

✚ Metsityksen taloudellinen kannattavuus paksuturpeisilla suonpohjilla

Profitability of afforestation on cutaway peatlands with thick peat-layer

Risto Lauhanen, Kari Laasasenaho, Lasse Aro, Paavo Ojanen, Kari Minkkinen, Liisa Jokelainen, Otto Liutu & Annalea Lohila

Risto Lauhanen, Seinäjoen ammattikorkeakoulu, risto.lauhanen@seamk.fi; Kari Laasasenaho, Seinäjoen ammattikorkeakoulu; Lasse Aro, Luonnonvarakeskus; Paavo Ojanen, Metsätieteiden laitos, Helsingin yliopisto ja Luonnonvarakeskus; Kari Minkkinen, Liisa Jokelainen, Otto Liutu, Metsätieteiden laitos, Helsingin yliopisto; Annalea Lohila, Ilmakehätieteiden keskus, Helsingin yliopisto

Energiaturvetuotannon nopean vähentymisen seurauksena paksuturpeisia soita on jäänyt pois tuotannosta. Metsitys on kiinnostanut maanomistajia eniten keskeisenä suonpohjien jatkokäyttömuotona. Tässä työssä metsityksen kannattavuutta tutkittiin paksuturpeisilla (50–60 cm) turvetuotannosta poistuneilla suonpohjilla kolmen varttuneen puuston historian perusteella. Laskelmissa käytettiin investoinnin netto nykyarvon ja sisäisen koron menetelmiä. Metsitys kannatti ilman tukia Talasnevan (Alavus) ja Aitonevan (Kihniö) männiköissä 70 vuoden kiertojalla, 3 %:n diskonttorolla oletetuilla kulu- van vuosikymmenen alkupuolen kantohinnoilla. Aitonevan luontaisesti syntyneessä hieskoivuvaltaisessa koivikossa toiminta kannatti 60 vuoden kiertojalla ilman tukia 1 %:n korkokannalla. Jatkolannoitukset mukaan lukien Aitonevan männikön osalta investoinnin sisäinen korko oli 3,5 %.

Avainsanat: metsitys, suonpohja, hieskoivu, metsälannoitus, sisäinen korko, netto-nykyarvo, kannattavuus, mänty

Keywords: afforestation, cutaway peatlands, downy birch, forest fertilization, internal rate of return, net present value, profitability, Scots pine

Johdanto

Aktiivista, ympäristöluvan saanutta turvetuotantoalaa oli Suomessa noin 50 000 hehtaaria vuonna 2019 (AFRY 2020). Vuosina 2016–2018 energiaturpeen käyttö oli 15 TWh vuodessa, mikä vastasi noin 15 miljoonaa kuutiometriä turvetta (AFRY 2020). Energiaturvetuotanto on kuitenkin vähentynyt merkittävästi viime vuosina. Turpeen polton hiilidioksidipäästöt, energiaturpeen korkea päästöoikeuden hinta, haitalliseksi koetut turvetuotannon vesistövaikutukset sekä alkuperäisen suoluonnon monimuotoisuuden turvaaminen ovat osaltaan vaikuttaneet energiaturpeen käytön vähenemiseen. Alimmillaan energiaturvetuotanto oli noin 2,8 miljoonaa m³ vuonna 2021 (Bioenergia 2021), ja vuonna 2024 se oli noin 3,7 miljoonaa m³ (Bioenergia 2024).

Energiaturvetuotannolla ja alan yrittäjyydellä on ollut keskeinen asema Pohjanmaan maakunnissa, ja tuotantoalasta oli noin 14 000 hehtaaria Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla vuonna 2019 (ks. AFRY 2020). Energiaturvetuotanto on ollut Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla tärkeä työllistäjä. Pohjois-Pirkanmaa, Satakunta, pohjoinen Keski-Suomi ja Pohjois-Karjala ovat olleet myös tärkeitä turvemaakuntia. Turpeen käytön vähenemistä ja siitä seurannutta tilannetta on pyritty kompensoimaan maakunnissa EU:n Oikeudenmukaisen siirtymän rahoituksella eli JTF-rahoituksella (Just Transition Fund), kun tilanteesta on tullut aluetaloudellisesti haastava (Laasasenaho ym. 2022). JTF-rahoituksella on voitua tukea kosteikkojen rakentamista turvetuotantoalueille, uuden liiketoiminnan ja koulutuksen kehittämistä turvetuotannosta työttömiksi jääneiden syrjäytymisen estämiseksi sekä turvetuotannon jatkokäytön tutkimus- ja kehittämishankkeita.

Energiaturvetuotannon merkittävä väheneminen on lisännyt käytöstä poistuneiden turvetuotantoalueiden määrää erityisesti Etelä-Pohjanmaalla. Parhailaan selvitetään turvetuotantoalueiden eri jatkokäyttömuotoja sekä niiden ilmasto- ja ympäristövaikutuksia. Koska läntisessä Suomessa on paljon yksityisten omistamia maa-alueita ja maanomistajat päättävät jatkokäytöstä, Laasasenaho ym. (2023) tutkivat maanomistajien näkemyksiä käytöstä poistuneiden turvetuotantoalueiden jatkokäytöstä. Kyselyn mukaan lisätuloja tuovat

metsätalous ja maatalous kiinnostivat maanomistajia eniten. Lisäksi maanomistajat olivat kiinnostuneita aurinko- ja tuulivoiman tuotannosta (ks. myös Laasasenaho ym. 2024).

Metsätalous on maatalouden tavoin tunnettu ja perinteisenä pidetty maankäyttömuoto suonpohjilla. Suonpohjien metsitystä on myös tutkittu pitkään ja siitä on olemassa pitkäaikaisia kenttäkokeita Suomessa (Kaunisto 1985; Aro ym. 1997). Aro & Kaunisto (2003) ovat todenneet kasvupaikan riittävät ravinnevarat ja oikeat ravinnesuhteet menestyksellisen metsänkasvatuksen edellytykseksi, kun suonpohjan kuivatustila on hyvä.

Suon pohjaturpeessa on niukasti kivennäisravinteita ja runsaasti tyypeä. Kivennäisravinteiden puute korostuu paksuturpeisilla (yli 40 cm) suonpohjilla, sillä kasvatettavien puiden juuret eivät yllä turvekerroksen alla sijaitsevaan kivennäismaahan, jossa mm. fosforia ja kaliumia olisi saatavilla (Kaunisto & Viinämäki 1991; Aro ym. 1997). Tällaisissa olosuhteissa puiden alkukehitys metsityksen jälkeen ja kasvu myöhemmissä vaiheissa täytyy turvata kivennäisravinnelannoituksella (Aro ym. 1997). Lannoitustarpeen arvioiminen suonpohjien metsityksen yhteydessä on tärkeä ja ajankohtainen toimenpide, sillä viime vuosina energiaturvetuotannosta on voinut poistua alueita, joilla turvetta on vielä merkittävästi jäljellä. Aiempaan nähden metsitykseen soveltuvat suonpohjat useimmiten lannoitetaan puutuhkalla joka tapauksessa metsityksen onnistumisen varmistamiseksi. Jylhän ym. (2020) mukaan tuhkalannoitus on tarpeen hieskoivun kasvatuksessa.

Suonpohjia on metsitetty yleensä männylle ja koivulle. Aktiivisilla ohutturpeisten turvetuotantoalueiden metsitystoimilla voidaan saavuttaa hyviä puuston keskikasvuja kiertoajassa (65–84 vuotta) eli keskimäärin 5,9–9,8 m³ ha⁻¹ vuodessa (Aro ym. 2020). Jylhä ym. (2015) tutkivat hieskoivun kasvatuksen kannattavuutta energiapuun tuotantoa varten entisillä ohutturpeisilla turvetuotantoalueilla Pohjois-Suomessa 15–26-vuotiailla lyhytkiertoviljelmillä, jotka olivat syntyneet luontaisesti. Tällöin päästiin biomassatuotoksiin 3 tonnia kuiva-ainetta hehtaarilla. Hirvituhot voivat kuitenkin haitata hieskoivun kasvatusta. Jylhä ym. (2024) ovat laskeneet myös pellonmetsityksen kannattavuutta kenttäkoemittausten ja Motti-

ohjelmiston avulla kivennäismailla ja turvemailla. Metsitetyt suopellot voivat turpeen ravinnetilan osalta kuitenkin poiketa huomattavasti suonpohjien ravinnetilasta, eikä pellonmetsityksestä saatuja tuloksia voi suoraan yleistää suonpohjille.

