarensuolla. Vertailuna Lakkasuo keskimääräisiä pohjavedenpinnan tasoja samoilla suotyypeillä eri vuosien keskiarvona (Laine ym. 2002).

	Pohjavesisyvyys, cm	
	2010	2011
Kämpinsaari ennallistettu VSN		1,8
Kämpinsaari ennallistettu VSN		7,2
Mustarahka ennallistettu VSR -VSN	-14,1	-4,3
Mustarahka luonnontilainen VSN -VSR	-9,4	-3,5
Lakkasuo vertailu luonnontilainen VSN	-2	-2
Lakkasuo vertailu luonnontilainen VSR	-10	-10

jakson noudatteli lähes täysin ennallistetun suon tasoa. Luonnontilaisen ja ennallistetun suon valuma-alue on samankaltainen, joten pääasiallisena syynä poikkeamaan lieneekin käytetty ennallistamismenetelmä, jossa ojat tukittiin katkonaisesti. Kuivaan aikaan olikin nähtävissä jaksottaisesti kuivuneet ojat täytettyjen ojaosuuksien välissä. Sateisempänä aikana ne olivat vettä täynnä olevia rahkasammalpintoja.

Vertailuksi Mustarahkan 2010 kuivimman ajan pohjavesilukemiin oli Kämpinsaarensuolle asetettu pohjavedenpinnan tason määrittämistä varten koekentän eri osiin tasaisesti 16 koealapisteen pohjavesiseuranta (ei kuvassa 3). Tällöin kuivimpaan kesäaikaan (4.8.2010) Kämpinsaarensuon pohjavedenpinnan keskisyvyys oli -11 cm (vaihteluväli -3 – -16 cm), kun se Mustarahkan ennallistetulla osalla oli noin -50 cm eli pohjavedenpinnan tasojen ero oli lähes 40 cm. Sen sijaan sateisempänä kesänä 2011 ero oli yleisesti vain noin 5 cm luokkaa. Tällöinkin pohjavesitasojen ero oli suurimmillaan kuivimpaan kesäaikaan, noin 10 cm. Tulos antaa viitteitä siitä, että ojien koko täyttö pitää varsinkin kuivina jaksoina ennallistamisalueen vettyneempänä kuin niin sanotulla tikapuumenetelmällä tehty ojien täyttö. Osaltaan kyseessä olevaa eroa saattaa selittää myös se, että Kämpinsaarensuon kautta virtaa selvästi suurempia vesimääriä kuin Mustarahkalla.

Mielenkiintoista oli Kämpinsaarensuon kapean (10 – 15 m) lähes puuttoman, pullosaravaltaisen laitteen (etusivun kuva) ja suon keskustan pohjavedenpinnan tasojen ero, joka oli noin 5 – 10 cm. Näyttää siltä, että tarvitaan hyvin korkea pohjavedenpinnan taso, jotta luonnontilaiselta saranevalta näyttävä suoekosysteemi saadaan palautettua ennallistetulle suolle. Kuvasta 3 havaitaan myös, että ero laitteen ja keskustasuon pohjavedenpinnan tasossa lisääntyy jyrkästi sateisuuden kasvaessa ja pohjavedenpinnan noustessa.

Tarkasteltaessa Mustarahkalla pohjavedenpintojen eroja eri suotyypeillä, havaitaan selvä ero (noin 10 – 20 cm) kuivemman ombrotrofisen keskustan rahkarämeen (RR) ja vetisemmän saraisen (VSR-VSN) laitteen välillä. Luonnontilaisen rahkarämeen (RR) pohjavedenpinnan taso oli koko tarkastelujakson noin 5 – 10 cm alempana kuin ennallistetulla rahkarämeellä (RR). Suolahdekkeessa kankaan reunassa sijaitsevan isovarpuisen tupasvillarämeen (ITR) kohtalaisen syvällä olevaa pohjavedenpinnan tasoa selittää pääosin tiheä puusto. Puuston määrä oli 60 m<sup>3</sup>/ha eikä sitä hakattu ennallistamisen yhteydessä.

Yhteenvedon voidaan sanoa Mustarahkalla pohjavedenpinnan tason palautuneen ennallistamisen seurauksena lähelle luonnontilaista tasoa lukuun ottamatta tilan-



netta, jolloin kesä on vähäsateinen ja kuiva. Sen sijaan Kämpinsaarensuolla pohjavedenpinnan taso näyttäisi pysyvän lähempänä luonnontilaista myös kuivina kesinä. Vertailtaessa ennallistettujen soiden pohjavedenpinnan tasoja ojitettujen soiden tasoihin todettakoon, että pohjavedenpinnan taso vaihtelee ojitusalueilla keskimäärin noin -20 - -70 cm välillä riippuen mm. puuston määrästä ja ojasyvyydestä (mm. Sarkkola ym. 2010).

### 3.2.2 Kasvillisuus

Seuraavassa esitetään kasvillisuuden peittävyys erikseen Mustarahkalla, Kämpinsaarensuolla ja Haukkanevalla.

#### **Mustarahka**

Mustarahkan alunperin sarainen (VSN-VSR) kuvio oli ennallistamisen tapahtuessa vuonna 2000 osin muuttumavaiheessa ja osin puolukkaturvekangasta (Ptkg). Tarkempaa kasvillisuusanalyysiä ei tuolloin tehty. Mustarahkan kasvillisuus arviointihetkellä 2010 on esitetty taulukossa 2.

Nyt vallitsevina kasvilajeina olivat tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*) ja rämerahka - ja sararahkasammal (*Sp. recurvum*). Tupasvillan peittävyys oli 37,5 % (vaihteluväli 0 - 97 %). Sitä esiintyi 90,5 % näytealoista. *Sp. recurvum*in peittävyys oli 40,7 %, esiintyen 95,2 % näytealoista. Punarahkasammalen (*Sp. magellanicum*) peittävyys oli 3,5 %. Rahkasammalten yhteenlaskettu peittävyys oli 44,2 %.

Suursaraisuutta indikoivien pullosaran (*Carex rostrata*) peittävyys oli 3,9 %, jousisaran (*Carex lasiocarpa*) 2,1 %. Näitä suursaroja esiintyi 66,7 %:lla näytealoista painotuen ojien varteen.

Korpikarhunsammalen (*Polytrichum commune*) peittävyys oli 6,3 %, 38 %:lla näytealoista. Karhunsammal on mielenkiintoinen laji ajatellen suon ennallistumiskehitystä. Karhunsammal ilmentää poikkeavia kuivatusoloja ja karhunsammalmuutumat ovat useimmiten rimpisten soiden puuttomia muuttumistuloksia (Heikurainen 1980). Sitä voitaneenkin pitää jonkinlaisena suon ennallistumiskehityksen välivaiheen indikaattorina.



**Taulukko 2.** Kasvillisuuden keskimääräinen peittävyys suotyypeittäin Mustarahkalla 2010, kun ennallistamisesta oli kulunut 9 – 10 vuotta.

Kasvilajit	VSN - VSR		RR		ITR	
	peitto-%	esiintymis- tiheys-%	peitto-%	esiintymis- tiheys-%	peitto-%	esiintymis- tiheys-%
Eriophorum vaginatum	37,5	90,5	6,2	60,0	1,7	66,7
Carex rostrata	3,9	47,6				
Carex lasiocarpa	2,1	33,3				
Sphagnum recurvum	40,7	95,2	20,0	60,0	2,3	66,7
Sphagnum rubellum			7,0	40,0		
Sphagnum fuscum			1,8	60,0		
Sphagnum magellanicum	3,5	33,3				
Polytrichum commune	6,3	38,1				
Polytrichum strictum	+	23,8	2,8	80,0		
Pleurozium schreberi	+	19,0	4,0	80,0	21,3	100,0
Dicranum majus			+	40,0	3,0	100,0
Aulacomnium palustre	+	14,3				
Ledum palustre	2,7	14,3	1,4	40,0	43,3	100,0
Empetrum nigrum	+	14,3	6,8	100,0	+	33,3
Calluna vulgaris	+	9,5	42,4	00,0		
Vaccinium uliginosum	1,4	9,5			8,7	100,0
Vaccinium oxycoccus	+	52,4	1,6	40,0	+	33,3
Vaccinium vitis-idae			1,2	60,0		
Andromeda polifolia	+	19,0	1,2	60,0		
Rubus chamaemorus	+	14,3	2,1	80,0	4,3	100,00
Cladonia arbuscula			+	20,0		
Cladonia coccifera			+	20,0		
Betula pubescens	+	33,3				
Pinus silvestris			+	20,0		
Karrike	3,5	23,8	9,8	80,0	25,0	100,0

Turvekangasvaiheen kasveista esiintyi vain seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*), jonka peittävyys oli 0,1 % esiintyen 19,0 %:lla näytealoista.