Suometsätalouden erilliskannattavuutta metsäojitetuilla soilla on aiemmin tutkittu mm. puutuhkalannoituksen (Lauhanen ym. 1997) ja kunnostusojituksen osalta (Leskinen & Aarnio 1998; Ahtikoski ym. 2008; Hökkä ym. 2016). Niissä on laskettu investointien nettotulosten nykyarvoja ja sisäisiä korkoja. Ahtikosken ym. (2008) mukaan kunnostusojituksen tuottama investoinnin sisäinen korko oli 1,6–3,7 % lyhyellä aikavälillä ilman valtion tukia simulointilaskelmien mukaan.

Vaikka metsitys on muutenkin ollut suosituin jatkokäyttömuoto, käytöstä poistuneiden turvetuotantoalueiden ja vajaatuottoisten alueiden metsityksiä tuettiin julkisin varoin (Laki metsityksen määräaikaisesta tukemisesta 1114/2020; Maa- ja metsätalousministeriö 4.12.2024) vuosina 2020–2023.

Nykytilanteessa käytöstä poistuneiden turvetuotantoalueiden metsitysten yksityistaloudellisesta kannattavuudesta tarvitaan ajantasaista tutkimustietoa käytännön päätöksenteon tueksi – myös ilman tukia. Esimerkiksi maanomistajien ja metsäalan neuvojien on tärkeää saada tietoa metsityksen kannattavuudesta, jotta eri jatkokäyttömuotojen taloudellisia eroja voidaan vertailla.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää käytöstä poistuneiden paksuturpeisten turvetuotantoalueiden metsitysten kannattavuutta kiertojen puitteissa käytännön esimerkkikohteilla varttuneiden puustojen lähtötietojen ja erilaisten metsänhoitotoimien perusteella.

Aineisto ja menetelmät

Metsityskohteet

Tutkimuksen metsitetyt turvetuotannosta vapautuneet suonpohjat sijaitsevat Etelä-Pohjanmaalla Alavuden Talasnevalle (62°38'N, 23°43'E, 130 m mpy.) ja Kihniön Aitonevalle Pirkkanmaalla (62°12'N, 23°18'E, 160 m mpy., Taulukko 1, Kuvat 1 ja 2). Talasneva on käytännön metsityskohde. Aitonevan kohde puolestaan on Luonnonvarakeskuksen ylläpitämä suonpohjien metsityskoe (Kaunisto 1985).

Talasnevan tutkimuskohde on yksityismaalla ja noin yhden hehtaarin kokoinen osana noin 50 hehtaarin turvetuotantoaluetta. Aitonevan tutkimuskohde on myös noin 1 hehtaarin kokoinen osana noin 2,3 neliökilometrin aluetta, jota valtiojohtoinen Metsähallitus hallinnoi.

Kohteet valittiin tähän tutkimukseen, koska tyypillistä niille on varttuneiden puustojen lisäksi paksuturpeisuus sekä sijainti keskeisillä turvetuotantoseuduilla Etelä-Pohjanmaalla ja Luoteis-Pirkanmaalla lähellä Etelä-Pohjanmaan rajaa.

Taulukko 1. Kohteiden taustatiedot (Aro & Kaunisto 2003; Jokelainen 2022, maanomistajan antamat lannoitustiedot Talasnevalta 26.11.2024). Selitykset: Kohteittain puulaji, puuston ikä vuonna 2024, turvekerroksen paksuus (cm) sekä lannoitustiedot ja -ajankohdat. Lisäksi tehdyt harvennushakkuut ja vuodet.

Table 1. Background information for the experiments (Aro & Kaunisto 2003; Jokelainen 2002, info by the landowner of Talasneva on the 26th of November 2024). Talasneva (62°38'N, 23°43'E) and Aitoneva (62°12'N, 23°18'E) locate in the middle of Western Finland. In addition, the real thinning cutting removals (m³ ha⁻¹) and years are presented in the table. Legend: Experiment regions and sites, tree species, stand age (years) in the year 2024, thickness of the peat layer (cm) and fertilization information with the application years. Mänty = Scots pine and hieskoivu = downy birch. B laikkulannoitus = boron fertilization per tree plant.

Kunta/ Municipality	Koala/ Site	Puulaji/ Tree species	Ikä/ Age	Turvekerros/ Peat layer	Lannoitukset ja vuodet/ Fertilizations and year
Alavus	Talasneva 1	Mänty	31	60	B laikkulannoitus (1993)
Kihniö	Aitoneva 3	Mänty	60	50	NPK (1964), PK (1975), PKB (1996)
Kihniö	Aitoneva 4	Hieskoivu	55–60	50	NPK (1964), PK (1975), PKB (1996)
Harvennuspoistuma ja vuosi/ Thinning cutting removal and year					
Alavus	Talasneva 1			66 m ³ ha ⁻¹ (2019)	
Kihniö	Aitoneva 3		30 m ³ ha ⁻¹ (1987), 108 m ³ ha ⁻¹ (2020–2021)		
Kihniö	Aitoneva 4		30 m ³ ha ⁻¹ (1987), 43 m ³ ha ⁻¹ (2020–2021)		



Kuva 1. Tutkimuksessa käytetty Talasnevan metsitetty suonpohja toukokuussa 2022. Harvennushakkuu tehtiin vuonna 2019 metsikön ollessa 26-vuotias ja sen voimakkuus oli noin 30 % puuston tilavuudesta.

Figure 1. Scots pine stand of Talasneva in May 2022. Talasneva (62°38'N, 23°43'E) locates in the middle of Western Finland. The thinning cutting was carried out in 2019 with the intensity of about 30% of the stand volume and stand age of 26 years. (Kuva/Photo: Risto Lauhanen).

Lisäksi suonpohjien yksityinen maanomistus on yleistä näillä seuduilla. Kohdevalinnan taustalla oli myös EU:n osarahoittama kehittämishanke TUPSU, jossa vuosina 2024–2026 tutkitaan eri-ikäisten metsitettyjen suonpohjien kasvihuonekaasupäästöjä sekä metsityksen vesistövaikutuksia (SEAMK 2025). Näiden ohessa mitataan puusto- ja kasvillisuustietoja.

Puustomittaukset

Vuonna 1964 perustetun Aitoneva3-kohteen männikön alkuvaiheen puusto- ja lannoitus- sekä vuoden 1987 ensiharvennuksen hakkuukertymätiedot saatiin Aron & Kauniston (2003) tutkimuksesta ensimmäisen 33 vuoden ajalta.

Suonpohjien turpeen kasvihuonekaasumittausten ja -analysoinnin tueksi tehtiin myös



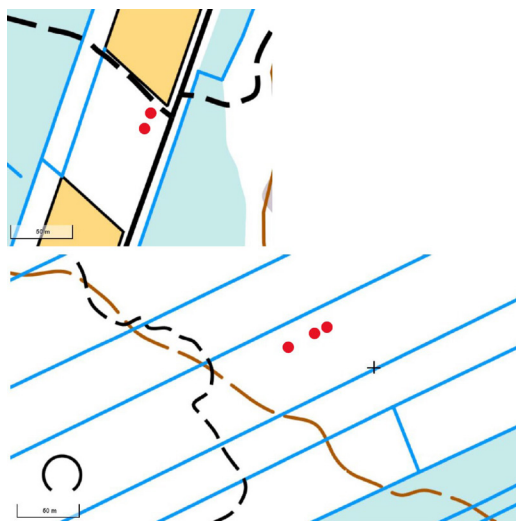
Kuva 2. Tutkimuksessa käytetty Aitonevan metsitetty suonpohja männikön ja koivikon rajalla talven 2020/2021 kasvatushakkuun jälkeen kesäkuussa 2021. Harvennushakkuu oli tasoa 30 % puuston tilavuudesta.