Rahkarämeellä (RR) ja isovarpuisella tupasvillarämeellä (ITR) ennallistamisen jälkeiset kasvillisuusmuutokset olivat luonnontilaisiin ja ojitettuihin vastaaviin kasvupaikoihin verrattaessa melko vähäisiä. Silmiinpistävää oli rahkarämeellä (RR) kanervan (*Calluna vulgaris*) runsaus, jonka peittävyys oli 42,4 %. Variksenmarjan peittävyys oli 6,8 % ja rahkasammalten 28,8 %.

Isovarpuisella tupasvillarämeellä vallitsevana lajina olivat rämevarvut. Suopursun (*Ledum palustre*), jonka peittävyys oli 43,3 % ja juolukan (*Vaccinium uliginosum*) 8,7 %. Muurainta (*Rubus chamaemorus*) oli myös tasaisesti kuviolla, peittävyyden ollessa 4,3 % ja se marjoi molempina tarkastelukessinä runsaasti. Rahkasammalten kokonaispeittävyys oli vain 2,3 % kun taas seinäsammalten (*Pleurozium schreberi*) peittävyys oli 21,3 %. Rahkasammalten niukkuus ja seinäsammalten runsaus antavat viitteitä siitä, että puustohaihdunta pitää kuviota kuivempänä kuin se olisi luonnontilassa. Tosin on muistettava, että seinäsammal kuuluu myös luonnontilaisten isovarpurämeiden (IR) lajistoon (Laine ja Vasander 2005).

Mustarahka ennallistettiin niin sanotulla tikapuumenetelmällä (kuva 4). Ojien ja niiden välittömän lähiympäristön kasvillisuus muuttui siirryttäessä saran keskustaa kohti. Alun perin saraisen (VSR - VSN) reunan ojissa oli paikoin peittävästi pullosaaraa (*Carex rostrata*) ja myös rahkasammalet, mm. haprarahkasammal (*Sp. riparium*), olivat paikoin täyttäneet ojat. Ojien kohdalla kasvillisuus muistuttikin luonnontilasta saranevaa. Keskustan rahkarämeellä oli ojissa runsaasti mm. kuljurahkasammalta (*Sp. cuspidatumia*). Samansuuntaisia tuloksia on Tahvanaisella (2006) ennallistamisen vaikutuksista kasvillisuuteen. Hänen tutkimissaan kohteissa 70 % ojat olivat jo täysin kasvillisuuden peitossa. Tällöinkin ojat olivat lähes aina erilaisia kuin sarat, turve upottavampaa ja kasvillisuus poikkeavaa.





**Kuva 4.** Tikapuumenetelmälle ennallistetun Mustarahkan koivuttunut, alun perin vähäpuustoinen sarainen laide. Ojassa haprarahkasammalta (*Sp. riparium*) ja pullosaraa (*Carex rostrata*). Muutoin saralla tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*) vallitseva. Kuva: Timo Silver.



### Kämpinsaarensuo

Kämpinsaarensuo oli luonnontilassa avoin saraneva (VSN – RhSN). Ojituksen seurauksena se kehittyi puolukkaturvekankaaksi, paikoin jopa mustikkaturvekankaaksi, mitä indikoi mittaushetkellä 2011 laikuittain esiintyneen metsäalvejuuren (*Dryopteris carthusiana*) runsaus. Kämpinsaarensuon kasvillisuus mittaushetkellä 2011 on esitetty taulukossa 3. Kämpinsaarensuon lajiston muutos on ollut samansuuntainen Mustarahkan kanssa. Tupasvillan peittävyys oli peräti 84 % ja sitä esiintyi jokaisella

**Taulukko 3.** Kasvillisuuden keskimääräinen peittävyys ja esiintymistiheys %:a näytealoista Kämpinsaarensuon saranevalla 2011, kun ennallistamisesta oli kulunut 6-7 vuotta.

Kasvilajit	peitto-%	esiintymistiheys-%
<i>Eriophorum vaginatum</i>	84,0	100,0
<i>Carex rostrata</i>	+	8,3
<i>Sphagnum recurvum</i>	3,6	55,6
<i>Sphagnum riparium</i>	5,2	47,2
<i>Sphagnum magellanicum</i>	5,0	52,8
<i>Sphagnum papillosum</i>	+	16,7
<i>Sphagnum russowii</i>	+	5,6
<i>Polytrichum commune</i>	+	8,3
<i>Polytrichum strictum</i>	+	30,6
<i>Pleurozium schreberi</i>	+	8,3
<i>Dicranum majus</i>	+	5,6
<i>Vaccinium vitis-idae</i>	+	2,8
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	2,8
<i>Andromeda polifolia</i>	+	2,8
<i>Rubus chamaemorus</i>	+	11,1
<i>Trientalis europae</i>	+	16,7
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	13,9
<i>Betula pubescens</i>	+	2,8
Muu kasvilaji	+	16,7
Karike	+	8,3



näytealalla (vaihteluväli 40 – 99 %). Rahkasammalten (yleisimpinä *Sp. recurvum* ja *Sp. riparium*) peittävyys oli 14 % ja rahkasammalia esiintyi 83,3 %:lla näytealoista. Tupasvillan ja rahkasammalten yhteenlaskettu peittävyys oli peräti 98 %. Suursaroista esiintyi vain pullosaraa (*Carex rostrata*), jonka peittävyys oli vain 0,2 % (lähellä laidetta) esiintyen 8,3 %:lla näytealoista. Kapealla (10 – 15 m) tulvaisella laiteella, jolla ei ollut varsinaisia koealoja (vain 4 pohjaveden mittauspistettä) *Carex rostratan* peittävyys oli noin 80 %.

Turvekangasta indikoivien lajien kokonaispeittävyys oli vain 0,5 %. Jäänteena ojituksesta esiintyi jokin turvekangaslaji 30,6 % näytealoista. Lajit olivat: seinäsammal (*Pleurozium schreberi*) 8,3 %, puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) 2,8 %, metsäalvejuuri (*Dryopteris carthusiana*) 13,9 %, mustikka (*Vaccinium myrtillus*) 2,8 % ja metsätähti (*Trientalis europaea*) 16,7 % näytealoista. Kämpinsaarensuolla, jossa ojat oli systemaattisesti täytetty, ei ollut havaittavaa eroa kasvillisuuden lajikoostumuksessa ojan ja keskisaran välillä.

### **Haukkaneva**

Haukkanevan koekenttä oli luonnontilassa pääosin sararämettä, joka kehittyi ojituksen jälkeen puolukka – mustikkaturvekankaaksi (Ptkg II – Mtkg II). Ennallistaminen toteutettiin vuosina 2009 – 2010 (kuva 5). Kasvillisuus- ja pohjavesimittaukset aloitettiin vasta vuosi hakkuun jälkeen ennen ennallistamisen kaivutöitä. Näin ollen pohjavesipinta ehti nousta hakkuun jälkeen ja kasvillisuus ei peilaa täysin turvekangasvaiheen kasvillisuutta vaikka kasvillisuus onkin pääosin turvekangasvaiheen kasvillisuutta (taulukko 4). Kasvillisuusmuutokset suokasvillisuuden suuntaan olivat nopeat 2 – 3 vuotta ennallistamisesta, mikä selittyy rajulla pohjavesipinnan nousulla.

Vaikka ennallistaminen onnistui vesitalouden palauttamisen osalta erinomaisesti ja paljaan vesipinnan peittävyys oli syksyllä 2013 peräti 51,9 %, ei kasvillisuudessa juurikaan ollut pullosaraa ja jouhisaraa, jotka ovat ko. luonnontilaisen sararämeen indikaattorilajeja.

Silmiinpistävää oli tupasvillan dominointi (45,9 % syksyllä 2013) kuten Mustarahkalla ja Kämpinsaarensuolla. Mielenkiintoista on, että tupasvilla oli ”vallannut” kasvupaikan todella nopeasti 2 – 3 vuoden kuluessa ennallistamisesta. Myös rahkasammalten peitto-% oli lähes 20 % ja samanaikaisesti kangasmaiden kasvillisuus oli hävinnyt kokonaan. Puustoa ei kohteelle ollut juurikaan syntynyt näin lyhyessä ajassa lukuun ottamatta muutamia vesasyntyisiä koivuja.





**Taulukko 4.** Haukkanevan kasvillisuuden peittävyys ja pohjavesisyvyyden kehitys ennen ennallistamisen kaivutöitä 2010 sekä 2 – 3 vuotta ennallistamisen kaivutöiden jälkeen.

Kasvilajit	1 vuosi hakkuusta ennen ennallistamista	2 vuotta ennallistamisen jälkeen	3 vuotta ennallistamisen jälkeen
	peitto-% 5.10.2010	peitto-% 26.9.2012	peitto-% 7.10.2013
Eriophorum vaginatum	4,1	30,9	45,9
Sphagnum sp.	10,0	19,7	19,1
Pleurozium schreberi	7,3		
Dicranum polysetum	12,4		
Vaccinium vitis-idaea	3,6		
Karikepinta	65,2		
Vesipinta		61,3	51,9
Pohjavesisyvyys cm	-11,0	34,2	38,2

Mielenkiintoisena havaintona Haukkanevalta todettakoon, että koekentän vesipinnoilla esiintyi voimakasta kuplimista, kun ko. rimmassa kahlattiin. Tämä saattaa indikoida sitä, että tietyn tyyppisiä soita ennallistettaessa syntyy voimakkaita metaanipäästöjä.

Tarkastelluilla soilla suokasvien peittävyys oli lähes 100 %, mikä kertoo tältä osin ennallistamisen onnistumisesta. Toisaalta lajikoostumus poikkesi selvästi luonnontilaisen saranevan ja sararämeen kasvillisuudesta. Tupasvillan dominointi ja suursarajien niukkuus ovat selviä poikkeamia luonnontilaiseen saraiseen suohon verrattuna (Laine ja Vasander 2005). Lyhyehkönä tarkastelujaksona, 7 - 10 vuoden aikana, olivat syntyneet saraisen suon muuttumavaihetta muistuttavat kasvupaikat, joissa oli niukasti suursaroja. Ojituksen aiheuttama tupasvillan runsastuminen ja tupasvillamättäiden muodostuminen on aiheuttanut pysyvän rakenteellisen muutoksen, jossa saraisten soiden nevapinnat ovat korvautuneet tupasvillamättäillä. Lyhyellä aikavälillä ei ole merkkejä niiden häviämisestä, vaikka pohjavedenpinnan taso olikin palautunut lähelle luonnontilaista.

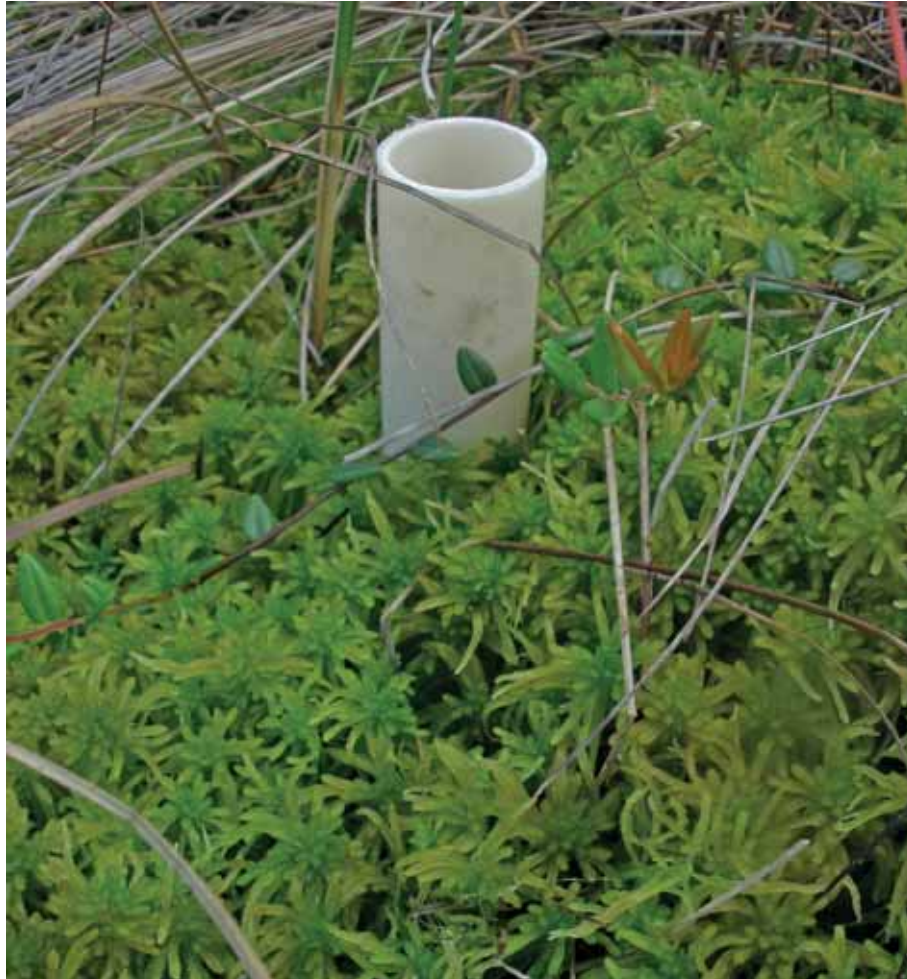
Tarvittaneen hyvin korkea pohjavedenpinnan taso (pohjavesi on lähes jatkuvasti tasapinnan yläpuolella) kuten Kämpinsaarensuon kapealla laiteella (pullo-saravaltainen VSN), jotta suursaravaltainen kasvillisuus palautuu eikä puustoa synny. Asia



**Kuva 5.** Kaivukone Metsähallituksen ennallistamistöissä Virtain Haukkanevalla syksyllä 2010. Ennallistaminen toteutettiin tehokkaasti ojat tukkimalla ja lisäksi rakennettiin padot määräväleihin. Kuva: Timo Silver.

näkyä vertailtaessa Kämpinsaarensuon eri osien pohjavedenpinnan tasojen. Pullosarjan (*Carex rostrata*) viihtymisestä vedessä kertoo se, että se esiintyy hyvin yleisenä mm. ojien pohjalla ja laskeutusaltaissa, mikäli niissä on virtaava, suhteellisen pysyvä vesipinta (Silver ja Joensuu 2005, Silver ym. 2009).

Ojitettujen soiden kasvillisuusmuutoksia on tutkittu laajasti Suomessa. Ojituksen seurauksena kasvillisuusmuutokset vähenevät siirryttäessä rehevämmästä suosta karumpaan. Ojituksen seurauksena ombrotrofisen rämeen kasvillisuus kehittyy verkkiaan, ja vielä 70 vuotta ojituksen jälkeen lajisto on lähes ennallaan. Suosamallet ovat tosin joutuneet antamaan periksi siinä määrin, että turvekangasvaihe alkaa olla käsissä. Oikein vähätyyppisellä suolla kanervan ja jäkälien lisääntyminen on huomattavin muutos. Tilanne on aivan toisenlainen minerotrofisella, alun perin puuttomalla suolla, jossa nevalajisto taantuu välittömästi ja monia välivaiheeseen kuuluvia suokasveja saapuu paikalle (Reinikainen 1980).



**Kuva 6.** Hyväkasvuista rahkasammalta (*Sp. recurvum*) Mustarahkan saraisella koealalla.  
Kuva: Timo Silver.

Ennallistamisen seurauksena alkaa ainakin osittain käännteinen kehitys ojituksen jälkeiselle kasvillisuuden muutokselle. Valtaosa Suomessa tehdystä ennallistamistutkimuksesta koskee vähäravinteisia soita, joilla kasvillisuusmuutokset ovat yleensä vähäisiä, kuten ojituksen jälkeenkin tapahtuvat muutokset (Haapalehto ym. 2006). Jauhiainen ym. (2002) havaitsivat kolme vuotta keidasrämeen ennallistamisesta jäkälien vähentyneen ja kanervan (*Calluna vulgaris*), variksenmarjan (*Empetrum nigrum*) sekä silmäkerahkasammalen (*Sp. balticum*) yleistyneen. Myös tämän aineiston rahkarämeellä kanerva ja variksenmarja esiintyivät yleisinä.



Sen sijaan rehevimmillä soilla muutosten on havaittu olevan suuria. Ennallistetuilla sararämeillä on havaittu tupasvillan voimakas yleistyminen ennallistamista seuraavina vuosina ja metsälajien väheneminen (Jauhiainen ym. 2002). Tupasvillan voimakas runsastuminen on havaittu monentyypisillä soilla (Aapala ym. 2008). Tahvanaisen (2007) mukaan tupasvillan runsas kasvu oli jo selvästi taantumassa useimmilla kohteilla 7 - 10 vuoden kuluttua ennallistamisesta.

Haapalehto ym. (2006) tutkivat 30 vuotta sitten ennallistettujen soiden kasvillisuusmuutoksia Seitsemisen kansallispuistossa. Turvetta muodostavien rahkasammalten ja välipintaa ilmentävien kasvilajien peittävyuden lisääntyminen ennallistetuilla soilla kertoi suokasvillisuudelle ominaisten kasvuolosuhteiden palautumisesta. Ennallistumisprosessin hitautta kuvaa kuitenkin se, että rimpipinnan kasvilajit puuttuivat tutkimussoilta lähes kokonaan lukuun ottamatta ojia, joissa esiintyi mm. haprarahkasammalta (*Sp. riparium*).

Tämän tarkastelun soilla tapahtuneet kasvillisuusmuutokset näyttävät olevan pääosin yhdenmukaisia aiempien ennallistamisesta tehtyjen kasvillisuusselvitysten kanssa.