Figure 2. A view of the Aitoneva tree stand near the border of Scots pine stand and downy birch stand after intermediate cutting in June 2021. The thinning cutting was carried out in the winter period of 2020/2021 with the intensity of about 30% of the stand volume. Aitoneva (62°12'N, 23°18'E) locates in the middle of Western Finland. (Kuva/Photo: Kari Laasasenaho).

Aitonevan ja Talasnevan puustomittaukset kasvihuonekaasumittauspisteiden välittömässä läheisyydessä (Kuva 3). Puustomittaukset tehtiin syyskuussa 2023 ja niiden pohjalta laskettiin puuston tilavuudet.

Varttuneissa metsiköissä (Talasneva1, Aitoneva3 ja Aitoneva4) mitattiin kaikki ympyräkoalan sisällä olevat, rinnankorkeusläpimitaltaan yli 7 cm puut. Ympyräkoaloja mitattiin Talasneva1-kohteella ja Aitoneva4-kohteella kaksi sekä Aitoneva3-kohteella yksi (Kuva 3). Talasnevalla koalan säde oli 3,99 metriä, Aitoneva3-kohteella 7,98 metriä ja Aitoneva4-kohteella 6,00 metriä. Koalojen säde oli mittausten kustannustehokkuuden takia sitä suurempi, mitä iäkkäämmästä ja kookkaammasta puustosta oli kysymys. Puista kirjattiin puulaji, terveys (luokitteluna 1 = terve ja 0 = kuollut), rinnankorkeusläpimitta ($d_{1,3}$, mm), pituus (h, m) sekä elävän latvuksen alaraja (h_c , m).

Talasneva1-kohteella elävän mäntypuuston keskiläpimitta oli 16,6 cm ja keskipituus 14,5 m. Vastaavat keskitunnukset Aitoneva3-kohteen männikössä olivat 28,6 cm ja 20,4 m. Aitoneva4-kohteen koivikon keskiläpimitta oli 27,6 cm ja keskipituus 22,1 m terveen puuston osalta.



Kuva 3. Talasnevan (ylempi kartta) ja Aitonevan kasvi-huonekaasumittauspaikkojen sijainnit. Puustot mitattiin myöhemmin näiden läheltä syksyllä 2023. Talasnevalle kaksi koealaa, ja koealan säde 3,99 metriä. Aitoneva3-kohteella yksi koeala ja sen säde 7,98 metriä (vasemman puolimmais). Aitoneva4-kohteella kaksi koealaa, ja koealan säde 6,00 metriä. Taustakuvan lähteenä © Maanmittauslaitos Karttapaikka, 2025.

Figure 3. The layout of greenhouse gas measurement sites of Talasneva (upper map) and Aitoneva. The tree stands were measured in the Autumn 2023 after the starting time-point of the greenhouse gas measurements. The radius of the measurement plot is 3.99 meters at Talasneva with two plots. The radius for plot is 7.98 meters at Aitoneva3 with one plot (on the left wing) and the radius for plot is 6.0 meters at Aitoneva4 with two plots. Talasneva (62°38'N, 23°43'E) and Aitoneva (62°12'N, 23°18'E) locate in the middle of Western Finland. The source of the original map is the © MapSite of the National Land Survey of Finland, 2025.

Kasvatushakkuun poistumat määritettiin mitaamalla ristiin kantoläpimitat (d_k , cm) ympyräkoelaloilla ja johtamalla puiden rinnankorkeusläpimitat ($d_{1,3}$, cm) kantoläpimitasta Laasasenahon (1982) kaavan perusteella:

$$d_{1,3} = (d_k - 2,0)/1,25 \quad (1)$$

Maastomittausaineiston koepuiden, puuston ja kantojen hehtaarikohtaisten runkolukujen sekä yksittäisten puiden tilavuustietoja ja puutavaralajiosuuksia koskevien taulukoiden (Ärölä 2018) perusteella määritettiin hakkuupoistuman

osalta rungon keskijäreys ja hehtaarikohtaiset hakkuukertymäärviot.

Puustojen teknistä laatua ei kohteilla arvioitu koeala- tai kantomittausten yhteydessä. Laatutunnuksia ei ollut saatavilla myöskään Talasnevan maanomistajalta eikä Aron & Kauniston (2003) tutkimuksesta, joten laskelmissa sovellettiin Verkasalon (1997, 2002) tutkimustuloksia. Turvemaiden puustojen tukkipuuosuudet ovat puiden järeys ja laatuviikojen takia pienempiä kuin kivennäismailla. Uudistuskypsen männikön tukkipuuosuus oli 60 % ja harvennusikäisen 25 % (Verkasalo 2002). Hieskoivun tukkipuuosuus oli laskelmissa 10 % (Verkasalo 1997).

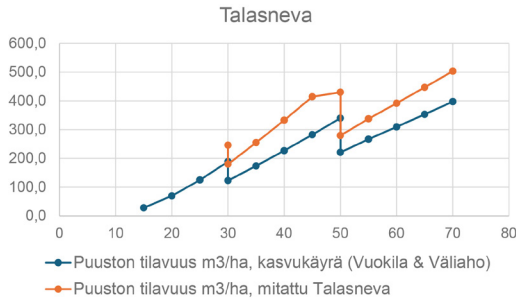
Ensimmäisissä tutkimuskohteiden harvennuksissa oletettiin kertyvän vain kuitupuuta. Talasnevan ja Aitonevan männiköiden väliharvennuksissa kertyi tukki- ja kuitupuuta, samoin uudistushakkuissa (ks. edellä Verkasalo 2002). Aitonevan hieskoivikon uudistushakkuussa tukkipuuosuus oli 10 % (Verkasalo 1997). Muutoin hieskoivikon harvennuksissa saatiin kuitupuuta.

Puustojen kasvu- ja tuotosennusteet

Puustojen kehitystä ennustettiin kiertoajan loppuun Vuokilan & Väliahon (1980) kasvu- ja tuotostaulukoiden sekä maastomittausten avulla niin, että ne olivat mahdollisimman lähellä toisiaan. Näin tehtiin, koska avoimia simulointimalleja ei ollut käytettävissä laskelmia varten.

Talasnevan männikön osalta sovellettiin aluksi taulukkoa M30:10, jossa pituusboniteetti oli 30. Taulukon mukaan 80 vuoden kiertoaikana tehtiin 2 harvennusta, joiden voimakkuus oli 30 % puuston tilavuudesta. Vastaavasti Aitonevan männikön osalta sovellettiin aluksi pituusboniteetin 27 mukaista taulukkoa M27:16 (Vuokila & Väliaho 1980). Tavoite oli siis löytää taulukot, joissa maastossa mitatut puustojen tilavuudet ja ikätiedot sopivat toisiinsa.

Aitoneva3-kohteen männikkö edusti Etelä-Suomen pituusboniteettia 27 eli kivennäismaan mustikkatyypin vastaavaa mallia (vrt. Aro ym. 2016). Talasneva1-kohde edusti vastaavasti pituusboniteettia 30 eli kivennäismaan lehtomaisen kankaan mallia, joka vastasi viljavuudeltaan ruohoturvekangasta.

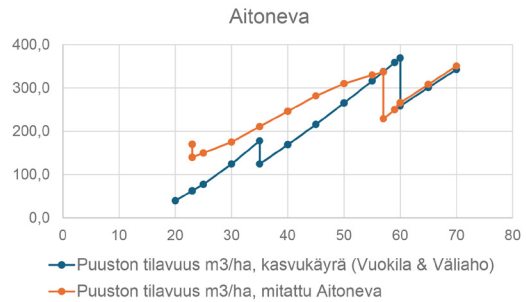


Kuva 4. Talasnevan männikön kasvu- ja tuotosennuste. Ensimmäinen harvennushakkuu vuonna 2019 ja hakkuukertymä $66 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (noin 30 % puuston tilavuudesta ja poistuma-arviolla 800 runkoa hehtaarilla) metsikön ollessa 26-vuotias. Teknisesti tilanne on kuvassa 30-vuotiaana, jolloin mitattu puuston tilavuus oli $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ vuonna 2023. Vuokilan ja Väliahon (1980) malliin tukeutuen toinen harvennus 50-vuotiaana $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (voimakkuus 35 %). Uudistushakkuu 70-vuotiaana ja hakkuukertymäennuste $503 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Kuvassa x-akselilla metsikön ikä ja y-akselilla puuston tilavuus. Oranssilla värillä Talasneva ja sinisellä Vuokila ja Väliaho (1980).