### 3.2.3 Rahkasammaleen pituuskasvu

Rahkasammaleen pituuskasvua voidaan pitää yhtenä suon ennallistumisen onnistumisen indikaattorina. Rahkasammaleen kasvu ja niiden maatuessa syntyvä turve muodostavat perustan suoekosysteemin synnylle (Haapalehto ym. 2006). Taulukossa 5 on esitetty rahkasammaleen kasvu Mustarahkalla suotyypeittäin.

Mustarahkalla on nähtävissä rahkasammalien hyvä pituuskasvu vuosien 2010 - 2011 summana. Silmämääräisesti arvioiden kasvu oli huomattavasti parempaa saateisena kesänä 2011 verrattuna kuivaan 2010 kesään, jolloin rahkasammalpinnat näyttivät jopa kuivuvan (kuva 6). Kasvuluvuista näkyy kasvun vähenevän siirryttäessä reheviltä, vetisiltä soilta karummille ja kuivemmille soille. Reinikainen (1980) toteaaakin rahkasammalien kasvunopeudesta, että hitaimpia ovat tiiviinä mättäinä kasvavat kuivien pintojen lajit ja nopeimpia rehevien soiden kosteiden painanteiden löyhäkasvustoiset lajit.

Kämpinsaarensuolla (VSN) rahkasammaleen vuoden pituuskasvu oli kesällä 2011 keskimäärin 3,6 cm. Vaihteluväli oli 0 - 13 cm. Vallitsevina lajeina olivat *Sp. recurvum*,



**Taulukko 5.** Rahkasammalen 2 vuoden pituuskasvu Mustarahkalla 2010 – 2011 ja vallitsevat rahkasammallajit.

Alkuperäinen suotyyppi	Kasvu	Lajit
VSN-VSR (20 kpl)	9,1 cm (0-13 cm)	Vallitseva Sp. recurvum, myös Sp. magellanicum
LkR-TSR (6 kpl)	7,0 cm (4-10 cm)	Vallitseva Sp. recurvum
RR-LkR (12 kpl)	2,5 cm (0-8 cm)	Sp. recurvum, Sp. rubellum, Sp. fuscum
VSN-VSR (3 kpl) (luonnontilainen)	4,3 cm (3-7 cm)	Sp. recurvum, Sp.papillosum
RR (3 kpl) kasvu (luonnontilainen)	0,7 cm (0-2 cm)	Sp. fuscum

Sp. riparium, Sp. magellanicum ja Sp. papillosum. Rahkasammalen kasvunopeus oli muutamilla koeruuduilla todella suurta, maksimissaan 13 cm, verrattaessa sitä luonnontilaisten soiden vastaaviin kasvulukuihin. Lindholm & Vasanderin (1990) mukaan rahkasammalen kasvunopeus saattaa olla yleensä 5 - 10 cm vuodessa riippuen kasvupaikkatekijöistä. Rahkasammalien pituuskasvu vaihtelee enimmäkseen 0,3 - 6 cm:iin vuodessa. Kasvun määrä riippuu suuresti lämpöajan pituudesta (Reinikainen 1980). Vuoden 2011 kasvuolosuhteet, riittävä kosteus ja lämpö, olivat ilmeisen suotuisat rahkasammalen kasvuille. Mielenkiintoista oli havaita rahkasammalen kasvun jatkuvan myöhään syksyille 2011, jopa marraskuulle, kun oli lämmin syksy. Asia oli havainnoitavissa loppusyksystä siten, että pohjavesiputket olivat peittyneet rahkasammalella edellisen mittauksen jälkeen.

Molemmilla tarkasteluilla soilla rahkasammalen hyvä pituuskasvu laajan peittävyvyyden lisäksi indikoi hyvää ennallistumiskehitystä suoekosysteemin suuntaan.





### 3.2.4 Puustokehitys

Sekä Mustarahkalla että Kämpinsaarensuolla pyrittiin ennallistamisen yhteydessä palauttamaan luonnontilassa vallinnut puustokuva. Seuraavassa tarkastellaan puustokehitystä erikseen Mustarahkalla ja Kämpinsaarensuolla.

#### Mustarahka

Mustarahka oli luonnontilassa pääosin harvapuustoinen, kitumaan suo sekä saraisilla osillaan (VSN-VSR ja LkR-TSR) että rahkarämeellä (RR). Rahkarämeellä oli myös muutama yksittäinen järeä mänty, jotka jätettiin ennallistamishakkuussa pystyyn. Sen sijaan isovarpuinen tupasvillaräme (ITR) oli ojitettaessa tiheähkö mäntytaimikko. Puusto kehittyi ojituksen seurauksena siten, että saraiset kuviot olivat pääosin nuoria kasvatusmetsiä (O2), rahkaräme isompaa taimikkoa ja isovarpuinen tupasvillaräme nuorta kasvatusmetsää (O2). Mustarahkan saraisilla suon osilla ja rahkarämeellä tehtiin ennallistamisen yhteydessä voimakas hakkuu, jossa poistettiin ojituksen jälkeen syntynyt puusto. Sen sijaan Mustarahkan alunperin puustoisella isovarpuisella tupasvillarämeellä (ITR) ei hakkuuta tehty ennallistamisen yhteydessä. Taulukossa 6 on esitetty Mustarahkan puustotiedot.

**Taulukko 6.** Puuston runkoluvut Mustarahkalla suotyypeittäin ennen ennallistamishakkuuta, hakattu runkoluku ja ennallistamisen jälkeen syntynyt puusto. Lisäksi puulajisuhteet ennallistamisen jälkeen ja keskipituus.

Suotyyppi (alkuperäinen)	Ennen hakkuuta r/ha	Hakattu r/ha	Jälkeen hakkuun syntynyt r/ha	Ko %	Mä %	Keskipituus, m
VSN-VSR (21 kpl)	1 000	975	20 000	97	3	1,0
LkR-TSR (6 kpl)	1 335	835	5 500	57	43	1,0
RR (13 kpl)	2 575	575	1 900		100	1,4
ITR (15 kpl)	2 400	ei			100	7,1
Luontainen vertailu						
VSN - VSR	165	ei ennallistettu				0,5
RR	6 650	ei ennallistettu				1,3

Taulukosta 6 nähdään koivun räjähdysmäinen lisääntyminen rehevämmillä, saraisilla suon osilla. Alkuperäiseltä suotyypiltään VSN-VSR kuviolle oli ennallistamisen jälkeen syntynyt noin 9 - 10 vuodessa keskipituudeltaan 1 m taimikko, jonka runkoluku oli keskimäärin peräti noin 20 000 r/ha. Runkoluku ennen ennallistamista oli vain noin 1 000 r/ha. Koivu oli vesasyntyistä hieskoivua, joka oli syntynyt hakattujen järeämpien ja raivattujen pienempien hieskoivujen kannoista. Ennen ojitusta VSN-VSR kuviolla oli vain muutama yksittäinen koivu, jotka jätettiin ennallistamishakkuussa pystyyn.

Ennallistamisen jälkeen syntynyt puuston määrä väheni siirryttäessä karumpiin suotyyppeihin, mutta rahkarämeellekin oli syntynyt ennallistamishakkuun jälkeen 1 900 männyn tainta hehtaarille. Taimien syntyä on saattanut edesauttaa noin 5 - 10 cm luonnontilaista rahkarämettä alempana oleva pohjavedenpinnan taso. Tässä yhteydessä on kuitenkin muistettava, että suot eivät ole puustokehitykseltään stabiileja ekosysteemejä, vaan varsinkin kuivina jaksoina niille syntyy jonkin verran taimia, tosin yleensä hitaasti.

### **Kämpinsaarensuo**

Kämpinsaarensuo oli luonnontilassa avonevaa (VSN - RhSN), joka ojitettiin ja istutettiin männylle. Puustokuvan palauttaminen merkitsi avohakkuuta noin 35 -vuotiaassa mäntyvaltaisessa, nuoressa kasvatusmetsässä, jossa oli luontaista hieskoivua sekapuustona. Seitsemän vuotta ennallistamisen jälkeen kuviolle oli syntynyt tiheä koivun taimikko (kuva 7). Runkoluku oli 9967 r/ha (vaihteluväli 800 - 25800), josta koivun osuus oli 99,4 % ja männyn ja kuusen yhteensä 0,6 % runkoluvusta. Koivikon keskipituus oli noin 1,5 m ja se oli pääosin vesasyntyistä hieskoivua, joukossa jonkin verran rauduskoivua. Koivikko oli syntynyt pääosin vesoista järeydeltään erikokoisten koivujen kannoista kuten Mustarahkallakin.