Figure 4. Growth and yield estimations for Talasneva Scots pine stand. Talasneva ($62^\circ 38' \text{N}$, $23^\circ 43' \text{E}$) locates in the middle of Western Finland. The first thinning cutting in 2019 with the removal of $66 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (intensity of 30%) based on stump estimations (removal of 800 stems per hectare) and calculations. The measured stand volume was $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ in the year 2023 at the stand age of 30 years. The second thinning cutting of $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (intensity 35%) at the stand age of 50 years. The final cutting of $503 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ at the stand age of 70 years based on the models of Vuokila and Väliaho (1980). In the Figure, x-axis stand age and y-axis stand volume. The orange color line is Talasneva and blue color line is given by Vuokila and Väliaho (1980).

Nykyajan metsänhoito- ja hakkuukäytänteiden perusteella männiköiden kiertoajaksi määritettiin 70 vuotta. Lisäksi harvennuspoistuma oli 35 % puuston tilavuudesta. Koska turvemaiden korjuuolot ovat haastavia ja hakkuukertymät alhaisia, sovellettiin kahden harvennushakkuun toimintamallia kiertoaikojen puitteissa sekä Talasneva1 (Kuva 4) että Aitoneva3 (Kuva 5) kohteilla (ks. Vuokila & Väliaho 1980).

Kun Aitoneva3-kohteella oli käytössä puustomittaustiedot 60 vuoden ajalta, sovellettiin Vuokilan & Väliahon (1980) taulukkoa M27:16 olettaen männikön kiertoajaksi 70 vuotta. Talasneva1-kohteen osalta sovellettiin lopulta metsikön kiertoajan 70 vuotta -taulukkoa M30:18.



Kuva 5. Aitonevan männikön kasvu- ja tuotosennuste. Ensimmäinen harvennushakkuu vuonna 1987 ja hakkuukertymä $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Aro & Kaunisto 2003). Toinen harvennus oli 57-vuotiaana $108 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (eli noin 30 % puuston tilavuudesta, kun poistuman runkoluku oli 600 kappaletta hehtaarilla). Mitattu puuston tilavuus oli $250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ vuonna 2023. Uudistushakkuu 70-vuotiaana ja hakkuukertymä $350 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Kuvassa x-akselilla metsikön ikä ja y-akselilla puuston tilavuus. Oranssilla värillä Aitoneva ja sinisellä viivalla Vuokila ja Väliaho (1980).

Figure 5. Growth and yield estimations for Aitoneva Scots pine stand. The location of Aitoneva ($62^\circ 12' \text{N}$, $23^\circ 18' \text{E}$) is in the middle of Western Finland. The first thinning cutting was in 1987 with the removal of $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Aro & Kaunisto 2003). The second thinning cutting of $108 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ at the stand age of 57 years (with the removal of about 30% of stand volume and with the stem removal of 600 per hectare). The measured stand volume was $250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ in 2023. The final cut of $350 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ at the stand age of 70 years. In the Figure x-axis means stand age and y-axis stand volume. The orange color line Aitoneva and the blue color line given by Vuokila and Väliaho (1980).

Aitonevan4-kohteen hieskoivikon ensimmäinen harvennus arvioitiin vuodelle 1987 ja hakkuukertymäksi $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Aro & Kaunisto 2003). Toinen harvennus oli 57-vuotiaassa metsikössä, jolloin hakkuukertymä oli $43 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ kantomittausten (runkoluku 500 kappaletta hehtaarilla) ja laskelmien perusteella.

Ojitetuilla turvemaidella hieskoivikon kiertoaika voi olla 50–60 vuotta Niemistön (2013) sekä Niemistön ym. (2017) laatimien laskelmien perusteella. Lisäksi hieskoivu on ikääntyessään altis lahovikojen syntymiselle. Siten Aitoneva4-kohteen uudistushakkuu oletettiin laskelmissa 59-vuoden ikäisenä (vuonna 2023), jolloin puuston tilavuus oli $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Metsänhoitokustannukset

Metsänhoitotöiden kustannukset saatiin viimeisimmästä ilmestyneestä Metsätalastollisesta vuosikirjasta (tilastovuosi 2021), jossa tiedot olivat tarkasti yksilöityinä muun muassa ojanperkaukselle eli kunnostusojitukselle (Metsätalastollinen... 2022). Perustamiskustannuksiin ($1\,871\text{ € ha}^{-1}$) oletettiin mukaan kunnostusojitus, maanmuokkaus, metsänviljely sekä puutuhkalannoitus (Taulukko 2).

Talasneva1-kohteen ja Aitoneva3-kohteen männiköt oli perustettu istuttamalla. Aitoneva4-kohteen koivikko oli syntynyt luontaisesti. Aitonevan kohteilla oli tehty jatkolannoituksia vuosina 1975 ja 1996 (Aro & Kaunisto 2003). Näiden osalta laskelmissa käytettiin nykyhetken lannoituskustannuksia (Taulukko 2). Taimikonhoito oletettiin viidennelle metsänkasvatusvuodelle metsikön perustamishetkestä laskien (Taulukko 2).

Kannattavuusvertailujen takia perustamisen, puutuhkalannoituksen, taimikonhoidon ja ennakkoraivauksen kustannukset oletettiin samoiksi sekä Aitonevalla että Talasnevalla. Toisaalta tarkkoja kohteiden metsänhoitokustannuksia ei ollut käytettävissä. Luonnonvarakeskuksen (2025a) tilastoimissa vuosien (2020–2024) metsänhoitotöiden yksikkökustannuksissa ilmeni vuotuista vaihtelua, eli vuodesta toiseen kustannukset nousivat ja laskivat. Siksi herkkyyksianalyysissä metsityksen kustannuksia nostettiin 20 prosentilla.

Taulukko 2. Metsänhoitotöiden kustannukset (€ ha^{-1}) Etelä-Pohjanmaalla vuonna 2021 (Metsätalastollinen 2023...).

Table 2. *Silviculture costs (€ ha^{-1}) in the region of South-Ostrobothnia in the year 2021. (Metsätalastollinen 2023...).*

Perustamis- ja hoitotyöt/ Establishment and management work	Kustannus (€)/ Costs (€)
Ojen kunnostus/Ditch cleaning	398
Maanmuokkaus/Soil preparation	382
Metsänviljely/Tree planting	652
Puutuhkalannoitus/Wood-ash fertilization	385
Taimikonhoito/Pre-commercial thinning	487
Ennakkoraivaus/Cleaning of cutting areas	290
Yhteensä/Total	1871

Harvennus- ja uudistushakkuita edeltävät työmaiden ennakkoraivaukset oletettiin tarpeelliseksi, koska turpeen tyyppi ja jatkolannoitukset rehevöittävät kasvupaikkaa (ks. Aro ym. 2016). Maanomistajan mukaan harvennusalan ennakkoraivaus oli tehty Talasnevalla.

Metsänhoitomaksut, metsäautotiet sekä verot ja hallinnolliset kulut ja maksut oletettiin laskelmissa metsityksestä riippumattomiksi, eikä niitä siten sisällytetty laskelmiin.

Kannattavuuslaskelmat

Puuntuotannon kannattavuus laskettiin Talasnevan ja Aitonevan suonpohjien metsityskohteiden perusteella metsikön yhden kiertoajan puitteissa. Laskelmissa sovellettiin nettotulojen nykyarvon laskentaa ja sisäisen koron menetelmää. Nettotulojen nykyarvon laskennassa hakkuutulot diskontataan hakkuuajankohdista nykyhetkeen oletetuilla tuottovaatimuksilla eli diskonttokorolla (Lauhanen ym. 1997). Samoin metsänhoitokustannukset diskontataan kulloisenkin ajankohdan ja diskonttokoron perusteella (Kaava 2). Tässä tarkastelussa nykyhetkeksi määriteltiin metsitysjankohta.

Laskelmissa käytettiin pystykauppojen puunhintoja eli kantohintoja mäntytykin, mäntykuitupuun, koivutukin ja koivukuitupuun osalta, koska hankintahinnoissa olisi jouduttu määrittämään metsänomistajakohtaiset puunkorjuukustannukset. Edelleen taimikon perustamiskustannukset edustivat perustamisvuoden eli nykyhetken kustannuksia.

Nettotulojen nykyarvo saadaan vähentämällä diskontatuista hakkuutuloista diskontatut metsänhoitotöiden kustannukset (Kaava 2). Toiminnan kannattavuus edellyttää, että nettotulojen nykyarvon on oltava suurempi kuin 0.

$$NPV = \sum_{i=0}^t B_i \times (1 + p / 100)^{-i} - \sum_{i=0}^t c_i \times (1 + p / 100)^{-i} \quad (2)$$

missä NPV = nettotulojen nykyarvo (€ ha^{-1}), B_i = hakkuutulot (€ ha^{-1}) sekä c_i = metsikön perustamiskustannukset ja metsänhoitokustannukset (€ ha^{-1}). Edelleen i = on hakkuun tai metsänhoitotoimen toteutusvuosi, t = aika vuosina sekä p = korkokanta reaalikorkona.

Investoinnin sisäinen korko puolestaan on se korkokanta, jolloin nettotulojen nykyarvo on 0 (Kaava 2). Tällöin nykyhetken diskontatut hakkuutulot ja diskontatut metsänhoitokustannukset ovat yhtä suuret (Lauhanen ym. 1997; Hytönen & Aarnio 1998).

Laskelmien avulla tutkittiin, onko turvetuotantoalueen metsitys kannattavaa hehtaarisalla (€ ha^{-1}) näillä kohteilla ja käytetyillä laskentaoletuksilla. Nettotulojen nykyarvot ja investointien sisäiset korot laskettiin olettaen, että Talasnevan ja Aitonevan metsitykset tehtäisiin vuonna 2024, ja puustojen kehityssarjat vastaisivat vuoden 2023 puustomittaustietoja, Aitoneva3 männikön osalta Aron & Kauniston (2003) julkaisemia tietoja sekä Vuokilan ja Väliahon (1980) kasvu- ja tuotostaulukoiden ennusteita yhden kiertoajan loppuun saakka (Kuvat 4 ja 5). Lisäksi metsänhoitotoimenpiteitä ja niiden kustannuksia koskivat vastaavat oletukset (Taulukko 2).

Laskelmissa käytettiin syyskuun 2024 kantohintoja (Riikilä 2024). Uudistushakkuussa mäntytukin hinta oli 80 € m^{-3} ja mäntykuitupuun 30 € m^{-3} (Talasneva1- ja Aitoneva3 -kohteilla). Väliharvennuksessa mäntytukin hinta puolestaan oli 74 € m^{-3} . Uudistushakkuussa koivutukin hinta oli 48 € m^{-3} ja koivukuitupuun 30 € m^{-3} (Aitoneva4-kohteella). Rauduskoivulle ja hieskoivulle hinnat olivat samat.

Lisäksi tehtiin vaihtoehtoisia herkkyyssanalyy-silaskelmia, joissa käytettiin eri diskonttokorkoja (1 %, 3 % ja 5 %) ja puun kantohintoja. Tällöin uudistushakkuussa mäntytukin hinnaksi oletettiin 60 € m^{-3} ja mäntykuitupuun 15 € m^{-3} , kun väliharvennustukin hinta oli 50 € m^{-3} . Vastaavasti koivutukin hinnaksi oletettiin 35 € m^{-3} uudistushakkuussa ja koivukuitupuun 15 € m^{-3} . Harvennuksissa koivukuitupuun hinta oli 15 € m^{-3} . Luonnonvarakeskuksen (2025b) tilastoimat vuosien 2020–2024 keskimääräiset kantohinnat olivat tutkimuksessa käytettyjen kantohintojen vaihteluvälin sisällä.

Lisäksi herkkyyssanalyyseissa metsikön perustamiskustannukset laskettiin 20 % korkeammilla kustannuksilla kuin taulukossa 2 on esitettyinä. Vaihtoehtoisissa laskelmissa otettiin mukaan myös metsityksen perustamistuki, joksi oletettiin 50 % perustamiskustannuksista.

Loppupuuston arvon huomioon ottaminen

Aitoneva4 -kohteen koivikon osalta tarkoitti Niemistön ym. (2017) tutkimuksen huomioon ottamista sekä nykyisen metsälain sallimaa kiertoaikaa. Toisaalta kiertoajan hakkuutulojen pitäisi yksistään kattaa metsitys- ja muut metsänhoitokustannukset. Aitoneva4-kohteen koivikon osalta laskelmat tehtiin sekä viljelemällä perustetulle koivikolle että luontaisesti syntyneelle koivikolle.

Tulokset

Männiköt

Talasneva1-kohteen ja Aitoneva3 -kohteilla männynistutus kannatti 70 vuoden kiertoaikana 3 prosentin diskonttokorolla. Tällöin investoinnin nettonykyarvo oli Talasnevalla 3500 € ha^{-1} ja Aitonevalla 1400 € ha^{-1} (Taulukko 3). Investoinnin sisäinen korko oli Talasnevalla 4,7 % ja Aitonevalla 3,8 % syksyn 2024 kantohinnoilla. Alemmilla kantohinnoilla investoinnin sisäinen korko oli Talasnevalla 3,6 % ja Aitonevalla 3,0 %.

Jos suonpohjan metsityskustannuksiin sai 50 %:n tuen, investoinnin sisäinen korko oli Talasnevalla 5,7 % ja Aitonevalla 4,7 %. Aitonevalla investoinnin sisäinen korko oli 3,5 %, kun metsikön perustamis- ja jatkolannoituskustannukset olivat laskelmissa mukana (Taulukko 3).

Jos männiköiden perustamiskustannukset olisivat olleet 20 % suuremmat kuin laskelmissa käytetyt kustannukset, olisi investoinnin sisäinen korko ollut 0,3 prosenttiyksikköä alaisempi sekä Talasnevalla että Aitonevalla.

Koivikko

Aitoneva4-kohteen hieskoivuvaltaisen koivikon puuntuotanto kannatti 60 vuoden kiertoaikana (laskenta-aika 59 vuotta) vuoden 2024 kantohinnoilla (Taulukko 4). Tällöin investoinnin nettonykyarvo oli 1320 € ha^{-1} , kun diskonttokorko oli 1 %, ja koivikko oletettiin viljelemällä perustetuksi. Jos metsitykseen sai 50 %:n perustamistuen, oli investoinnin nettonykyarvo 2230 € ha^{-1} 1 %:n diskonttokorolla ja investoinnin sisäinen korko 2,9 %. Alemmilla kantohinnoilla investointi ei kannattanut 1 %:n diskonttokorolla. Investoinnin sisäinen korko oli 0,4 %.

Taulukko 3. Turvetuotantoalueiden metsitysten nettotulojen nykyarvot (€ ha⁻¹) ja investoinnin sisäiset korot (%) män-
niköissä 70 vuoden kiertoajalla. Kohteen puuston kehitys
ja selitykset kuvissa 4 ja 5. Selitykset: a = uudistushakkuu-
tukin hinta 80 € m⁻³, väliharvennustukin 74 € m⁻³ ja kuitu-
puun 30 € m⁻³; b = kuten a, mutta uudistushakkuutukin
hinta 60 € m⁻³, väliharvennustukin 50 € m⁻³ ja kuitupuun
15 € m⁻³; c = kuten a, mutta metsityksen uudistamistuki
50 %; d = Aitonevalla vaihtoehto a sisältäen jatkolannoit-
ukset. Talasnevalla ei ollut jatkolannoituksia.