Ennallistamisen jälkeen syntynyt koivikko raivattiin 2/3:lla koealoista avoimeksi syyskesällä 2011 (7 vuotta ennallistamisesta). Koealojen vesoittuminen mitattiin vuoden kuluttua syyskesällä 2012, jolloin havaittiin uudelleenvesoittumisen olleen voimakasta. Vesaryhmiä oli syntynyt vuodessa koealoille keskimäärin 2984 kpl/ha (vaihteluväli 1400 - 4800 kpl/ha) keskipituudeltaan noin 30 - 50 cm.





**Kuva 7.** Kämpinsaarensuo oli luonnontilassa avosuo (VSN- RhSN). Ennallistamisen yhteydessä runsaspuustoinen ojitusalue avohakattiin. Ennallistamishakkuun jälkeen avoin suo on kuitenkin voimakkaasti uudelleen metsittynyt koivulla. Kuva: Timo Silver.

### **Juuriston etäisyys pohjavesitasosta**

Oleellinen kysymys puuttoman puustokuvan palauttamiseen liittyen on selvittää pohjavesipinnan taso, jolla puut ja niiden juuristot eivät enää pysy elossa. Taimettumisen ja puiden juuriston syvyyden suhteesta pohjavesitasoon on useita tutkimuksia.

Sirkkataimien kasvun on todettu heikkenevän, jos pohjavesipinnan taso nousee, vaikka vain lyhytaikaisestikin mutta toistuvasti alle 10 cm etäisyydelle turpeen pinnasta (Mannerkoski 1985). Hieskoivun taimettuminen on osoittautunut mäntyä ja kuusta vähemmän pohjavesitasosta riippuvaiseksi (Paavilainen 1970). Puiden juu-



ristot ovat hyvin pinnallisia ojitetuillakin soilla ja Heikuraisen (1959) tutkimuksessa koivun juuriston keskisyvyys oli ojitetuilla sararämeillä vain noin 5 cm.

Tässä tarkastelussa selvitettiin pienehköllä otannalla koivun juurenniskan etäisyyttä tasapintaan ja vuoden 2011 pohjavesitasoon alun perin saraisilla suotyypeillä. On muistettava, että juurenniskan valitseminen mittauskohdaksi merkitsee sitä, että mittauskohdan alapuolella on myös osa juuristosta. Tulokset on esitetty taulukossa 7.

**Taulukko 7.** Juurenniskan keskimääräinen etäisyys tasapintaan (0 - taso) ja vuoden 2011 pohjavedenpinnan taso niitä lähinnä sijaitsevissa pohjaveden mittauspisteissä. (Plusmerkinen taso merkitsee nousua tasapinnan yläpuolelle).

Suo	Havainnot	Juurenniskan etäisyys	Pohjavesisyvyys
Mustarahka	16	4,1 cm (0 - 9 cm)	- 4,2 cm ( -10,1 - -0,4 cm)
Kämpinsaari	22	9,4 cm (2 - 20 cm)	+2,2 cm ( -1,1 - +7,4 cm)

Mustarahkalla (16 havaintoa) juurenniskan keskimääräinen etäisyys tasapintaan oli 4,1 cm (vaihteluväli 0 - 9 cm). Vastaavasti Kämpinsaaressa (22 havaintoa) se oli 9,4 cm (vaihteluväli 2 - 20 cm). Kämpinsaarensuolla juurenniskan keskimääräinen etäisyys tasapintaan oli noin 5 cm korkeammalla kuin Mustarahkalla. Ero on suunnilleen sama kuin pohjavedenpinnan tasojen keskimääräinen syvyys 2011, jolloin taso oli Kämpinsaarensuolla juurenniskojen mittauspisteissä keskimäärin noin 6 cm korkeammalla kuin Mustarahkalla. Mustarahkan pohjavedenpinnan keskisyvyys oli niissä mittauspisteissä, joissa juurenniska voitiin mitata keskimäärin -4,2 cm vaihdellen -10,1 cm ja -0,4 cm etäisyydellä tasapinnasta ja Kämpinsaarensuon keskisyvyys vastaavasti + 2,2 cm vaihdellen -1,1 cm ja +7,4 cm välillä.

Tulosten mukaan koivujen juurenniskan keskimääräinen etäisyys oli tarkastelluilla soilla keskimäärin noin 2 - 5 cm etäisyydellä korkeimmasta pohjavedenpinnan tasosta ja sateisimpina aikoina muutamissa mittauspisteissä hetkellisesti myös veden alla. Huikarin (1959) mukaan hieskoivun juuristo sietää anaerobisia oloja. On myös esitetty, että hieskoivu pystyy mahdollisesti kuljettamaan happea juuristoonsa (Huikari 1954).



Kämpinsaarensuon kapea ennallistettu laide on nyt lähes puuton, pullosaravaltainen, luonnontilaista saranevaa muistuttava suo. Sen pohjavedenpinnan tasot vaihtelivat vastaavasti keskimäärin +2 cm ja +15 cm välillä kesällä 2011 eli laide oli käytännössä koko ajan vedenpinnan alapuolella, mikä selittää puuttomuuden. Suppea aineisto antaa viitteitä siitä, millä pohjavedenpinnan tasolla hieskoivu vielä menestyy, vaikka on muistettava, että aineiston pienuudesta johtuen kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä pohjaveden suhteesta hieskoivun menestymiseen pysty vetämään. Lienee niin, että pohjavedenpinnan tasossa on tietty harmaa alue hieskoivun menestymiselle, jossa on ajoittain hapettomiakin olosuhteita ja vasta tietyn rajan jälkeen hieskoivun menestyminen estyy kokonaan.

Yhteenvedona ennallistamisen jälkeisestä puustokehityksestä molemmilla soilla voidaan todeta, että puustokuva ei ole palautunut vaan luonnontilassa puuttomat tai harvapuustoiset suot ovat ennallistamishakkuista huolimatta kehittyneet koivutiheiköiksi ja karuimmatkin osat ovat voimakkaasti taimettuneet männyllä.

Saadut tulokset puusto-ongelman osalta ovat samansuuntaisia muiden tutkimusten kanssa. Haapalehto ym. (2006) toteavat Seitsemisen kansallispuiston ennallistetuille nevoille syntyneen elinvoimaisia, tiheitä koivu-mänty taimikoita, jotka voivat haihdutuksellaan laskea suoveden pinnan tasoa edelleen ja estää luontaisen kaltaisen määrän suotyypin palautumisen (kuva 8). Tahvanaisen (2007) selvityksessä 10 vuotta vanhoilla ennallistamisalueilla puuston kehityksen ei-toivotuista piirteistä voimakas männyn taimettuminen ja hieskoivun rehevä vesominen olivat yleisiä, mutta niitä ei esiintynyt kaikilla kohteilla. Suosammalten suhteellinen peittävyys oli suurin kohteilla, joilla sekä männyn taimia että koivun vesoja oli vähän. Vähän taimia ja vesoja kasvaneet kohteet olivat myös parhaiten vettyneitä.

Ratkaisevaa avoimen puustokuvan palauttamiselle alun perin nevamaisilla, puuttomilla tai harvapuustoisilla ennallistamiskohteilla, lienee riittävä korkea pohjavedenpinnan taso, jotta puuston vesomiskehitys ja taimettuminen estyy. Sen tekee ongelmalliseksi suon rakenteen muutos, jolloin aiemmin pääosin nevamainen tasapinta on korvautunut tupasvillamättäiköksi. Tupasvillamättäät ovat selvästi aiempaa tasapintaa korkeammalla ja tarjoavat niihin vesoista syntyneelle koivikolle hyvät selviytymismahdollisuudet juuriston hapensaannin kannalta (kuva 9).

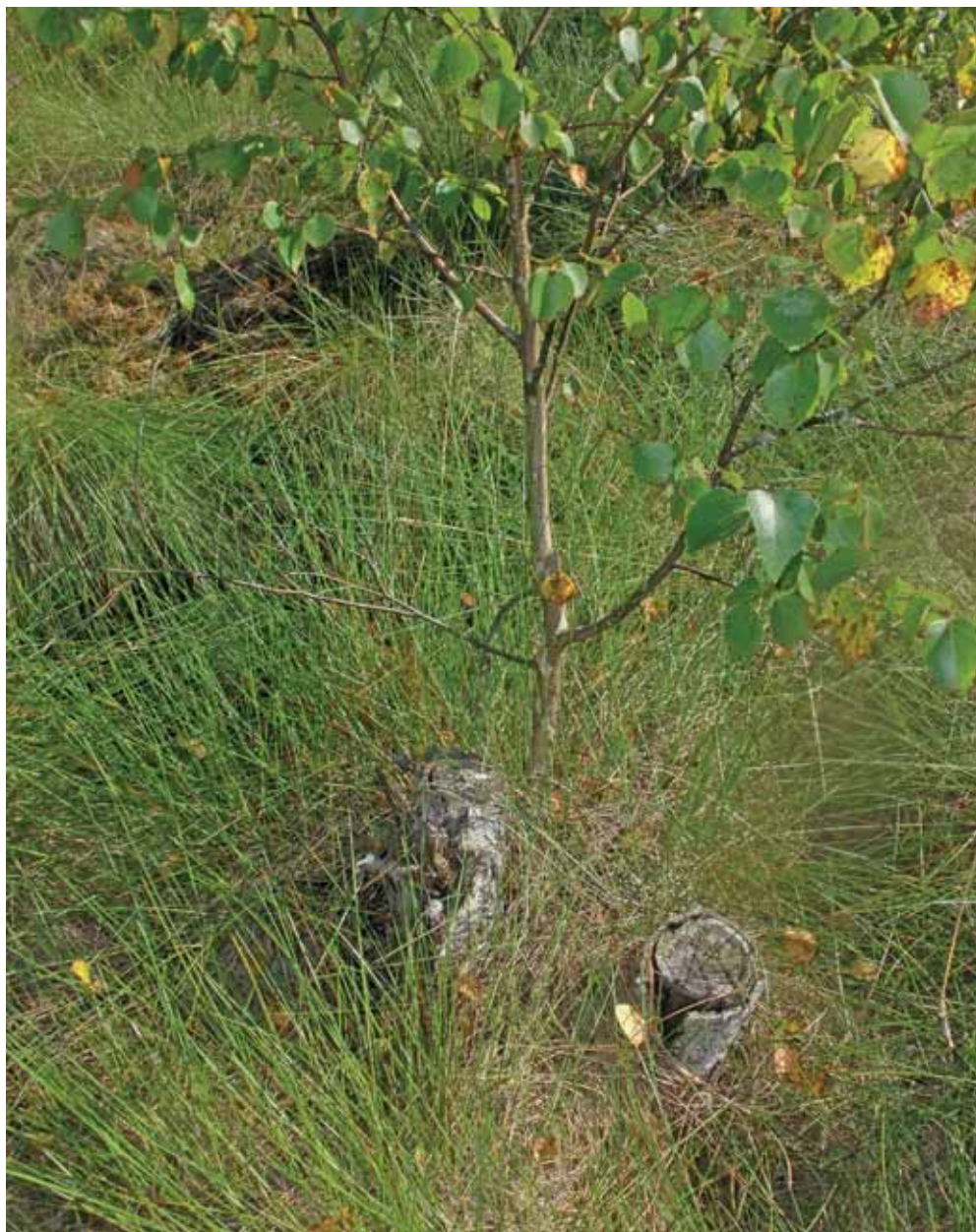
Vesipinnan nostaminen tupasvillamättäiden yläpuolelle merkitsisi useassa tapauksessa luonnontilaista pohjavesipintaa korkeampaa pohjavedenpinnan tasoa, jonka tekninen toteuttaminen on usein hyvin vaikeaa. Se onnistuu vain hyvin tasaisissa





**Kuva 8.** Kuvapari ennallistamisen jälkeisestä suon kehityksestä Seitsemisen Kirkkaanlamminnevalta, joka on ollut alkuperäiseltä suotyypiltään puuton saraneva. Yläkuvassa tilanne ennallistamishetkellä avohakkuun jälkeen. Alakuva samasta paikasta 11 vuotta ennallistamisen jälkeen, jolloin suolle on syntynyt tiheä koivikko. Täytetty oja on puuttomampi. Kuvat: Markku Saarinen.





**Kuva 9.** Vesasyntyinen koivu tupasvillamättäällä Kämpinsaarensuolla. Ennallistamisen yhteydessä raivattiin ja hakattiin kaikki puusto avoimen maisemakuvan palauttamiseksi. Syntynyt koivikko on Kämpinsaarensuolla valtaosin vesasyntyistä. Kuva: Timo Silver.



ja alavissa suopainanteissa, jotka voidaan tehokkaasti padota. Tästä hyvä esimerkki on Kämpinsaarensuon kapea laide, jossa pohjavedenpinnan taso on saatu riittävän ylös ja suon ennallistuminen näyttää onnistuneen sekä kasvillisuuden että avoimen maisemakuvan osalta.

Mikäli ennallistamisen jälkeen uudelleen metsittymässä olevien soiden puusto halutaan poistaa, tulisi koivujen perkauksessa ottaa huomioon perkausajankohdan ja -tavan sekä perkaustoistojen määrän vaikutukset uudelleen vesoittumiseen. Koivut vesovat kantojen leposilmuista, joita noin 70 – 95 % sijaitsee maan alla (Kauppi ym. 1987, Johansson 1992). Turvemailla osuus on hieman pienempi kuin kivennäismailla. Leposilmujen sijainnista johtuen turvemailla mahdollinen vesojen katkenta hieman pintakasvillisuuden alapuolelta saattaisi estää tehokkaasti uudelleen vesomista ennallistetuilla ojitusalueilla. Tämä on sikäli teoreettinen ajatus, että työn toteuttaminen siten olisi vaikeaa ainakin raivaussahatyönä ja edellyttäisi ehkä puiden repimistä juurineen.

Koivun vesomisella on oma optiminsa puun koon suhteen. Vesominen on voimakainta kun koivut ovat kantoläpimitaltaan noin 10 – 12 cm (Mikola 1942, Leikola ym. 1961, Ferm ym. 1985)). Tästä johtuen koivut olisi perattava mahdollisimman pian sen jälkeen kun ennallistamisalalta poistettujen puiden kannot ja kaivurijälkiin ilmaantuneet siemensyntyiset koivut ovat suolle ilmaantuneet.

Perkaus tulisi toteuttaa kasvukauden aikana, mikä vaikuttaa lähinnä uusien vesojen pituuskasvuun. Vesominen saadaan kokonaan loppumaan vain kasvintorjunta-aineilla (esimerkiksi kantokäsittely glyfosaatilla) tai usealla vuoden välein toistuvalla perkauksella. Ojitusalueiden energiapuun lyhytkiertoviljelyksillä on todettu että hieskoivu ei kestä kaksi tai kolme kertaa peräkkäisinä vuosina tehtyä korjuuta ilman, että valtaosa kannoista menettäisi vesomiskykynsä (Hytönen ym. 2001). Torjunta-aineiden (lähinnä glyfosaatti) olisi selvästi kustannustehokkainta, mutta niiden käyttämiseen suojelualueilla on ainakin tähän asti suhtauduttu kielteisesti. Vesomista voitaisiin vähentää myös kaulaamalla kuitupuukokoiset ja isommat koivut muutama vuosi ennen ennallistamishakkuuta.

Kaiken kaikkiaan koivuongelman hoitaminen ennallistetuilla soilla tulisi hyvin kalliiksi. Se olisi kuitenkin edellytys puustokuvan palauttamiselle luonnontilaiseksi, minkä täytyy olla soiden ennallistamisen keskeisiä tavoitteita. Seuraavassa luvussa pohditaankin ennallistamisen intensiteettiä ja kustannustehokkuutta suhteessa tavoitteisiin ja tuloksiin.



## 4 Johtopäätökset

Yhteenvedona tarkasteltujen soiden (Yläneen Mustarahka, Mynämäen Kämpinsaarensuo ja Virtain Haukkaneva) ennallistamisen tuloksesta voidaan todeta, että lyhyellä aikavälillä (7 – 10 vuotta ennallistamisesta) on saatu palautettua soille ekosysteemitason toiminnallisuutta, jossa pohjavesipinta on noussut lähelle luonnontilaista tasoa (lukuun ottamatta kuivinta kesäaikaa Mustarahkalla) ja suokasvillisuus rahkasammaliseen on palautunut.

Toisaalta ennallistamiseen liittyvä alkuperäisen suotyypin palautuminen on epäonnistunut alun perin saraisten kuviodien kohdalla. Niillä tupasvillan dominoima kasvillisuus, joka on aiheuttanut myös suon rakenteellisen muutoksen, ja suursarojen vähäisyys poikkeavat radikaalisti alkuperäisen suotyypin kasvillisuudesta ja nevapintaisesta rakenteesta. Vaikka voimaperäiset ennallistamishakkuut tehtiin alkuperäisen puustokuvan palauttamiseksi on sekä Yläneen Mustarahkalle että Mynämäen Kämpinsaarensuolle syntynyt täystiheä hieskoivikko, joka poikkeaa lähes täysin saranevan avoimesta tai sararämeen aukkoisesta, yleensä harvapuustoisesta luonnontilaisesta suosta. Avoimen maisemakuvan palautuminen on tärkeä useiden eliölajien, mm. tiettyjen suolintulajien ja perhosten menestymiselle. Esimerkiksi Seitsemisen kansallispuistossa on kapustarinta selvästi yleistynyt ennallistamisen seurauksena (Rajasärkkä 2006). Loukolan (2008) tutkimuksessa perhosten laji- ja yksilömäärät olivat suuremmat ennallistetuilla suoalueilla verrattuna ojitettuihin soihin.