Table 3. Net present values and internal rates of return for Scots pine stands with the rotation of 70 years. Stand history in the Figure 4 and 5. Legend: a = stumpage price for saw log was 80 € m⁻³ and for pulp wood 30 € m⁻³ in the final cutting in the year 70. Stumpage price for saw log in thinning cutting was 74 € m⁻³ in the year 60, and for pulp wood 30 € m⁻³ in the year 60. b = The case of a, but stumpage price for saw log in final cutting was 60 € m⁻³ and 50 € m⁻³ in thinning cutting in the year 60 and price for pulp wood 15 € m⁻³. The case c = the case of a, with the subsidy of 50% for establishment costs. d = case a of Aitoneva including re-fertilization costs. There were no re-fertilization costs at Talasneva.

Koecala/ Site	Nettonykyarvot € ha ⁻¹ / Net present values € ha ⁻¹			Sisäinen korko, %/ Internal rate of return, %
Laskentakorko/ Discount rate (%)				
	1	3	5	
Talasneva				
a	17100	3500	−290	4,7
b	10500	1400	−1060	3,6
c	18000	4430	630	5,7
d	--	--	--	--
Aitoneva				
a	10700	1400	−1100	3,8
b	6200	50	−1500	3,0
c	11600	2300	−180	4,7
d	10100	970	−1390	3,5

Kun koivikko oletettiin luontaisesti synty-
neeksi, niin suonpohjan luontainen uudistaminen
paransi kannattavuutta, ja 1 %:n diskonttokorolla
nettonykyarvo oli 1 970 € ha⁻¹. Investoinnin si-
säinen korko puolestaan oli 2,5 %.

Tarkastelu

Alavuden Talasnevalla männynistutus kannatti
3 %:n laskentakorolla 70 vuoden kiertoajalla ja
oletetuilla kantohinnoilla. Samoin männynistutus

Taulukko 4. Turvetuotantoalueiden metsitysten nettotu-
lojen nykyarvot (€ ha⁻¹) ja investoinnin sisäiset korot
(%) Aitoneva4-kohteen hieskoivuvaltaisessa koivikossa
59 vuoden tarkastelujaksolla. Koivikon hakkuukertymä
30 m³ ha⁻¹ vuonna 1987, 43 m³ ha⁻¹ hakkuukaudella
2020–2021 ja oletetussa uudistushakkuussa 150 m³ ha⁻¹
vuonna 2023. Selitykset a = uudistushakkuussa vaneri-
tukin hinta 48 € m⁻³ ja koivukuitupuun 30 € m⁻³, b = kuten
a, mutta vanerikoivutukin hinta 35 € m⁻³ ja kuitupuun
15 € m⁻³, c = kuten a, mutta metsitykselle perustamistuki
50 %. Lisäksi d = kuten a, mutta koivikko syntynyt luon-
taisesti ilman viljelykustannuksia. Harvennushakkuissa
ei kertynyt tukkia.

Table 4. Net present values and internal rates of return of Aitoneva4 downy birch dominated birch stand with the rotation of 60 years (calculation period of 59 years). Thinning removal of 30 m³ ha⁻¹ in the year 1987, removal of 43 m³ ha⁻¹ in the winter cutting 2020/2021 and in the assumed final cutting 150 m³ ha⁻¹ in the year 2023. Legend: a = stumpage price for birch saw log was 48 € m⁻³ and for birch pulp wood 30 € m⁻³ in the final cutting. No saw logs in thinning cuttings. b = The case of a, but stumpage price for saw log in final cutting was 35 € m⁻³ and 15 € m⁻³ for pulp wood in thinning cuttings. The case c = the case of a, with the subsidy of 50% for establishment costs of the plantation. The case d =, the case of a, but naturally generated birch stand without plantation costs. No saw logs were bucked in the thinning cuttings.

Koecala/ Site	Nettonykyarvot € ha ⁻¹ / Net present values € ha ⁻¹			Sisäinen korko, %/ Internal rate of return, %
Laskentakorko/ Discount rate (%)				
	1	3	5	
Aitoneva				
a	1320	−950	−1690	1,8
b	−590	−1670	−1990	0,4
c	2230	−50	−780	2,9
d	1970	−300	−1040	2,5

kannatti Kihniön Aitonevalla. Hieskoivun kasva-
tus kannatti 1 %:n korolla 60 vuoden kiertoaikana
ja oletetuilla kantohinnoilla. Hieskoivun alhaiset
kantohinnat ja alhainen tukkipuuosuus (Verkasalo
1997) heikensivät kannattavuutta männyn kasva-
tukseen verrattuna.

Tämän tutkimuksen tulokset pätevät esimer-
kin kaltaisilla kohteilla, käytetyillä kustannustie-
doilla ja laskentaoletuksilla. Puun kantohinnat
ja laskelmissa käytetyt korkokannat vaikuttivat
kannattavuuteen keskeisesti. Metsitystuki (50 %)
paransi kannattavuutta.

Kasvihuonekaasumittausten tueksi mitattujen puustokoealojen määrä oli vähäinen. Tulokset antavat kuitenkin laajempaa näkemystä siitä, millaisia kannattavuuksia paksuturpeisten turvetuotantoalueiden metsityksestä voidaan odottaa, mikäli metsitys tehdään huolella ja kohteiden puustoja hoidetaan harvennushakkuilla. Etelä-Pohjanmaalla, Luoteis-Pirkanmaalla, Koillis-Satakunnassa ja Keski-Suomessa on samankaltaisissa ilmasto-oloissa vastaavanlaisia potentiaalisia paksuturpeisia metsityskohteita, joilla energiaturpeen nosto on keskeytynyt.

AFRYn (2020) mukaan vuoteen 2030 mennessä turvetuotantoalat vähenevät valtakunnan tason noin 48 000 hehtaaria hieman alle 20 000 hehtaariin, joten poistuma on 58 %. Kun Etelä-Pohjanmaalla, Satakunnan koillisosissa, Keski-Suomessa ja Luoteis-Pirkanmaalla on tuotannossa noin 20 000 hehtaaria, poistuu siitä 11 700 hehtaaria. Määrä on keskeinen valtakunnan tasolla. AFRYn (2020) tarkastelu ei kuitenkaan ota tuotannosta poistuvien alueiden turvekerroksen paksuuteen kantaa. Kun Laasasenahon ym. (2023) mukaan maanomistajista on keskimäärin noin 64 % näissä maakunnissa suonpohjien metsityksestä kiinnostuneita, jää varovaisesti arvioiden noin 7 500 hehtaaria suonpohjia metsitystä varten näissä maakunnissa.

Aro ym. (2020) esittivät samantasoisia metsitysten kannattavuuksia kuin tässäkin tutkimuksessa. Aron ym. (2020) mukaan sekä männyn kylvö että istutus kannattivat 3 % laskentakorolla ja keskimäärin noin 70 vuoden tarkastelujaksolla, kun 31–32 -vuotiaat männiköt kasvatettiin intensiivisesti kiertoajan loppuun Motti-metsikkösimulaattorilla. Kohteet olivat Honkajoella ja Limingassa, mutta ohutturpeisilla suonpohjilla. Edelleen Jylhän ym. (2015) mukaan luontaisesti syntyneissä tiheissä hieskoivikoissa energiapuun kasvatusta kannatti viidellä pohjoissuomalaisella suonpohjan metsityskohteella kuudesta 5 %:n laskentakorolla ja ilman tukia paljaan maan arvon laskentamenetelmällä, kun kohteet olivat 15–26 -vuotiaita.

Suonpohjien metsitystä on suositeltu ohutturpeisille kohteille, jotta metsiköiden jatkolannoitustarve olisi mahdollisimman pieni (Aro ym. 1997). Nykyään suonpohjilla tehdään kuitenkin aluksi puutuhkalannoitus jäännösturvekerroksen

paksuudesta riippumatta metsityksen onnistumisen varmistamiseksi, mutta tuhhkalannoituksen vaikutuksen kestoa ei tiedetä suonpohjien kasvuolosuhteissa (Aro ym. 2023). Tämän tutkimuksen aineistot rajoittuivat kolmelle varttuneelle ja paksuturpeiselle metsityskohteelle. Etelä-Suomesta ei aiemmin ole julkaistu tuloksia mitatuista puuston tuotoksista paksuturpeisilta turvetuotantoalueiden metsityskohteilta kuin Kihniön Aitonevalta (Aro & Kaunisto 2003). Talasnevan puustotiedot perustuivat vuoden 2023 mittauksiin ja maanomistajan antamiin kohteen lähtötietoihin 30 vuoden takaa.

Investointien nettohyötyjen ja sisäisten korkojen laskentamenetelmillä saatiin käytäntöä palvelevia tuloksia mitattuihin puustotietoihin tukeutuen. Tulevaisuuden puustojen kehityksen ennustamiseen liittyy paksuturpeisilla kohteilla epävarmuustekijöitä, koska näille ei ole vielä kasvumalleja olemassa. Tässä tutkimuksessa sovelletut Vuokilan & Väliähon (1980) kasvu- ja tuotosmallit on laadittu kivennäismaille ja kylvömänniköille (Kuvat 4 ja 5). Taulukoiden tuotosluvut olivat alhaisempia kuin tutkimuksen kohteilla, joilla suonpohjat olivat lannoitettuja. Taulukot edustavat aikansa harvennuskäytänteitä. Nykyiset ja paremmat metsänviljelymateriaalit sekä ilmastomuutos vaikuttavat osaltaan metsien kasvuun ja tuotokseen.

Metsitetyille suonpohjille ei ole toistaiseksi omaa kasvupaikkaluokitusta. Aron ym. (2016) mukaan suonpohjien turvekerroksen runsas tyypin määrä ja lannoitukset fosforilla ja kaliumilla nostavat suonpohjilla kasvupaikan viljavuutta ja puuntuotoskykyä. Aitonevan metsityskokeella lannoittamattomat alat vastasivat pintakasvillisuuden perusteella puolukkaturvekankaan II-tyyppiä ja lannoitetut alat ruohoturvekangas II:ta (Aro ym. 2016).

Lisäksi kantojen mittausta muutama vuosi harvennusten jälkeen sekä kantojen perusteella lasketut hakkuukertymääräviot tuovat epävarmuutta tuloksiin. Aitonevan männikössä hakkuun jälkeen (2023) mitattu puuston tilavuus yhdessä hakkuupoistuman kanssa vastasi kohteelta 19 vuotta aiemmin (2005) mitattua puuston runkotilavuutta (kohde 17, Mäkiranta ym. 2007), kun männikön vuotuisiksi keskikasvuksi oletettiin $6,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Aro ym. 2016) vuosien 2005 ja 2023 välisenä aikana. Sen sijaan Aitonevan hieskoi-

vikosta on tehty mittauksia eri aikoina, eivätkä aiemmat ja nykyiset koealat sijoitu tarkalleen samaan paikkaan. Hieskoivikossa on tapahtunut lisäksi puuston itseharvenemista ja viimeisen harvennuksen jälkeen kohteella oli paljon metsäkoneiden ajouria.

Parhaillaan keskustellaan turvemaiden metsien hiilivarastoista, lievenmistä harvennuksista ja metsien pidemmistä kiertoajoista. Tästä taustaa vasten Talasnevan männikössä investoinnin nettonykyarvo olisi ollut 1 420 € ha⁻¹ pienempi 10 vuotta pidemmällä kiertoajalla, kun diskonttokorko oli 3 % ja harvennusvoimakkuus 35 %. Aitonevan männikössä nettonykyarvo olisi vastaavasti ollut 300 € ha⁻¹ pienempi.

Jatkossa turvetuotantoalueiden metsityskohteilla on tarpeen tutkia puuntuotannon kannattavuuden lisäksi puuston ja maaperän hiilen varastoinnin kannattavuutta. Ennakotulosten mukaan suonpohjien metsittäminen voi synnyttää nopeita hiilinieluja (Buzacott ym. 2024). Tämä ei kuitenkaan kerro siitä, missä määrin metsityksellä voidaan esimerkiksi yhden kiertoajan aikana varastoida tai sitoa hiiltä. Metsänomistajien toivotaan saavan korvausta myös suonpohjien hiilinielujen vahvistamisesta.

Parhaillaan EU:n osarahoittamassa TUPSU-hankkeessa mitataan metsityskohteiden kasvihuonekaasupäästöjä (ks. SEAMK. 2025). Mikäli metsityksillä saadaan hiilen lisääsyttä ja pysyvyyttä aikaan, ja jos vapaaehtoisen hiilikaupan toimintamallit saadaan sujuviksi, olisi metsänomistajan mahdollista saada puun kantorahatulojen ohella myös hiilensidonnasta lisätuloja. Suonpohjien metsityskohteiden kasvumallien laadinta on mahdollista, kun empiiristä mittaustietoa kertyy ajan kuluessa riittävästi.

Kiitokset

Metsänomistaja Jari Ruuhelalle erityiskiitokset Talasnevan kohteen historiatiedoista. Kiitos professori Annika Kankaalle ja professori Matti Maltamolalle avusta liittyen puun rinnankorkeusläpimitan laskentaan puun kantoläpimitan perusteella. Metsänhoitaja Pentti Niemistö antoi arvokasta tietoa kasvu- ja tuotostaulukoista, koi-
vujen kasvatuksesta ja kiertoajoista turvemailla. Professori Erkki Verkasalo sekä UPM Metsän

Timo Niemi ja ähtäriläinen metsätalousinsinööri (yAMK) Hannu Humalamäki antoivat arvokasta tietoa käytännön hakkuukertymistä ja tukkipuuosuuksista turvemaiden metsissä. MetsäGroupin Seinäjoen piiripäällikkö Janne Muhonen kuvasi puun kantohintoja metsikön eri kehitysvaiheissa. Kiitokset myös hyvistä kommentteista kahdelle tutkimuksen käsikirjoituksen ennakotarkastajalle. Tutkimuksen osarahoitus saatiin EU:lta seuraavista hankkeista: ”Turvetuotantoalueiden palauttaminen suometsiksi (TUPSU)” (hankenumero J10773) sekä ”Hiilimarkkinoilta lisäarvoa turvetuotannosta poistettujen alueiden jatkokäyttöön (ArvoHiili)” (hankenumero J10312).