Karulla rahkarämeellä kasvillisuusmuutokset ja puustokuvan muutokset ovat sekä ojituksen että ennallistamisen jälkeen olleet selvästi vähäisempiä, mutta rahkarämeelläkin on syntynyt ennallistamisen jälkeen runsaasti männyn taimia, jota tosin pienemmässä mittakaavassa tapahtuu luonnontilaisellakin karulla suolla kuivempina jaksoina.

Tarkastelluilla soilla käytettiin järeitä ja kustannuksiltaan kalliita ennallistamismenetelmiä. Yleisesti voidaan sanoa kunnostusojituksen ja vastaavasti ennallistamisessa tapahtuvan ojien tukkimisen ja patoamisen olevan kustannuksiltaan samaa suuruusluokkaa. Kämpinsaarensuolla toteutetulla avohakkuulla saatiin osa ennallistamiskustannuksista takaisin. Sen sijaan Mustarahkalla kantorahatulo jäi vähäiseksi puuston pienuuden takia, ja puuston raivaus ja kuljetuskustannukset nousivat korkeiksi. Vaikka tarkastelluissa kohteissa on kyseessä suhteellisen lyhyen aikavälin ennallistamistulos, voidaan ko. hankkeiden kustannustehokkuus asettaa kyseenalaiseksi. Onko järkevää sijoittaa näin paljon rahaa luonnontilan palauttamiseen ojitus-



alueella, jos tulos on näinkin epätydyttävä, kun ottaa huomioon vielä mahdolliset vesistöhaitat. Kustannustehokkuutta heikentää vielä se, että puustot olivat pääosin hyvässä kasvussa olevia nuoria kasvatusmetsiä.

Yleisesti ei ole kovinkaan paljon mietitty ennallistamisen kustannustehokkuutta eli saatuja tuloksia suon luonnontilaan palautumisen osalta suhteessa kustannuksiin ja syntyneisiin ympäristöhaittoihin. Lähtökohta on kuitenkin yleensä se, että täysin samanlaista suota kuin se, mitä alueella oli ennen kunnostusojitusta, ei ole mahdollista palauttaa (Vasander 1999, 2002).

Myöskään pidemmällä aikavälillä ei vastaavissa saranevojen soiden ennallistamiskohteissa puustokuva ole palautunut, vaan esimerkiksi Seitsemisen Kirkkaanlamminnevalalla (kuva 7) on noin 15 vuotta ennallistamisesta hieskoivuvaltainen riukuvaiheen metsä, jossa ei näy merkkejä puuston kuolemista, vaan syntynyt puusto haihdunnallaan ja puustopidännällään pitää pohjavesitasoa alempana. On esitetty, että puustorakenteen- ja dynamiikan osalta ennallistamisen tavoitteiden saavuttaminen voi kestää jopa satoja vuosia (Aapala ym. 2008).

Voidaankin kysyä, olisiko useissa tapauksissa järkevämpää hyödyntää suopuustoihin tehdyt investoinnit (ojitukset, metsitykset, taimikonhoidot ja lannoitukset) jopa suojelualueilla kasvattamalla puustot kiertoajan loppuun eikä hakkaamalla niitä nuorina ja varttuneina kasvatusmetsinä parhaassa (arvo)kasvuvaiheessa. Vasta uudistamishakkuun jälkeen arvioitaisiin ennallistamisen intensiteetti varsinkin tapauksissa, joissa kyse on luonnontilaisen suojelusuon alapuolisesta osasta. Suon voisi tällöin jättää hakkuun jälkeen ennallistumaan itseksensä tai kevyemmin kustannuksin esim. patoja tekemällä nostaa vesipintaa tärkeimmissä alapuolisissa ojissa.

Mikäli ojat ovat suojellun luonnontilaisen suon yläpuolisella valuma-alueella, ennallistaminen saattaa olla perusteltua tehdä nopealla aikataululla ennen kiertoajan päättymistä. Tällöin ojat tukittaisiin ja padottaisiin tehokkaasti yläpuolisella ojitusalueella, jotta alkuperäinen hydrologinen tila palautuisi alapuoliselle ojittamattomalle suon osalle. Tässä yhteydessä olisi perusteltua voimakkain hakkuin yrittää palauttaa luonnontilainen puustokuva ja estää koivun vesoittuminen esim. kantojen torjunta-ainekäsittelyllä. On muistettava, että puusto järeytyessään vaikuttaa voimakkaasti suon hydrologiaan (mm. Sarkkola ym. 2010).

Toisaalta on perusteltua ennallistaa koko suoalue riippumatta ennallistettavan ojitusalueen (hydrologisesta) sijainnista suhteessa luonnontilaiseen suojelualueeseen



tapauksissa, joissa suo muodostaa suotyyppien ym. osalta arvokkaan suokokonaisuuden. Yleisesti hyväksytty ajatus on, että varsinkin Kansallispuistoissa on perusteltua hävittää ojituksen jäljet tukkimalla ojat nopealla aikataululla jo pelkästään visuaalisista ja mielikuvallisista syistä..

Kysymys em. kustannustehokkuudesta liittyy myös alkuperäiseen suotyyppiin ja se yleisyyteen alueella. Ei liene yleisesti perusteltua ennallistaa varputurvekangastason ja sitä karumpia soita, joita esim. Lounais-Suomessa on eniten luonnontilassa, muutoin kuin tapauksissa, joissa se luonnontilaisen suojelusuo hydrologian kannalta olisi välttämätöntä. Toisaalta harvinaisten suotyyppien (esimerkiksi letot) tehokas ennallistaminen on perusteltua myös suojelualueiden ulkopuolella.

Ennallistamisen voimakkuus tulisi arvioida myös vesistökuormitusriskin näkökulmasta. Mitä voimakkaammat ennallistamistoimenpiteet, sitä suurempi on todennäköisesti vesistökuormituksen riski ainakin lyhyellä (alle 10 vuotta) aikajänteellä. Kevyempi ennallistaminen tai ns. passiivinen ennallistaminen vähentävät vesistökuormituksen riskiä ainakin kiintoaineen osalta. Mikäli ennallistamisalueen vesiä johdetaan lähitöällä sijaitseviin arvokkaisiin vesistöihin (järviin, jokiin tai tammukapuroihin) tulisi toimenpiteen voimakkuus ja toteutustapa sekä vesiensuojelutoimenpiteet arvioida tarkasti. Kuormitusriskiä on lisännyt se, että Metsähallitus on useasti toteuttanut hankkeet laaja-alaisina kokonaisuuksina.

Em. linjaukset ennallistamiseen liittyen, joissa huomioidaan ennallistettavan ojitusalueen hydrologinen sijainti suhteessa luonnontilaiseen suohon ja ennallistettavan alueen suotyyppien yleisyys alueella, olisivat perusteltuja myös suojelualueisiin rajoittuvilla yksityisten maanomistajien omistamilla suotiloilla. Yleissääntönä jo aiemminkin esitetty linjaus soiden ennallistamisen perusteista Lounais-Suomen yksityismailla, olisi toimiva nykyäänkin (Silver 1997). Siinä ennallistaminen rajattiin suojelusoihin rajautuville soille ja yleensä harvinaisempiin suotyypppeihin alun perin teknisesti epäonnistuneilla ojituskohteilla, joilla esiintyy suokasvillisuutta.

Tosin yksityisten maanomistajien halukkuus soiden ennallistamiseen näyttää tällä hetkellä hyvin vähäiseltä, kuten tehty kyselytutkimus Lounais-Suomessa osoitti. Tilanne saattaa muuttua, kun metsänomistajat harkitsevat suonsa käyttömuotoa nykypuuston kiertoajan päättyessä, jolloin olisi tarvetta jälleen investoida metsän uudistamiseen, ojituksiin ja usein myös lannoituksiin.





## KIRJALLISUUS

Aapala, K., Sallantausta, T. & Haapalehto, T. 2008. Metsäoijitettujen soiden ennallistaminen. Teoksessa: Korhonen, R., Korpela, L. & Sarkkola, S. (toim.). Suomi – Suomea. Soiden ja turpeen tutkimus sekä kestävä käyttö. Suoseura ry, Maahenki Oy, Helsinki. S. 243-249. ISBN 978-952-5652-46-8

Bubier, J.L., Bhatia, G., Moore, T.R., Roulet, N.T. & Lafleur, P.M. 2003. Spatial and Temporal variability in growing-season net ecosystem carbon dioxide exchange at a large peatland in Ontario, Canada. *Ecosystems* 6: 353-367.

Clymo, R.S. 1984. The limits to peat bog growth. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B303*: 605-654.

Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. 2011. Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistelleen työryhmän ehdotus 16.2.2011. Työryhmämuistio, MMM 2011:1. 159 s. ISBN 978-952-453-625-7

Ennallistaminen suojelualueilla. Ennallistamistyöryhmän mietintö. 2003. Suomen ympäristö 618. Ympäristöministeriö. 220 s. ISBN 952-11-1376-6

Ferm, A., Kauppi, A., Rinne, P., Tela, H-L. & Saarsalmi, A. 1985. Energiapuun tuottaminen luonnon vesakoissa. Teoksessa: Hakki, P. (toim.). Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. *Folia Forestalia* 624: 29-41.

Gorham, E. 1991. Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. *Ecological Applications* 1(2): 182-195.

Haapalehto, T., Kotiaho, Janne S. & Kuitunen, M. 2006. Metsäoijituksen ja ennallistamisen vaikutukset suokasvillisuuteen Seitsemisen kansallispuistossa. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 156. 45 s. ISBN 952-446-402-0



Heikurainen, L. 1959. Sekametsiköiden juuristoista ojitetulla suolla. Referat: Der wurzelaufbau in mischwäldern auf entwässerten moorböden. Acta For. Fenn. 67(2): 1-23.

Horne, P., Koskela, T. & Ovaskainen, V. (toim.). 2004. Metsänomistajien ja kansalaisten näkemykset metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamisesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 933. 110 s.

Horne, P., Juutinen, A., Koskela, T., Matinaho, S., Mäntymaa, E. & Mönkkönen, M. 2006. Luonnonarvokauppaan osallistuneiden metsänomistajien näkemyksiä suojeluvaihtoehtojen hyväksyttävyydestä. Teoksessa: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. METSO:n jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. Vammalan kirjapaino Oy. S.162-164. ISBN 952-453-289-1

Huikari, O. 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Selostus: Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. Comm. Inst. For. Fenn. 42(5): 1-13.

Huikari, O. 1959. On the effect of anaerobic media upon the roots of birch, pine and spruce seedlings. Seloste: Kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimien juuristoihin. Seloste: Kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimien juuristoihin. Comm. Inst. For. Fenn. 50(9): 1-28.

Hytönen, J. & Issakainen, J. 2001. Effect of repeated harvesting on biomass production and sprouting of *Betula pubescens*. Biomass and Bioenergy 20(2001): 237-245.

Jauhiainen, S., Laiho, R. & Vasander, H. 2002. Ecohydrological and vegetational changes in a restored bog and fen. Annales botanici Fennici 39: 185-199.

Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5- year- old birches (*Betula pubescens* and *Betula pendula*) in relation to stump height and felling time. Forest Ecology and Management 53: 263-281.



Kallio, M., Niemelä, J. & Niskanen, A. 2006. Luku 8. Kansalliset ja kansainväliset toimintaympäristön muutokset. Teoksessa: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. METSON jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. Vammalan kirjapaino Oy. S.128-140. ISBN 952-453-289-1

Kauppi, A., Rinne, P. & Ferm, A. 1987. Initiation, structure and sprouting of dormant basal buds in *Betula pubescens*. *Flora* 179: 55-83.

Laine, J. & Vasander, H. 2005: Suotyypit ja niiden tunnistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki. 110 s. ISBN 952-5118-70-3

Laine, J., Komulainen, V-M., Laiho, R., Minkkinen, K., Rasinmäki, A., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Silvan, N., Tolonen, K., Tuittila, E-S., Vasander, H. & Päivänen, J. 2004. Lakkasuo – a guide to mire ecosystem. University of helsinki, Department of Forestry Ecology Publications 31. 123 s.

Leikola, M. & Mustanoja, M. 1961. Koivun kantojen vesominen. *Laudaturtyö*. Helsingin yliopisto. 72 s.

Lindholm, T. & Vasander, H. 1990. Production of eight species of *Sphagnum* at Suurisuo mire, Southern Finland. *Ann. Bot. Fennici* 27: 145-157.

Loukola, O. 2008. Ennallistamisen vaikutukset soiden perhosiin. Pro Gradu- tutkielma. Jyväskylän yliopisto. 30 s.

Mannerkoski, H. 1985. Effect of water table fluctuation on the ecology of peat soil. (Tiivistelmä: vedenpinnan vaihtelun vaikutus turvemaan ekologiaan). Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen julkaisuja 7. 190 pp.

Metsähallitus. 1993. Luonnonsuojelualueiden hoidon periaatteet. Valtion omistamien luonnonsuojelualueiden tavoitteet, tehtävät ja hoidon yleislinjat. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 1. 55 s.



Metsähallitus. 2006. Kurjenrahkan kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja C1. 68 s. ISBN 952-446-470-5

Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Acta Forestalia Fennica 50(3): 1-102.

Nivala, V. 2006. Soiden suojelu ja ennallistaminen yksityismailla. Metsäntutkimuspäivä "Soiden ennallistaminen – tarpeet, kokemukset, tutkimus" Muhoksella 4.4. 2006.

Paavilainen, E. 1970. Astiakokeita pintalannoituksen vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen kylvön onnistumiseen muokkaamattomalla kasvualustalla. Summary: On the effect of top dress fertilization on successful seeding of birch, pine and spruce. vessel experiments in soil with an untreated surface. Comm. Inst. For. Fenn. 72(1): 1-37.

Rajasärkkä, A. 2006. Soiden ennallistaminen ja linnusto. Metsäntutkimuspäivä "Soiden ennallistaminen – tarpeet, kokemus, tutkimus" Muhoksella 4.4. 2006.

Reinikainen, O. 1980. Suoekosysteemi toimii. Teoksessa: Suomen Luonto 3: 211-261.

Sarkkola, S., Hökkä, H., Koivusalo, H., Nieminen, M., Ahti, E., Päivänen, J. & Laine, J. 2010. Role of tree stand evapotranspiration in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. Can. J. For. Res. 40: 1485-1496.

Sallantaus, T. 2010. Soiden ennallistamisen vaikutukset hydrologiaan ja ravinnekuormitukseen. Uusia keinoja virtaamien ja talviaikaisen ravinnekuormituksen hallintaan – seminaari 30.3.2010. Suomen Ympäristökeskus, biodiversiteettiyksikkö.

Sallantaus, T., Vasander, H. & Laine, J. 1998. Metsätalouden vesistöhaittojen torjuminen ojitetuista soista muodostettujen puskurivyöhykkeiden avulla. Summary: Prevention of detrimental impacts of forestry operations on water bodies using buffer zones created from peatlands. Suo 49(4): 125-133.



Silver, T. 1997. Ojitettuja soita mahdollista ennallistaa valtion varoin. Artikkelin Lusto - lehdessä 24.9. 1997.

Silver, T. & Joensuu, S. 2005. Ojien kunnon säilymiseen vaikuttavat tekijät kunnostusojituksen jälkeen. Summary: The condition and deterioration of forest ditches after ditch network maintenance. Suo 56(2): 68-91.

Silver, T., Saarinen, M. & Kajava, S. 2008. Metsälain mukaisten erityisen tärkeiden suoelinympäristöjen määrittäminen ja metsälakikartoituksen luotettavuus Lounais-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 3/2008: 229-236.

Silver, T., Joensuu, S. & Pakkala, M. 2009. Laskeutusaltaiden tila ja tyhjennystarve Lounais-Suomen vanhoilla ojitusalueilla. Summary: The condition and need for emptying of sedimentation ponds on old drained peatlands in South-West Finland. Suo 60(1-2): 37-46.

Tahvanainen, T. 2006. Hydrologian huomioiminen soiden ennallistamisessa. Metsäntutkimuspäivä "Soiden ennallistaminen - tarpeet, kokemukset, tutkimus" Muhoksella 4.4.

Tahvanainen, T. 2007. Kymmenen vuoden aikaskaala ennallistettujen soiden kehityksen arvioimisessa. Teoksessa: Syrjänen, K., Horne, P., Koskela, T. & Kumela, H. (toim.). METSON seuranta ja arviointi. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman seurannan ja arvioinnin loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. Vammalan kirjapaino Oy. S. 42-44. ISBN 978-952-453-324-9

Vasander, H. (toim.). 1998. Suomen suot. Suoseura ry, Helsinki. 168 s. ISBN 951-97826-0-5

Vasander, H. 1999. Mitä järkeä ennallista soita? Metsätieteen aikakauskirja 4/1999: 753-756.

Vasander, H. 2002. Soiden ennallistaminen. Tietotaulu 39.1. Tapion taskukirja, 24. Metsälehti kustannus, S. 223.



Vasander, H. & Tuittila, E.-S. 1996. Soiden ennallistaminen - haaste tutkijoille ja teollisuudelle. Suo ja Turve 3: 14-17.

Vasander, H., Tuittila, E.-S., Lode, E., Lundin, L., Ilomets, M., Sallantaus, T., Heikkilä, R., Pitkänen, M.-L. & Laine, J. 2003. Status and restoration of peatlands in northern Europe. Wetlands Ecology and Management 11: 51-63

Ympäristökeskus. 2005. Lausunto kunnostusojitushankkeen vesiensuojelusuunnitelmasta Pöytyällä, hankenro 4872









metsäkeskus

ISBN 978-952-283-027-2, nid.  
ISBN 978-952-283-028-9, pdf