Kirjallisuus

- AFRY. 2020. Selvitys turpeen energiakäytön kehityksestä Suomessa. Raportti työ- ja elinkeinoministeriölle 8/2020. 69 s. https://afry.com/sites/default/files/2020-08/tem_turpeen_kayton_analyysi_loppuraportti_0.pdf
- Ahtikoski, A., Kojola, S., Hökkä, H. & Penttilä, T. 2008. Ditch network maintenance in peatland forest as a private investment: Short and long-term effects on financial performance at stand level. *Mires and Peat*, 3 (03): 1–11. <https://doi.org/10.19189/001c.128253>
- Aro, L. & Kaunisto, S. 2003. Jatkolannoituksen ja kasvatustiheyden vaikutus nuorten mäntymetsiköiden ravinnetilaan sekä puuston ja juuriston kehitykseen paksuturpeisella suonpohjalla. *Suo* 54(2): 49–68. <https://www.suo.fi/volume/54>
- Aro, L., Kaunisto, S. & Saarinen, M. 1997. Suonpohjien metsitys. Hankeraportti 1986–1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 634. 51 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1558-4>
- Aro, L., Hotanen, J.-P. & Nousiainen, H. 2016. Suonpohjien viljavuuden arviointi turveanalyyysin, kasvillisuuskuvauksen ja puuston kasvun perusteella. *Suo* 67(1): 7–10. <https://www.suo.fi/volume/67>
- Aro L., Ahtikoski A. & Hytönen J. 2020. Profitability of growing Scots pine on cutaway peatlands. *Silva Fennica* 54(3), article id 10273. <https://doi.org/10.14214/sf.10273>
- 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. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-853-9>
- Bioenergia ry. 2021. Energiaturpeen tuotanto romahtaa -kesän tuotanto puolittui jälleen edellisestä vuodesta. Tiedote 22.11.2021. Saatavilla: <https://www.bioenergia.fi/2021/11/22/energiaturpeen-tuotanto-romahtaa-kesan-tuotanto-puolittui-jalleen-edellisesta-vuodesta/>
- Bioenergia ry. 2024. Turvetta tuotettiin noin 6 miljoonaa kuutiometriä. Tiedote 11.11.2024. Saatavilla: <https://www.bioenergia.fi/2024/11/11/turvetta-tuotettiin-noin-6-miljoonaa-kuutiometriä/>
- Buzacott, A.J.V., Laasasenaho, K., Lauhanen, R., Minkkinen, K., Ojanen, P. & Lohila, A. 2024. Afforestation turns cutover peatland into a carbon sink. Abstract in The Atmosphere and Climate Competence Centre (ACCC) & Finnish Atmospheric Science Network Science Conference (ACCC-FASN conference) 11–12 Nov 2024, Kumpula campus (Exactum/UH and Dynamicum/FMI), Helsinki.
- Hytönen, L. & Aarnio, J. 1998. Kunnostusojituksen erilliskannattavuus muutamilla karuhkoilla rämeillä. *Suo* 49(3): 87–99. <https://www.suo.fi/volume/49>
- Hökkä, H., Salminen, H., Ahtikoski, A., Kojola, S., Launiainen, S. & Lehtonen, M. 2016. Long-term impact of ditch network maintenance on timber production, profitability and environmental loads at regional level in Finland: a simulation study. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 90, Issue 2: 234–246. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpw045>
- Jokelainen, L. 2022. Metsittämisen vaikutus suonpohjan maahengitykseen ja metaanivuohon. Maisterintutkielma. Metsätieteiden maisteriohjelma. Helsingin yliopisto. Metsien ekologia ja käyttö. 49 s. <http://hdl.handle.net/10138/352955>
- 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>
- Jylhä, P., Ahtikoski, A., Hytönen, J. & Aro, L. 2020. Profitability of biomass production of downy birch on cutaway peatlands. *Suo* 71(2): 75–79. <https://www.suo.fi/volume/71>
- Jylhä P., Huuskonen S., Ahtikoski A., Hytönen J. & Aro L. 2024. Mänty, kuusi, raudus- ja hieskoivu kivennäismaa- ja turvepeltojen metsityksessä – puuntuotos, hiilensidonta ja yksityistaloudellinen kannattavuus. Metsätieteen aikakauskirja 2024-24001. <https://doi.org/10.14214/ma.24001>
- Kaunisto, S. (toim.) 1985. Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. Summary: Afforestation experiments at Aitoneva, Kihniö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 177. 53 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-0926-6>
- Kaunisto, S. & Viinämäki, T. 1991. Lannoituksen ja leppäsekoituksen vaikutus mäntytaimikon kehitykseen ja suonpohjaturpeen ominaisuuksiin Aitonevalla. *Suo* 42(1): 1–12. <https://www.suo.fi/volume/42>
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 108: 1–74. <https://urn.fi/URN:ISBN:951-40-0589-9>
- Laasasenaho, K., Lauhanen, R. & Luhtala, M. 2024. Aurinkovoimalat turvetuotannosta vapautuvilla suonpohjilla ovat massiivisia rakennustyömaita – lisätietoja ympäristövaikutuksista ja maankäyttöristiriidoista tarvitaan. *Suo* 75(1–2): 73–78 — Puheenvuorot. <https://www.suo.fi/volume/75>
- 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., Pääkkilä, 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, article id 106926. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106926>
- Laasasenaho, K., Palomäki, A., & Lauhanen, R. 2022. A just transition from the perspective of Finnish peat entrepreneurs. *Mires and peat* 28(27): 1–12. <https://doi.org/10.19189/MaP.2022.OMB.557>
- Laki metsityksen määräaikaisesta tukemisesta 1114/2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20201114>
- Lauhanen, R., Moilanen, M., Silfverberg, K., Takamaa, H. & Issakainen, J. 1997. Puutuhkalannoituksen kannattavuus eräissä ojitusaluemänniköissä. *Suo* 48(3): 71–82. <https://www.suo.fi/volume/48>
- Luonnonvarakeskus. 2025a. Metsänhoitotöiden yksikkökustannukset Etelä-Pohjanmaalla vuosina 2020–2024. https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__met__methoi/0200__methoi.px/table/tableView-Layout2/
- Luonnonvarakeskus. 2025b. Puun kantohinnat Etelä-Pohjanmaalla puutavaralajeittain vuosina 2020–2024. https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__met__teokau__v/0500__teokau.px/table/tableView-Layout2/
- Maa- ja metsätalousministeriö. 4.12.2024. Joutoalueiden metsitystuki. <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsat-ja-ilmastonmuutos/joutoalueiden-metsitys>
- Metsätilastollinen vuosikirja 2022. Niinistö, T., Peltola, A., Räty, M., Sauvula-Seppälä, T., Torvelainen, J., Uotila, E., & Vaahtera, E. 2023. Luonnonvarakeskus, verkkojulkaisu. 198 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-584-2>
- Mäkiranta, P., Hytönen, J., Aro, L., Maljanen, M., Pihlatie, M., Potila, H., Shurpali, N., Laine, J., Lohila, A-L., Martikainen, P.J. & Minkinen, K. 2007. Soil greenhouse gas emissions from afforested organic soil croplands and cutaway peatlands. *Boreal Environment Research* 12: 159–175. <https://www.borenv.net/BER/archive/pdfs/ber12/ber12-159.pdf>
- 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 id 1002. <https://doi.org/10.14214/sf.1002>
- Niemistö, P., Kojola, S., Ahtikoski, A. & Laiho, R. 2017. From useless thickets to valuable resource? – Financial performance of downy birch management on drained peatlands. *Silva Fennica* 51(3), article id 2017. <https://doi.org/10.14214/sf.2017>
- Riikilä, M. 2024. Puuenergian huippuhetki on nyt. Raakapuun kantohinnat viikko 37. Talous – Puumarkkinat. *Metsälehti Makasiini* 6/2024. s. 52–53.
- SEAMK. 2025. <https://projektit.seamk.fi/kestaivat-ruokaratkaisut/tupsu/>
- Verkasalo, E. 1997. Hieskoivun laatu vaneripuuna. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 632. 483 s. + liitteet 59 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1555-X>
- Verkasalo, E. 2002. Turvemaiden mänty sahapuuna. Julkaisussa: Nurmi, J., Verkasalo, E. & Kokko, A. (toim.). Pohjanmaan puun laatu ja -käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 861. s. 111–128. <https://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1843-5>
- Vuokila, Y. & Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(2): 1–271. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-metla-201207171129>
- Ärölä, E. 2018. Metsävarojen mittausta ja arviointi. Julkaisussa: Rantala, S. (toim.). *Tapion taskukirja*, 26. uudistettu painos. Tapio Oy & Metsäkustannus Oy. s. 248–293.

Summary: Profitability of afforestation on cutaway peatlands with thick peat-layer

Recently, energy peat production has decreased rapidly in Finland on sites with thick peat-layer. Many land-owners have interest in afforestation on these sites. In this study, the profitability of afforestation on cutaway peatlands with thick peat-layer (50–60 cm) was investigated based on the history of three mature stands. The applied calculation methods were net present value and internal rate of return. Afforestation was profitable without subsidies for Scots pine stands in Talasneva (Alavus) and in Aitoneva (Kihniö) during the rotation period of 70 years with the interest rate of 3% and the assumed stumpage prices of the 2020's. Also, forestry was profitable in naturally generated downy birch stand in Aitoneva during 60 years without subsidies, but with the interest rate of 1 % and the stumpage prices of the 2020's. In addition, re-fertilizations resulted in internal rate of return of 3.5% in Aitoneva Scots pine stand.